

Отчёт по лабораторной работе №10

Основы работы с модулями ядра операционной системы

Амина Аджигалиева

Содержание

1	Цель работы	5
2	Ход выполнения работы	6
2.1	Управление модулями ядра из командной строки	6
2.2	Загрузка модулей ядра с параметрами	9
2.3	Обновление ядра системы	11
3	Контрольные вопросы	13
4	Заключение	15

Список иллюстраций

2.1	Вывод команды <code>lspci -k</code>	6
2.2	Просмотр загруженных модулей	7
2.3	Информация о модуле <code>ext4</code>	8
2.4	Выгрузка модулей <code>ext4</code> и <code>xfs</code>	9
2.5	Загрузка модуля <code>bluetooth</code>	10
2.6	Информация и выгрузка модуля <code>bluetooth</code>	10
2.7	Просмотр доступных версий ядра	11
2.8	Обновление ядра и системы	12
2.9	Проверка версии ядра после обновления	12

Список таблиц

1 Цель работы

Получить навыки работы с утилитами управления модулями ядра операционной системы.

2 Ход выполнения работы

2.1 Управление модулями ядра из командной строки

Сначала я получила права суперпользователя с помощью команды `su`, после чего выполнила команду `lspci -k`, чтобы просмотреть устройства системы и связанные с ними модули ядра.

Команда отобразила список контроллеров (видео, сетевой, аудио, USB и т. д.), а также указала драйверы, которые используются для каждого устройства.

```
aradzhigalieva@aradzhigalieva:~$ su
Password:
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# 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@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#
```

Рис. 2.1: Вывод команды `lspci -k`

Далее я проверила список загруженных модулей с помощью команды `lsmod` |

sort.

Команда вывела системные модули, включая драйверы для сетевых и дисковых устройств, подсистем ввода-вывода, а также графические и файловые компоненты.

```
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#  
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# 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
```

Рис. 2.2: Просмотр загруженных модулей

Затем я проверила, загружен ли модуль ext4, выполнив команду `lsmod | grep ext4`. После загрузки модуля командой `modprobe ext4` убедилась, что он присутствует в списке загруженных модулей.

Для получения подробных сведений о модуле была выполнена команда `modinfo ext4`, которая отобразила путь к файлу модуля, его описание, авторов, лицензию, версии и зависимости (jbd2, mbcache).

Модуль не имеет параметров конфигурации, что означает, что его поведение определяется внутренне.

```

root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# lsmod | grep ext4
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# lsmod | grep ext4
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# modprobe ext4
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# lsmod | grep ext4
ext4                1187840    0
mbcache              16384     1  ext4
jbd2                  217088     1  ext4
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# 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:             57:8C: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:
                    6B:EB:97:2C:94:5A:49:CB:07:A0:85:2E:27:8D:C4:01:27:43:2A:C8:
                    B8:37:9C:AB:EF:B7:D9:AC:70:98:F6:2B:1B:A6:9D:7D:62:0E:8C:2E:

```

Рис. 2.3: Информация о модуле ext4

Попытка выгрузить модуль ext4 с помощью `modprobe -r ext4` не вызвала ошибок, так как модуль не использовался другими процессами.

Аналогичная команда, применённая к модулю xfs, выдала сообщение об ошибке, так как данный модуль находился в использовании файловой системой.


```

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:
6B:EB:97:2C:94:5A:49:CB:07:A0:85:2E:27:8D:C4:01:27:43:2A:C8:
B8:37:9C:AB:EF:B7:D9:AC:70:98:F6:2B:1B:A6:9D:7D:62:0E:8C:2E:
4E:D6:0E:3F:B9:33:E7:D9:8E:05:F0:70:09:81:08:5F:1E:26:99:E4:
C2:33:CD:4A:01:B2:F3:17:11:06:81:B2:F8:C6:23:85:76:76:43:9B:
00:78:01:A7:51:FA:AC:9F:25:39:88:1C:FF:27:C2:AF:0B:30:64:BA:
D6:FB:2C:81:43:AA:61:09:3E:6B:C8:5C:43:D2:B1:BB:8F:E4:99:95:
45:FE:EF:EC:B8:E0:3F:A1:50:E8:31:E2:8C:F2:5D:EF:15:87:2D:54:
98:24:93:D0:B7:A8:17:6B:E7:5A:23:6B:DB:9D:1C:CC:42:F1:5B:2B:
D5:48:EE:F5:A4:EA:FC:0E:D4:AD:8B:FB:A9:0B:53:DD:33:AD:DA:F4:
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@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# modprobe -r ext4
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# modprobe -r ext4
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# modprobe -r xfs
modprobe: FATAL: Module xfs is in use.
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#

