

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования

«КРЫМСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В. И. ВЕРНАДСКОГО»  
ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Кафедра компьютерной инженерии и моделирования

**Управление внешними устройствами и модулями ядра в операционной  
системе GNU Linux**

Отчет по лабораторной работе 4

по дисциплине «Системное программное обеспечение»

студента 3 курса группы ИВТ-б-о-202

Шор Константина Александровича

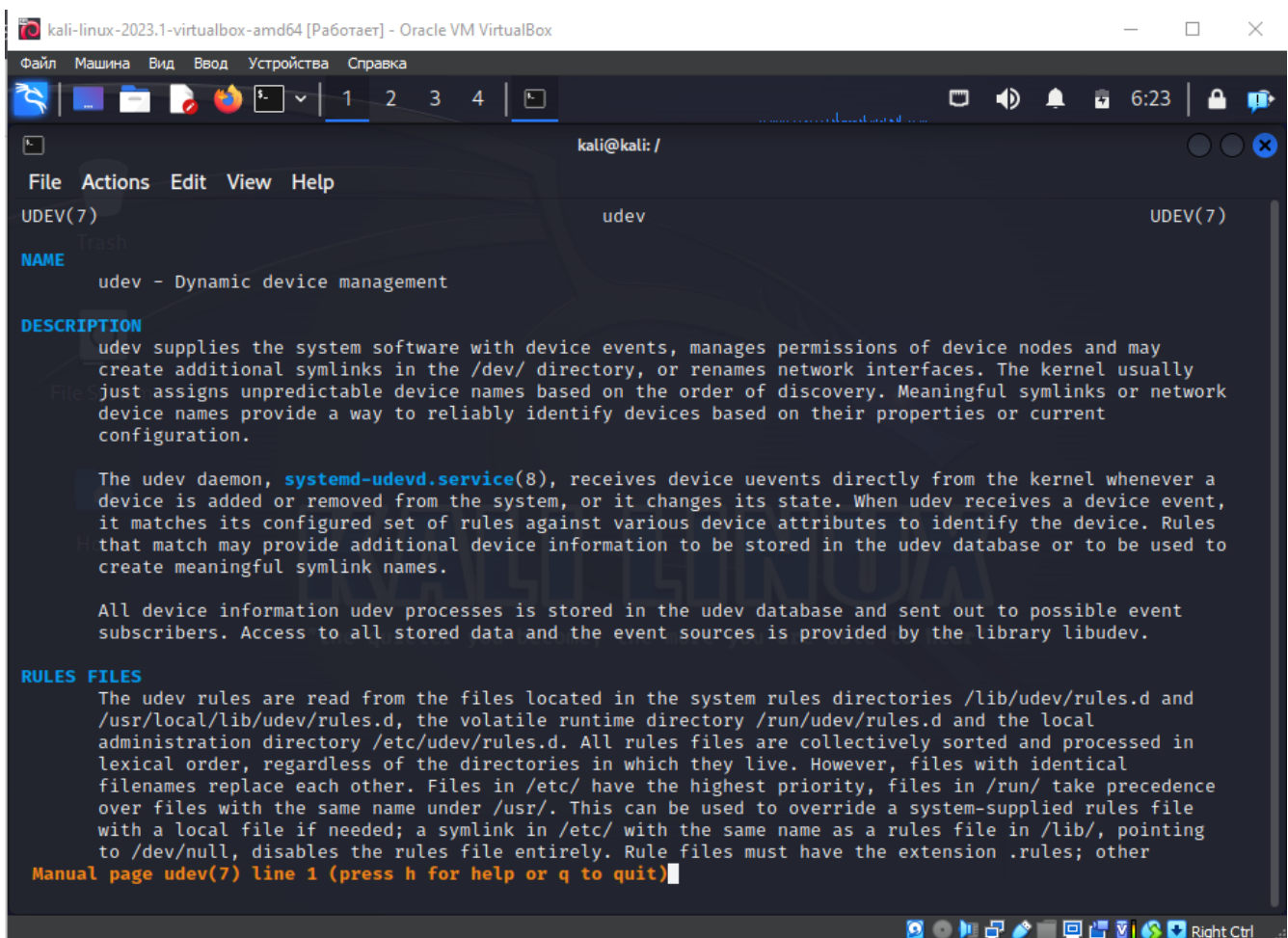
Направления подготовки 09.03.01 «Информатика и вычислительная техника»

Симферополь, 2023

## Лабораторная работа №4. Управление внешними устройствами и модулями ядра в операционной системе GNU Linux

Цель работы: Получение сведений о средствах управления внешними устройствами в ОС Linux

