

Лабораторная работа №10

Основы работы с модулями ядра операционной системы

Сидорова А.В.

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Информация

- Сидорова Арина Валерьевна
- студентка НПИбд-02-24
- ст.б. 1132242912
- Российский университет дружбы народов

Вводная часть

SELinux является критически важным компонентом безопасности современных Linux-систем, обеспечивающим мандатный контроль доступа для защиты от несанкционированных действий и ограничения последствий потенциальных уязвимостей.

Объект исследования

- Модули ядра операционной системы Linux.

Предмет исследования

- Механизмы загрузки, выгрузки и управления модулями ядра, а также процесс обновления ядра системы.

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

Задачи:

1. Освоить основные команды управления модулями ядра (`lsmod`, `modprobe`, `modinfo`).
2. Научиться загружать и выгружать модули ядра.
3. Изучить работу с параметрами модулей ядра.
4. Получить навыки обновления ядра операционной системы

Выполнение лабораторной работы

Управление модулями ядра из командной строки

Смотрим, какие устройства имеются в нашей системе и какие модули ядра с ними связаны:

`lspci -k`

```
avsidorova@avsidorova:~$ sudo -i
[sudo] пароль для avsidorova:
root@avsidorova:~# 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/GBM/FR/FW/FRW (ICH6 Family) USB2 EHCI Controller
        Kernel driver in use: ehci-pci
00:0d.0 SATA controller: Intel Corporation 82801HM/HBM (ICH8M/ICH8M-E) SATA Controller [AHCI mode] (rev 02)
```

Смотрим, какие модули ядра загружены:

lsmod | sort

```
kernel modules. and t
root@avsidorova:~# lsmod | sort
ac97_bus                12288  1 snd_ac97_codec
ahci                    57344  3
ata_generic             16384  0
ata_piix                45056  0
cdrom                   90112  1 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  7
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
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
nf_defrag_ipv4          12288  1 nf_conntrack
nf_defrag_ipv6          24576  1 nf_conntrack
nf_nat                  69632  1 nft_chain_nat
nfnetlink               20480  3 nf_tables
nf_reject_ipv4          16384  1 nft_reject_inet
```

Проверяем, загружен ли модуль ext4:

lsmod | grep ext4

Загружаем модуль ядра ext4: modprobe ext4

```
root@avsidorova:~# lsmod | grep ext4
root@avsidorova:~# modprobe ext4
root@avsidorova:~# lsmod | grep ext4
ext4                1187840    0
mbcache              16384    1 ext4
jbd2                 217088    1 ext4
root@avsidorova:~# modinfo ext4
filename:           /lib/modules/6.12.0-55.37.1.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:          84BD66FFA6FC1E1632CBDEF
depends:             jbd2,mbcache
intree:             Y
name:               ext4
retpoline:          Y
vermagic:           6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64 SMP preempt mod_unload modversions
sig_id:             PKCS#7
signer:             Rocky kernel signing key
sig_key:            7E:A7:7A:57:1C:75:37:78:E6:6E:4D:7A:EB:DA:6C:09:DB:B1:0E:3A
sig_hashalgo:       sha256
signature:          62:F6:32:11:56:F9:94:82:90:59:F3:1A:21:2E:04:94:42:FB:6A:42:
                    49:60:A4:5C:D4:4A:89:63:FA:43:66:82:DD:28:8D:C7:D0:EC:72:6F:
```

Убеждаемся, что модуль загружен, посмотрев список загруженных модулей:

```
lsmod | grep ext4
```

Смотрим информацию о модуле ядра ext4: modinfo ext4

Обращаем внимание, что у этого модуля нет параметров. : modprobe -r ext4

Возможно, команду потребуется ввести несколько раз. : modprobe -r xfs

```
root@avsidorova:~# modprobe -r ext4
root@avsidorova:~# modprobe -r xfs
modprobe: FATAL: Module xfs is in use.
root@avsidorova:~#
```

Рис. 4: modprobe -r xfs

Загрузка модулей ядра с параметрами

Запускаем терминал и получаем полномочия администратора. Проверяем, загружен ли модуль bluetooth: `lsmod | grep bluetooth`

Загружаем модуль ядра bluetooth: `modprobe bluetooth`

Смотрим список модулей ядра, отвечающих за работу с Bluetooth: `lsmod | grep bluetooth`