```

Рис. 2.4: Выгрузка модулей ext4 и xfs

2.2 Загрузка модулей ядра с параметрами

Я проверила наличие модуля Bluetooth командой `lsmod | grep bluetooth`, после чего загрузила его с помощью `modprobe bluetooth`.

Повторный вызов `lsmod` подтвердил успешную загрузку модуля.

```

root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# lsmod | grep bluetooth
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# modprobe bluetooth
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# lsmod | grep bluetooth
bluetooth                1114112    0
rfkill                    40960      4 bluetooth
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# 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:

```

Рис. 2.5: Загрузка модуля bluetooth

Команда `modinfo bluetooth` показала информацию о модуле, включая автора, лицензию GPL, версию 2.22 и зависимости от модуля `rfkill`.

Также модуль имеет параметры, такие как `disable_esco`, `disable_ertm` и `enable_ecred`, позволяющие управлять различными режимами работы Bluetooth.

В конце модуль был выгружен командой `modprobe -r bluetooth`.

```

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:
                        07:E9:07:16:2E:8D:4B:23:0C:92:93:0B:88:E9:82:6B:06:1B:BD:25:
                        69:7D:37:70:CC:C2:A5:08:85:C9:34:D9:69:1C:28:BB:81:B0:8A:C7:
                        9F:AD:5D:46:AB:C1:B2:B1:C4:E3:8B:1A:12:5D:E2:52:D0:42:DD:FD:
                        2B:D0:5A:51:5C:6E:AD:0D:FD:90:EB:62:89:91:D2:C8:4A:25:EA:9D:
                        CA:B9:BE:27:C7:BB:85:D6:A5:A1:7B:8B:DE:E2:CC:26:F3:D6:D1:D2:
                        8C:FF:82:18:76:56:0C:DE:85:BB:B2:BD:8C:56:99:B6:21:B5:3A:ED:
                        15:E8:CC:3D:5F:C9:84:65:1C:94:DD:98:ED:03:D3:6D:DE:F3:B7:31:
                        19:34:07:1F:19:4A:82:C6:F5:82:F3:3C:87:38:F3:A7:69:66:0E:3B:
                        54:25:78:36:FC:A5:17:C0:5A:62:C5:4C:41:F6:FF:87:5F:0C:58:45:
                        AF:12:D3:12:5D:11:49:20:BD:B1:E1:A4:DB:BA:D3:18:B6:EE:D0:57:
                        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@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# modprobe -r bluetooth
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# █

```

Рис. 2.6: Информация и выгрузка модуля bluetooth

2.3 Обновление ядра системы

Для обновления ядра я проверила текущую версию с помощью `uname -r`, а затем просмотрела доступные версии пакета `kernel` через `dnf list kernel`.

Было обнаружено, что установлена версия `6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64`, а также доступна более новая версия `6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64`.

```
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#  
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# uname -r  
6.12.0-55.12.1.el10_0.x86_64  
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# dnf list kernel  
Rocky Linux 10 - BaseOS                               8.8 kB/s | 4.3 kB    00:00  
Rocky Linux 10 - AppStream                             16 kB/s | 4.3 kB    00:00  
Rocky Linux 10 - Extras                               5.4 kB/s | 3.1 kB    00:00  
Installed Packages  
kernel.x86_64                                         6.12.0-55.12.1.el10_0    @anaconda  
Available Packages  
kernel.x86_64                                         6.12.0-55.37.1.el10_0    baseos  
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# █
```

