

Отчёт по лабораторной работе №10

Основы работы с модулями ядра операционной системы

Тукаев Тимур

Содержание

1	Цель работы	5
2	Выполнение	6
2.1	Управление модулями ядра из командной строки	6
2.2	Загрузка модулей ядра с параметрами	9
2.3	Обновление ядра системы	10
3	Контрольные вопросы	13
4	Заключение	14

Список иллюстраций

2.1	Получение прав администратора и просмотр устройств	6
2.2	Просмотр загруженных модулей	7
2.3	Загрузка и просмотр модуля ext4	8
2.4	Выгрузка модулей ext4 и xfs	9
2.5	Информация о модуле bluetooth	10
2.6	Выгрузка модуля bluetooth	10
2.7	Просмотр пакетов ядра	11
2.8	Обновление ядра и системы	11
2.9	Проверка версии ядра и системы	12

Список таблиц

1 Цель работы

Получить навыки работы с утилитами управления модулями ядра операционной системы.

2 Выполнение

2.1 Управление модулями ядра из командной строки

1. Получены права администратора с помощью команды `su`.

После ввода пароля произведён переход в контекст суперпользователя.

```
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. 2.1: Получение прав администратора и просмотр устройств

2. Выполнена команда `lspci -k` для просмотра устройств системы и связанных с ними модулей ядра.

В результате выведен список контроллеров (VGA, Ethernet, Audio, USB и др.) с указанием используемых драйверов (`vmwgfx`, `e1000`, `snd_intel8x0`, `ahci`, `ata_piix` и т. д.).

3. Проверен список загруженных модулей с помощью команды `lsmod | sort`.

Отображены все модули ядра и их зависимости.

```
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. 2.2: Просмотр загруженных модулей

4. Проверено наличие модуля `ext4` в системе командой `lsmod | grep ext4`.

На момент проверки модуль не был загружен.

5. Загружен модуль ядра `ext4` при помощи `modprobe ext4`.

После этого повторная проверка `lsmod | grep ext4` показала, что модуль успешно загружен.

```

root@titukaev:/home/titukaev#
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. 2.3: Загрузка и просмотр модуля ext4

6. Информация о модуле ext4 получена с помощью команды `modinfo ext4`.

Отображены сведения о лицензии (GPL), авторах, версиях, зависимостях (jbd2, mbcache), а также параметрах и пути к бинарному файлу `/lib/modules/.../ext4.ko.xz`.

7. Попытка выгрузки модуля ext4 (`modprobe -r ext4`) выполнена несколько раз.

Система не выдала ошибок, но при попытке выгрузить модуль xfs появилось сообщение:

FATAL: Module xfs is in use, что означает, что данный модуль используется файловой системой и не может быть выгружен.


```
03:40:02:13:A7:EA:10:0E:04:AD:0B:1B:A2:0B:03:00:03: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. 2.4: Выгрузка модулей ext4 и xfs

2.2 Загрузка модулей ядра с параметрами

1. Проверено наличие модуля bluetooth командой `lsmod | grep bluetooth`.
До загрузки модуль отсутствовал в списке.
2. Модуль bluetooth загружен с помощью `modprobe bluetooth`.
После этого команда `lsmod | grep bluetooth` подтвердила успешную загрузку модуля и зависимого компонента `rftkill`.
3. Подробная информация о модуле bluetooth получена при помощи `modinfo bluetooth`.

В выводе указаны параметры:

- `disable_esco` — отключает создание eSCO-соединений;
- `disable_ertm` — отключает режим Enhanced Retransmission;
- `enable_ecred` — включает режим Enhanced Credit Flow Control.

```

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. 2.5: Информация о модуле bluetooth

- После проверки модуль был выгружен с помощью `modprobe -r bluetooth`.
Ошибок при выгрузке не возникло.