Смотрим информацию о модуле bluetooth: `modinfo bluetooth`

```
modprobe: FATAL: module xfs is in use.
root@avsidorova:~# lsmod | grep bluetooth
root@avsidorova:~#
root@avsidorova:~# modprobe bluetooth
root@avsidorova:~# lsmod | grep bluetooth
bluetooth          1118208  0
rfkill              40960  4 bluetooth
root@avsidorova:~# modinfo bluetooth
filename:           /lib/modules/6.12.0-55.37.1.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:          9666C7AF76F721A38A180A2
depends:             rfkill
intree:             Y
name:               bluetooth
retpoline:          Y
vermagic:           6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64 SMP preempt mod_unload modversions
```

Выгружаем модуль ядра bluetooth: modprobe -r bluetooth

```
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@avsidorova:~# modprobe -r bluetooth
root@avsidorova:~#
```

Рис. 6: lmodprobe -r bluetooth

Смотрим версию ядра, используемую в операционной системе: `uname -r`

Выводим на экран список пакетов, относящихся к ядру операционной системы: `dnf list kernel`

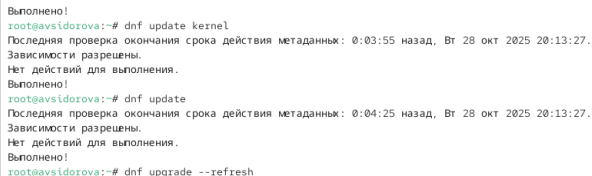
как это важно при установке/обновлении ядер Linux и избежания конфликтов: `dnf upgrade --refresh`

```
-----
root@avsidorova:~# uname -r
6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
root@avsidorova:~# dnf list kernel
^Z
[1]+  Остановлен  dnf list kernel
root@avsidorova:~# dnf list kernel
Последняя проверка окончания срока действия метаданных: 3:53:39 назад, Вт 28 окт 2025 16:15:00.
Установленные пакеты
kernel.x86_64                6.12.0-55.12.1.el10_0          @anaconda
kernel.x86_64                6.12.0-55.27.1.el10_0          @baseos
kernel.x86_64                6.12.0-55.37.1.el10_0          @baseos
Имеющиеся пакеты
kernel.x86_64                6.12.0-55.40.1.el10_0          baseos
root@avsidorova:~# dnf upgrade --refresh
```

Рис. 7: `dnf upgrade --refresh`

Обновляем ядро операционной системы, а затем саму операционную систему:

`dnf update kernel dnf update dnf upgrade --refresh`



```
Выполнено!  
root@avsidorova:~# dnf update kernel  
Последняя проверка окончания срока действия метаданных: 0:03:55 назад, Вт 28 окт 2025 20:13:27.  
Зависимости разрешены.  
Нет действий для выполнения.  
Выполнено!  
root@avsidorova:~# dnf update  
Последняя проверка окончания срока действия метаданных: 0:04:25 назад, Вт 28 окт 2025 20:13:27.  
Зависимости разрешены.  
Нет действий для выполнения.  
Выполнено!  
root@avsidorova:~# dnf upgrade --refresh
```

Рис. 8: Обновляем ядро операционной системы, а затем саму операционную систему

Перегружаем систему. При загрузке выбираем новое ядро.

Смотрим версию ядра, используемую в операционной системы: `uname -r hostnamectl`

```
avsidorova@avsidorova:~$ uname -r
6.12.0-55.40.1.el10_0.x86_64
avsidorova@avsidorova:~$ hostnamectl
  Static hostname: avsidorova
    Icon name: computer-vm
    Chassis: vm 🖥️
  Machine ID: 4a8a2b25645d419c8162f90f3884eb68
  Boot ID: 383c4cef758e4d6eabd65fdea6c2006f
  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
    Kernel: Linux 6.12.0-55.40.1.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 3w 6d
avsidorova@avsidorova:~$
```

Результаты

- Освоены команды `lsmod`, `modprobe`, `modinfo` для управления модулями ядра.
- Выполнена загрузка и выгрузка модулей `ext4` и `bluetooth`.
- Изучена информация о параметрах модулей ядра.
- Проведено обновление ядра операционной системы с последующей проверкой версии.
- Получены навыки диагностики связанных устройств и модулей через `lspci -k`.

...