Рис. 2.7: Просмотр доступных версий ядра

После выполнения последовательности команд
`dnf upgrade --refresh`,
`dnf update kernel`,
`dnf update`
— система подтвердила обновление без конфликтов и успешно установила новое ядро.

```

xorg-x11-server-Xwayland-24.1.5-4.el10_0.x86_64
yum-4.20.0-14.el10_0.rocky.0.1.noarch
zlib-ng-compat-2.2.3-1.el10.rocky.0.1.x86_64
zlib-ng-compat-devel-2.2.3-1.el10.rocky.0.1.x86_64
Installed:
kernel-6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64          kernel-core-6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
kernel-devel-6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64    kernel-modules-6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
kernel-modules-core-6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64  kernel-modules-extra-6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
libatomic-14.2.1-7.el10.x86_64               libdex-0.8.1-1.el10.x86_64

Complete!
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# dnf update kernel
Last metadata expiration check: 0:01:55 ago on Thu 16 Oct 2025 11:59:49 AM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# dnf update
Last metadata expiration check: 0:01:59 ago on Thu 16 Oct 2025 11:59:49 AM MSK.
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva# dnf upgrade --refresh
Rocky Linux 10 - BaseOS                               13 kB/s | 4.3 kB    00:00
Rocky Linux 10 - AppStream                             13 kB/s | 4.3 kB    00:00
Rocky Linux 10 - Extras                               4.9 kB/s | 3.1 kB    00:00
Dependencies resolved.
Nothing to do.
Complete!
root@aradzhigalieva:/home/aradzhigalieva#

```

Рис. 2.8: Обновление ядра и системы

После перезагрузки я вновь проверила текущую версию ядра (`uname -r`) и информацию о системе (`hostnamectl`).

Вывод подтвердил, что используется обновлённое ядро Rocky Linux 10.0 с версией 6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64.

```

aradzhigalieva@aradzhigalieva:~$ uname -r
6.12.0-55.37.1.el10_0.x86_64
aradzhigalieva@aradzhigalieva:~$ hostnamectl
  Static hostname: aradzhigalieva.localdomain
    Icon name: computer-vm
    Chassis: vm
  Machine ID: 343a350182dc4246a2a53c31ed9190c4
    Boot ID: dc66839e75fd4337818dda2f5176e4e7
  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 6d
    Kernel: Linux 6.12.0-55.37.1.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 1d
aradzhigalieva@aradzhigalieva:~$

```

Рис. 2.9: Проверка версии ядра после обновления

3 Контрольные вопросы

1. **Какая команда показывает текущую версию ядра, которая используется на вашей системе?**

Команда `uname -r` выводит номер версии ядра, используемого в данный момент системой.

2. **Как можно посмотреть более подробную информацию о текущей версии ядра операционной системы?**

Команда `hostnamectl` отображает детальные сведения о системе, включая версию ядра, архитектуру и дистрибутив.

3. **Какая команда показывает список загруженных модулей ядра?**

Команда `lsmod` выводит перечень всех активных модулей ядра.

4. **Какая команда позволяет вам определять параметры модуля ядра?**

Команда `modinfo` показывает сведения о модуле, включая возможные параметры, версию, автора и зависимости.

5. **Как выгрузить модуль ядра?**

Для удаления модуля из памяти используется команда `modprobe -r`.

6. **Что вы можете сделать, если получите сообщение об ошибке при попытке выгрузить модуль ядра?**

Следует убедиться, что модуль не используется системой или другими модулями. При необходимости завершить процессы, использующие модуль, либо перезагрузить систему.

7. Как определить, какие параметры модуля ядра поддерживаются?

Список параметров отображается в конце вывода команды `modinfo` в разделе `parm`.

8. Как установить новую версию ядра?

Новое ядро устанавливается с помощью пакетного менеджера DNF:

```
dnf update kernel
```

После установки необходимо перезагрузить систему и выбрать обновлённое ядро при запуске.

4 Заключение

В ходе выполнения лабораторной работы я изучила основные приёмы работы с модулями ядра операционной системы Linux.

Я научилась просматривать список устройств и связанных с ними модулей, загружать и выгружать модули, а также получать подробную информацию о них с помощью команд `lspci`, `lsmod`, `modprobe` и `modinfo`.

Полученные знания и практические навыки позволяют эффективно управлять модулями ядра, понимать их зависимости и конфигурацию, а также выполнять обновление и сопровождение ядра Linux, что является важной частью системного администрирования.