

Лабораторная работа №10

Основы работы с модулями ядра операционной системы

Комягин А. Н.

09 октября 2024

Российский университет дружбы народов, Москва, Россия

Получить навыки работы с утилитами управления модулями ядра операционной системы.

Выполнение лабораторной работы

Управление модулями ядра из командной строки

lspci -k

```
root@ankomyagin:/etc/cron.d

root@ankomyagin cron.d]# lspci -k
0:00.0 Host bridge: Intel Corporation 440FX - 82441FX PMC [Natoma] (rev 02)
0:01.0 ISA bridge: Intel Corporation 82371SB PIIX3 ISA [Natoma/Triton II]
0:01.1 IDE interface: Intel Corporation 82371AB/EB/MB PIIX4 IDE (rev 01)
        Kernel driver in use: ata_piix
        Kernel modules: ata_piix, ata_generic
0:02.0 VGA compatible controller: VMware SVGA II Adapter
        Subsystem: VMware SVGA II Adapter
        Kernel driver in use: vmwgfx
        Kernel modules: vmwgfx
0:03.0 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
0:04.0 System peripheral: InnoTek Systemberatung GmbH VirtualBox Guest Service
0:05.0 Multimedia audio controller: Intel Corporation 82801AA AC'97 Audio Controller (rev 1)
        Subsystem: Dell Device 0177
        Kernel driver in use: snd_intel8x0
        Kernel modules: snd_intel8x0
0:06.0 USB controller: Apple Inc. KeyLargo/Intrepid USB
        Kernel driver in use: ohci-pci
0:07.0 Bridge: Intel Corporation 82371AB/EB/MB PIIX4 ACPI (rev 08)
        Kernel driver in use: piix4_smbus
        Kernel modules: i2c_piix4
0:0b.0 USB controller: Intel Corporation 82801FB/FBM/FR/FW/FRW (ICH6 Family) USB2 EHCI Controller
        Kernel driver in use: ehci-pci
0:0d.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@ankomyagin cron.d]#
```

загруженные модули

```
root@ankomyagin:/etc/cron.d

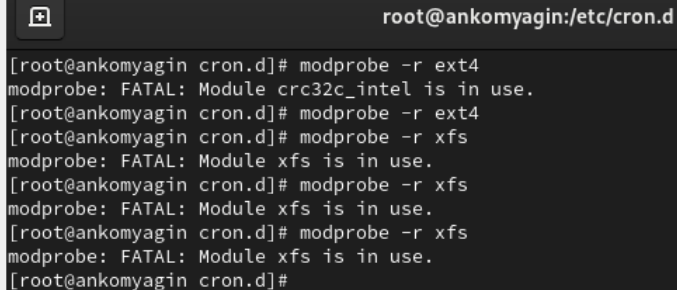
nfnetlink      20480  3 nf_tables,ip_set
nf_reject_ipv4 16384  1 nft_reject_inet
nf_reject_ipv6 24576  1 nft_reject_inet
nf_tables      356352 189 nft_ct,nft_reject_inet,nft_fib_ipv6,nft_fib_ipv4,nft_chai
n_nat,nft_reject,nft_fib,nft_fib_inet
nft_chain_nat  16384  3
nft_ct         24576  7
nft_fib        16384  3 nft_fib_ipv6,nft_fib_ipv4,nft_fib_inet
nft_fib_inet   16384  1
nft_fib_ipv4   16384  1 nft_fib_inet
nft_fib_ipv6   16384  1 nft_fib_inet
nft_reject     16384  1 nft_reject_inet
nft_reject_inet 16384  6
nls_utf8       16384  1
pcspkr         16384  0
pmt_class      16384  1 pmt_telemetry
pmt_telemetry  16384  1 intel_pmc_core
qrtr           57344  4
rapl           28672  0
rfkill         40960  3
sd_mod         90112  4
serio_raw      20480  0
sg             53248  0
snd            147456 12 snd_seq,snd_seq_device,snd_intel8x0,snd_timer,snd_ac97_cod
ec,snd_pcm
snd_ac97_codec 200704  1 snd_intel8x0
snd_hrtimer     16384  1
snd_intel8x0    57344  2
snd_pcm        184320  2 snd_intel8x0,snd_ac97_codec
snd_seq        131072  7 snd_seq_dummy
snd_seq_device  16384  1 snd_seq
snd_seq_dummy   16384  0
snd_timer      53248  3 snd_seq,snd_hrtimer,snd_pcm
soundcore      16384  1 snd
sr_mod         28672  1
syscopyarea    16384  1 drm_kms_helper
sysfillrect    16384  1 drm_kms_helper
sysimgblt      16384  1 drm_kms_helper
tl0_pi         24576  1 sd_mod
tls            159744  0
ttm            98304  2 vmwgfx,drm_ttm_helper
uinput         24576  0
video          73728  0
vmwgfx         450560  1
wmi            45056  1 video
xfs            2510848  3

[root@ankomyagin cron.d]# lsmod | grep ext4
[root@ankomyagin cron.d]#
```