1. Запуск установки
2. Изучить udev



```
kali@kali: /  
File Actions Edit View Help  
udev(7) udev UDEV(7)  
NAME  
udev - Dynamic device management  
DESCRIPTION  
udev supplies the system software with device events, manages permissions of device nodes and may create additional symlinks in the /dev/ directory, or renames network interfaces. The kernel usually just assigns unpredictable device names based on the order of discovery. Meaningful symlinks or network device names provide a way to reliably identify devices based on their properties or current configuration.  
The udev daemon, systemd-udevd.service(8), receives device uevents directly from the kernel whenever a device is added or removed from the system, or it changes its state. When udev receives a device event, it matches its configured set of rules against various device attributes to identify the device. Rules that match may provide additional device information to be stored in the udev database or to be used to create meaningful symlink names.  
All device information udev processes is stored in the udev database and sent out to possible event subscribers. Access to all stored data and the event sources is provided by the library libudev.  
RULES FILES  
The udev rules are read from the files located in the system rules directories /lib/udev/rules.d and /usr/local/lib/udev/rules.d, the volatile runtime directory /run/udev/rules.d and the local administration directory /etc/udev/rules.d. All rules files are collectively sorted and processed in lexical order, regardless of the directories in which they live. However, files with identical filenames replace each other. Files in /etc/ have the highest priority, files in /run/ take precedence over files with the same name under /usr/. This can be used to override a system-supplied rules file with a local file if needed; a symlink in /etc/ with the same name as a rules file in /lib/, pointing to /dev/null, disables the rules file entirely. Rule files must have the extension .rules; other  
Manual page udev(7) line 1 (press h for help or q to quit)
```

### 3. Udevadm monitor

```
(aqua@kali)-[~]
$ udevadm monitor
monitor will print the received events for:
UDEV - the event which udev sends out after rule processing
KERNEL - the kernel uevent

KERNEL[526.257798] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4 (usb)
KERNEL[526.257903] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0 (usb)
KERNEL[526.258071] add      /devices/virtual/workqueue/scsi_tmf_2 (workqueue)
KERNEL[526.258167] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2 (scsi)
KERNEL[526.258182] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/scsi_host/ho
st2 (scsi_host)
KERNEL[526.258197] bind     /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0 (usb)
KERNEL[526.258215] bind     /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4 (usb)
UDEV [526.270015] add      /devices/virtual/workqueue/scsi_tmf_2 (workqueue)
UDEV [526.271783] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4 (usb)
UDEV [526.272739] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0 (usb)
UDEV [526.273509] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2 (scsi)
UDEV [526.274412] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/scsi_host/ho
st2 (scsi_host)
UDEV [526.275044] bind     /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0 (usb)
UDEV [526.277755] bind     /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4 (usb)
KERNEL[527.283782] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0
(scsi)
KERNEL[527.283813] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/
2:0:0:0 (scsi)
KERNEL[527.283825] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/
2:0:0:0/scsi_device/2:0:0:0 (scsi_device)
KERNEL[527.283914] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/
2:0:0:0/scsi_generic/sg0 (scsi_generic)
KERNEL[527.283931] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/
2:0:0:0/scsi_disk/2:0:0:0 (scsi_disk)
KERNEL[527.283987] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/
2:0:0:0/bsg/2:0:0:0 (bsg)
UDEV [527.284951] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0
(scsi)
UDEV [527.285831] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/
2:0:0:0 (scsi)
UDEV [527.286743] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/
2:0:0:0/scsi_device/2:0:0:0 (scsi_device)
KERNEL[527.287036] add      /devices/virtual/bdi/8:0 (bdi)
UDEV [527.288004] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/
2:0:0:0/scsi_generic/sg0 (scsi_generic)
UDEV [527.288921] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/
2:0:0:0/bsg/2:0:0:0 (bsg)
UDEV [527.289124] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/
2:0:0:0/scsi_disk/2:0:0:0 (scsi_disk)
UDEV [527.299587] add      /devices/virtual/bdi/8:0 (bdi)
KERNEL[527.303331] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/
2:0:0:0/block/sda (block)
KERNEL[527.303384] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/
2:0:0:0/block/sda/sda1 (block)
KERNEL[527.303418] bind     /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/
2:0:0:0 (scsi)
UDEV [527.371287] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/
2:0:0:0/block/sda (block)
UDEV [527.431432] add      /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/
2:0:0:0/block/sda/sda1 (block)
UDEV [527.432260] bind     /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/
2:0:0:0 (scsi)
```