```

EC:75:3A:A6:0D:E2:36:37:78:C6:BB:DD:9B:1C:67:EB:D2:A8:9F:16:
2B:8A:CF:8F:23:38:B4:7A:A9:92:49:86:D7:9F:08:7D:8A:92:7D:DD:
41:D6:4B:31:F6:45:31:D4:7E:6E:E1:D6:94:BA:D0:6A:12:CC:76:A2:
12:55:EF:6B:91:CB:45:F0:F5:75:0B:DD:7D:6B:D7:E1:B0:13:51:40:
29:D2:1D:3B:DD:E2:BF:AC:4B:77:67:BA:C8:95:16:41:00:9A:8F:96:
21:DC:9A:C2:B2:20:31:5C:EC:90:EA:B0:24:C3:5D:B9:72:31:B8:98:
DB:A9:4D:FE
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@titukaev:/home/titukaev#
root@titukaev:/home/titukaev# modprobe -r bluetooth
root@titukaev:/home/titukaev# modprobe -r bluetooth
root@titukaev:/home/titukaev#

```

Рис. 2.6: Выгрузка модуля bluetooth

2.3 Обновление ядра системы

- Проверена текущая версия ядра командой `uname -r`.
Используется ядро версии `6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64`.
- Просмотрен список пакетов, относящихся к ядру, при помощи `dnf list`

kernel.

В списке доступных пакетов присутствует новая версия 6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64.

```
root@titukaev:/home/titukaev#
root@titukaev:/home/titukaev# uname -r
6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64
root@titukaev:/home/titukaev# dnf list kernel
Rocky Linux 10 - BaseOS                               4.5 kB/s | 4.3 kB  00:00
Rocky Linux 10 - BaseOS                               28 MB/s | 21 MB  00:00
Rocky Linux 10 - AppStream                             15 kB/s | 4.3 kB  00:00
Rocky Linux 10 - AppStream                             6.6 MB/s | 2.2 MB  00:00
Rocky Linux 10 - Extras                               147 B/s | 3.1 kB  00:21
Rocky Linux 10 - Extras                               16 kB/s | 5.4 kB  00:00
Installed Packages
kernel.x86_64                                         6.12.0-55.12.1.el10_0 @anaconda
Available Packages
kernel.x86_64                                         6.12.0-55.39.1.el10_0 baseos
root@titukaev:/home/titukaev#
```

Рис. 2.7: Просмотр пакетов ядра

3. Выполнены обновления системы и ядра командами `dnf upgrade --refresh`, `dnf update kernel`, `dnf update`.

Все зависимости успешно разрешены, пакеты обновлены без ошибок.

```
root@titukaev:/home/titukaev# yum -y update
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
kernel-core-6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64
kernel-modules-6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64
kernel-modules-extra-6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64
libdex-0.8.1-1.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. 2.8: Обновление ядра и системы

4. После перезагрузки системы проверена версия установленного ядра командой `uname -r` и общая информация о системе через `hostnamectl`.

Подтверждено использование новой версии ядра 6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64.

```
titukaev@titukaev:~$  
titukaev@titukaev:~$ uname -r  
6.12.0-55.39.1.el10_0.x86_64  
titukaev@titukaev:~$ hostnmeectl  
Static hostname: titukaev.localdomain  
Icon name: computer-vm  
Chassis: vm 🖥  
Machine ID: 8799d6cafd5a4a0788922e3534d8e65e  
Boot ID: f66703590ad942b09311c93d0a8805f8  
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 1w 4d  
Kernel: Linux 6.12.0-55.39.1.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 2w 3d  
titukaev@titukaev:~$
```

Рис. 2.9: Проверка версии ядра и системы

3 Контрольные вопросы

1. Текущую версию ядра, используемую в системе, показывает команда `uname -r`.
2. Более подробную информацию о текущей версии ядра можно получить с помощью команды `hostnamectl`.
3. Список загруженных модулей ядра отображает команда `lsmod`.
4. Параметры модуля ядра определяются командой `modinfo`.
5. Для выгрузки модуля ядра используется команда `modprobe -r <имя_модуля>`.
6. Если при попытке выгрузить модуль появляется сообщение об ошибке, это означает, что модуль используется. В таком случае необходимо остановить процессы, использующие данный модуль, либо выполнить выгрузку после перезагрузки системы.
7. Поддерживаемые параметры модуля можно определить с помощью команды `modinfo <имя_модуля>`, где в выводе указаны строки `parm:`.
8. Установить новую версию ядра можно с помощью команд `dnf update kernel` или `dnf upgrade --refresh`, после чего требуется перезагрузить систему.

4 Заключение

В ходе лабораторной работы были изучены основные принципы управления модулями ядра операционной системы Linux.

Освоены команды для просмотра подключённых устройств и связанных с ними драйверов, загрузки и выгрузки модулей, а также получения подробной информации о них с помощью `modinfo`.

Были исследованы зависимости и параметры модулей, определено их назначение и особенности работы.