загрузка ядра ext4 и информация

```
root@ankomyagin:/etc/cron.d

[root@ankomyagin cron.d]# modprobe ext4
[root@ankomyagin cron.d]# lsmod | grep ext4
ext4                1183744  0
mbcache             16384  1 ext4
jbd2                 217088  1 ext4
[root@ankomyagin cron.d]# modinfo ext4
filename:           /lib/modules/5.14.0-427.35.1.el9_4.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:        9.4
srcversion:          48ACD3511F499E70E80D5E4
depends:             mbcache,jbd2
retpoline:          Y
intree:             Y
name:               ext4
vermagic:           5.14.0-427.35.1.el9_4.x86_64 SMP preempt mod_unload modversions
sig_id:             PKCS#7
signer:             Rocky kernel signing key
sig_key:            41:6C:2F:DC:B3:24:EB:FF:4E:C2:69:EE:2D:C5:65:A8:3C:46:9D:DD
sig_hashalgo:       sha256
signature:          67:98:78:96:51:53:01:BA:E2:7B:39:B4:4D:66:4D:AA:4F:AD:4F:1E:
40:7C:F8:66:B6:74:9C:DD:4B:5C:C7:FD:13:0A:A1:FE:56:D1:58:00:
D5:D0:A1:2C:5C:26:CD:F2:09:A1:A9:08:07:00:AD:28:BC:22:A6:02:
5E:83:C4:94:60:8C:46:A7:45:C9:4C:34:AB:15:8F:34:B2:58:35:D3:
DE:6B:21:4E:32:84:8A:99:44:D7:93:F2:55:63:57:09:2C:B1:83:17:
F6:42:01:34:5E:6B:74:EF:EB:85:A5:A5:A7:21:BC:75:9B:39:32:49:
97:32:3D:C7:6E:5D:E9:C8:1D:A0:AF:86:32:35:14:DE:8A:4A:D6:45:
FF:BC:56:A9:A9:91:70:27:AE:3A:8D:B9:A7:4C:1F:83:0C:04:0D:40:
62:26:DD:CF:F3:66:B6:4F:03:68:80:2B:1F:88:94:13:EA:14:44:DD:
0C:69:12:76:CD:E4:F1:D3:71:A9:33:3D:C6:D8:8F:E0:E5:EB:7C:C8:
13:15:FF:2D:C1:93:AF:B5:40:1A:56:C6:B9:F7:F8:B0:1D:24:17:0A:
53:19:FA:B3:B6:FA:7B:AF:59:FC:08:55:2B:4B:C3:05:90:90:7F:A0:
34:1C:01:2A:7E:9C:9D:5D:E8:6F:A1:6E:C4:8B:EB:6F:F8:24:64:F7:
22:DA:63:D3:98:23:79:87:AC:C9:4B:E6:9B:82:BA:A5:7F:E7:AF:F8:
D4:08:97:EA:31:FF:FE:CF:1F:DB:87:C0:42:10:6E:B2:C0:17:C9:45:
5B:57:79:CC:E2:2F:8A:58:80:01:04:DE:76:CB:B8:33:0A:7B:89:A1:
FC:88:C7:D0:00:93:53:3A:CC:B6:F7:C4:87:8F:C0:8A:23:9F:70:4B:
49:A5:6E:E4:EC:A4:3D:44:33:F7:02:A1:6E:CF:85:70:D2:BD:1D:14:
9B:AC:96:11:38:70:5C:6C:D9:A9:67:33:64:B9:CD:81:DA:6F:B5:25:
A5:BE:74:F6
```



```
root@ankomyagin:/etc/cron.d

[root@ankomyagin cron.d]# modprobe -r ext4
modprobe: FATAL: Module crc32c_intel is in use.
[root@ankomyagin cron.d]# modprobe -r ext4
[root@ankomyagin cron.d]# modprobe -r xfs
modprobe: FATAL: Module xfs is in use.
[root@ankomyagin cron.d]# modprobe -r xfs
modprobe: FATAL: Module xfs is in use.
[root@ankomyagin cron.d]# modprobe -r xfs
modprobe: FATAL: Module xfs is in use.
[root@ankomyagin cron.d]#
```


Загрузка модулей ядра с параметрами

модуль bluetooth

```
root@ankomyagin:~  
[root@ankomyagin ~]# lsmod | grep bluetooth  
[root@ankomyagin ~]# modprobe bluetooth  
[root@ankomyagin ~]# lsmod | grep bluetooth  
bluetooth          1101824  0  
rfkill              40960  4 bluetooth  
[root@ankomyagin ~]# modinfo bluetooth  
filename:           /lib/modules/5.14.0-427.35.1.el9_4.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:        9.4  
srcversion:         4944688C29B6065B9548EA5  
depends:             rfkill  
retpoline:          Y  
intree:             Y  
name:               bluetooth  
vermagic:           5.14.0-427.35.1.el9_4.x86_64 SMP preempt mod_unload modversions  
sig_id:             PKCS#7  
signer:             Rocky kernel signing key  
sig_key:            41:6C:2F:DC:83:24:EB:FF:4E:C2:69:EE:2D:C5:65:A8:3C:46:9D:DD  
sig_hashalgo:       sha256  
signature:          81:07:23:A7:DC:01:A5:6F:C5:39:DE:77:D1:DF:C4:4B:72:62:F0:14:  
1B:C5:CA:E9:3B:62:72:97:F3:5B:B0:72:FE:DC:4A:A4:50:44:C8:4B:  
E4:9E:AA:F8:6C:56:74:97:F4:A4:E4:5E:39:C8:E6:D3:D2:F3:AA:0F:  
D8:10:03:03:4E:39:89:D5:E8:8A:F2:03:A9:49:B7:7F:02:67:13:5E:  
3B:6D:72:14:1C:BC:50:72:70:7D:A3:0D:A1:56:48:7E:A6:A8:56:BA:  
E3:44:B9:6E:62:39:54:24:18:C4:EE:6A:2D:2E:AC:C1:03:0A:C5:70:  
A8:B1:80:69:85:35:E7:DB:5B:AF:A1:F2:F6:69:F4:38:65:36:C2:6E:  
5E:20:4A:37:C6:40:84:67:13:66:8C:10:64:37:0E:3B:6F:D2:44:BB:  
21:3D:A8:9E:C5:A5:E9:E6:22:B3:96:C2:91:C9:94:EF:D4:24:B0:36:  
19:5E:D9:BE:69:31:C6:58:50:E8:72:B4:E1:B1:1A:B8:9C:37:8B:EA:  
F7:CC:32:EF:5E:D3:50:84:3A:80:0C:CA:4B:80:DB:38:EA:A0:C5:6C:  
1E:C6:B6:CA:E6:93:5B:43:A8:ED:F1:9F:EE:46:BD:9A:B3:F9:B6:B3:  
D4:9A:42:8E:65:C0:C8:81:2C:62:A8:F2:F6:0C:1A:62:B0:3E:B5:D2:  
B0:31:21:1E:71:94:E7:CD:ED:40:4D:14:9E:2A:1A:76:4F:64:86:72:  
22:05:26:4E:FE:9D:60:51:41:A3:B5:0D:8F:37:64:B7:D4:52:3D:03:  
32:9B:DB:AF:CD:EB:72:55:7C:2E:DF:70:67:59:E8:50:4B:8C:FF:9D:  
0D:DE:14:09:48:D2:51:D8:F4:66:60:BE:45:BC:DE:8E:65:90:47:B3:  
2C:0B:31:E6:5B:37:D3:24:A3:3F:C2:C1:FE:85:F2:A1:7E:1B:A1:9D:  
7C:AA:BE:81:FD:DD:10:1B:35:D9:30:06:0B:EA:58:ED:F5:7B:3A:FC:  
03:87:A4:83  
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@ankomyagin ~]# modprobe -r bluetooth
```

```
root@ankomyagin:~  
[root@ankomyagin ~]# uname -r  
5.14.0-427.35.1.el9_4.x86_64  
[root@ankomyagin ~]# dnf list kernel  
Last metadata expiration check: -1 day, 21:06:33 ago on Mon 07 Oct 2024 10:30:34 PM MSK.  
Installed Packages  
kernel.x86_64                5.14.0-427.13.1.el9_4      @anaconda  
kernel.x86_64                5.14.0-427.33.1.el9_4      @baseos  
kernel.x86_64                5.14.0-427.35.1.el9_4      @baseos  
Available Packages  
kernel.x86_64                5.14.0-427.37.1.el9_4      baseos  
[root@ankomyagin ~]# dnf upgrade --refresh  
Extra Packages for Enterprise Linux 9 - x86_64                51 kB/s | 39 kB    00:00  
Extra Packages for Enterprise Linux 9 openh264 (From Cisco 1.9 kB/s | 993 B    00:00  
Rocky Linux 9 - BaseOS                10 kB/s | 4.1 kB    00:00  
Rocky Linux 9 - AppStream              11 kB/s | 4.5 kB    00:00  
Rocky Linux 9 - Extras                 6.8 kB/s | 2.9 kB    00:00  
Dependencies resolved.  
=====
```

Package	Arch	Version	Repository	Size
---------	------	---------	------------	------

```
=====
```

Installing:

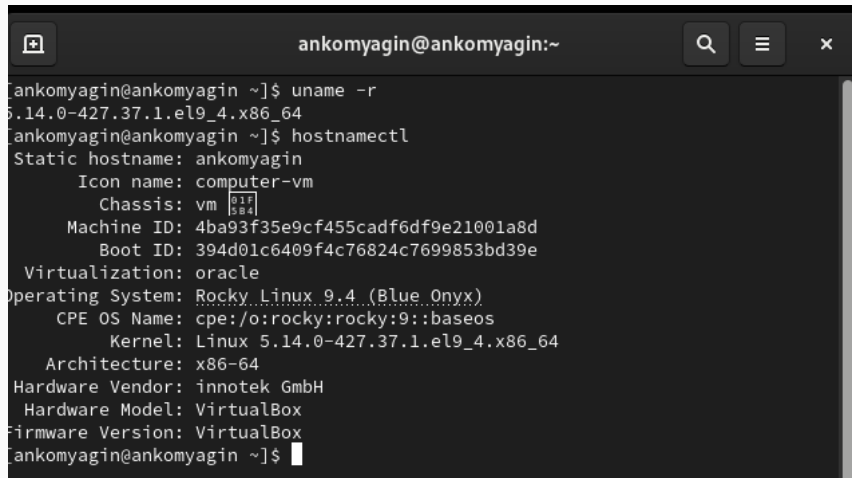
kernel	x86_64	5.14.0-427.37.1.el9_4	baseos	4.7 M
--------	--------	-----------------------	--------	-------

Upgrading:

bpftool	x86_64	7.3.0-427.37.1.el9_4	baseos	5.4 M
cups-filters	x86_64	1.28.7-17.el9_4	appstream	766 k
cups-filters-libs	x86_64	1.28.7-17.el9_4	appstream	133 k
expat	x86_64	2.5.0-2.el9_4.1	baseos	115 k
firefox	x86_64	128.3.0-1.el9_4	appstream	122 M
glibc	x86_64	2.34-100.el9_4.4	baseos	1.9 M
glibc-all-langpacks	x86_64	2.34-100.el9_4.4	baseos	18 M
glibc-common	x86_64	2.34-100.el9_4.4	baseos	295 k
glibc-devel	x86_64	2.34-100.el9_4.4	appstream	29 k
glibc-gconv-extra	x86_64	2.34-100.el9_4.4	baseos	1.6 M
glibc-headers	x86_64	2.34-100.el9_4.4	appstream	433 k
glibc-langpack-en	x86_64	2.34-100.el9_4.4	baseos	550 k
iwl100-firmware	noarch	39.31.5.1-143.3.el9_4	baseos	181 k
iwl1000-firmware	noarch	1:39.31.5.1-143.3.el9_4	baseos	182 k
iwl105-firmware	noarch	18.168.6.1-143.3.el9_4	baseos	260 k
iwl135-firmware	noarch	18.168.6.1-143.3.el9_4	baseos	269 k
iwl2000-firmware	noarch	18.168.6.1-143.3.el9_4	baseos	263 k
iwl2030-firmware	noarch	18.168.6.1-143.3.el9_4	baseos	271 k
iwl2100-firmware	noarch	1:25.20.13.0-143.3.el9_4	baseos	528 k

обновим ядро и систему

```
Complete!
[root@ankomyagin ~]# dnf update kernel
Last metadata expiration check: 0:04:13 ago on Mon 07 Oct 2024 07:37:27 PM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
[root@ankomyagin ~]# dnf update~
No such command: update~. Please use /usr/bin/dnf --help
It could be a DNF plugin command, try: "dnf install 'dnf-command(update~)'"
[root@ankomyagin ~]# dnf update
Last metadata expiration check: 0:04:30 ago on Mon 07 Oct 2024 07:37:27 PM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
[root@ankomyagin ~]# dnf upgrade --refresh
Extra Packages for Enterprise Linux 9 - x86_64          78 kB/s | 39 kB      00:00
Extra Packages for Enterprise Linux 9 openh264 (From Cisco 4.6 kB/s | 993 B      00:00
Rocky Linux 9 - BaseOS                                13 kB/s | 4.1 kB     00:00
Rocky Linux 9 - AppStream                             15 kB/s | 4.5 kB     00:00
Rocky Linux 9 - Extras                               3.9 kB/s | 2.9 kB     00:00
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
[root@ankomyagin ~]#
```

A terminal window with a dark background and light gray text. The title bar at the top shows a window icon, the text 'ankomyagin@ankomyagin:~', and window control buttons (search, menu, close). The terminal content shows the execution of 'uname -r' and 'hostnamectl' commands, followed by their output. The prompt '[ankomyagin@ankomyagin ~]\$' is visible at the bottom.

```
[ankomyagin@ankomyagin ~]$ uname -r
5.14.0-427.37.1.el9_4.x86_64
[ankomyagin@ankomyagin ~]$ hostnamectl
Static hostname: ankomyagin
          Icon name: computer-vm
          Chassis: vm 01F
                    5B4
          Machine ID: 4ba93f35e9cf455cadf6df9e21001a8d
          Boot ID: 394d01c6409f4c76824c7699853bd39e
Virtualization: oracle
Operating System: Rocky Linux 9.4 (Blue Onyx)
          CPE OS Name: cpe:/o:rocky:rocky:9::baseos
          Kernel: Linux 5.14.0-427.37.1.el9_4.x86_64
Architecture: x86-64
Hardware Vendor: innotek GmbH
Hardware Model: VirtualBox
Firmware Version: VirtualBox
[ankomyagin@ankomyagin ~]$
```

Контрольные вопросы

1. Какой командой показать текущую версию ядра?

uname -r

2. Как посмотреть более подробную информацию о текущей версии ядра?

uname -a

Эта команда покажет полную информацию о системе, включая версию ядра.

3. Какая команда показывает список загруженных модулей ядра?

lsmod

4. Как определить параметры модуля ядра?

modinfo

Замените на имя интересующего вас модуля.

5. Как выгрузить модуль ядра?

rmmod

Или можно использовать:

modprobe -r

6. Что делать, если вы получили сообщение об ошибке при попытке выгрузить модуль ядра?

- Убедитесь, что модуль не используется другими процессами. Используйте команду `lsof` или `fuser`, чтобы найти процессы, использующие модуль.
- Если модуль является зависимостью для других модулей, сначала нужно выгрузить их.
- Попробуйте использовать `modprobe -r` вместо `rmmod`, так как он автоматически обрабатывает зависимости.

7. Как определить, какие параметры модуля ядра поддерживаются?

modinfo -p

8. Как установить новую версию ядра?

- Сначала загрузите новую версию ядра (например, из официальных репозиториях вашей дистрибуции):

sudo dnf install kernel- # для Fedora

- После установки перезагрузите систему:

reboot

- Выберите новую версию ядра в меню загрузчика (GRUB), если это необходимо.

Вывод

В ходе выполнения лабораторной работы я получил навыки работы с утилитами управления модулями ядра операционной системы.