#### 4. Флешка sda

```
(aqua@kali)-[~]
$ lsblk
NAME        MAJ:MIN RM  SIZE RO TYPE MOUNTPOINTS
sda          8:0    1   29.1G  0 disk
└─sda1       8:1    1   29.1G  0 part
nvme0n1     259:0    0 476.9G  0 disk
├─nvme0n1p1 259:1    0   260M  0 part /boot/efi
├─nvme0n1p2 259:2    0    16M  0 part
├─nvme0n1p3 259:3    0 417.1G  0 part /media/aqua/OS
├─nvme0n1p4 259:4    0   750M  0 part
├─nvme0n1p5 259:5    0   200M  0 part
├─nvme0n1p6 259:6    0   55.9G  0 part /
└─nvme0n1p7 259:7    0    2.7G  0 part [SWAP]
```

**Disk /dev/nvme0n1: 476.94 GiB, 512110190592 bytes, 1000215216 sectors**

Disk model: INTEL SSDPEKNU512GZ

Units: sectors of 1 \* 512 = 512 bytes

Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes

I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes

Disklabel type: gpt

Disk identifier: 7C969974-AB1C-407D-BEFB-E9C6F2BF8F76

Device	Start	End	Sectors	Size	Type
/dev/nvme0n1p1	2048	534527	532480	260M	EFI System
/dev/nvme0n1p2	534528	567295	32768	16M	Microsoft reserved
/dev/nvme0n1p3	567296	875385486	874818191	417.1G	Microsoft basic data
/dev/nvme0n1p4	998268928	999804927	1536000	750M	Windows recovery environment
/dev/nvme0n1p5	999804928	1000214527	409600	200M	Windows recovery environment
/dev/nvme0n1p6	875386880	992573439	117186560	55.9G	Linux filesystem
/dev/nvme0n1p7	992573440	998268927	5695488	2.7G	Linux swap

Partition table entries are not in disk order.

**Disk /dev/sda: 29.11 GiB, 31260704768 bytes, 61056064 sectors**

Disk model: Cruzer Edge

Units: sectors of 1 \* 512 = 512 bytes

Sector size (logical/physical): 512 bytes / 512 bytes

I/O size (minimum/optimal): 512 bytes / 512 bytes

Disklabel type: dos

Disk identifier: 0x990d6b7c

Device	Boot	Start	End	Sectors	Size	Id	Type
/dev/sda1	*	2048	61054975	61052928	29.1G	c	W95 FAT32 (LBA)

## 5. Информация о sda

```
(root@kali) ~# udevadm info --query=all --name=sda1
P: /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/2:0:0:0/block/sda/sda1
M: sda1
R: 1
U: block
T: partition
D: b 8:1
N: sda1
L: 0
S: disk/by-uuid/669C-67F8
S: disk/by-id/usb-SanDisk_Cruzer_Edge_4C530599960513110171-0:0-part1
S: disk/by-partuuid/990d6b7c-01
S: disk/by-label/ESD-USB
S: disk/by-path/pci-0000:03:00.3-usb-0:4:1.0-scsi-0:0:0:0-part1
Q: 3
E: DEVPATH=/devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/2:0:0:0/block/sda
E: DEVNAME=/dev/sda1
E: DEVTYPE=partition
E: DISKSEQ=3
E: PARTN=1
E: MAJOR=8
E: MINOR=1
E: SUBSYSTEM=block
E: USEC_INITIALIZED=527431032
E: ID_BUS=usb
E: ID_MODEL=Cruzer_Edge
E: ID_MODEL_ENC=Cruzer\x20Edge\x20\x20\x20\x20\x20
E: ID_MODEL_ID=556b
E: ID_SERIAL=SanDisk_Cruzer_Edge_4C530599960513110171-0:0
E: ID_SERIAL_SHORT=4C530599960513110171
lines 1-29 ... skipping ...
P: /devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/2:0:0:0/block/sda/sda1
M: sda1
R: 1
U: block
T: partition
D: b 8:1
N: sda1
L: 0
S: disk/by-uuid/669C-67F8
S: disk/by-id/usb-SanDisk_Cruzer_Edge_4C530599960513110171-0:0-part1
S: disk/by-partuuid/990d6b7c-01
S: disk/by-label/ESD-USB
S: disk/by-path/pci-0000:03:00.3-usb-0:4:1.0-scsi-0:0:0:0-part1
Q: 3
E: DEVPATH=/devices/pci0000:00/0000:00:08.1/0000:03:00.3/usb1/1-4/1-4:1.0/host2/target2:0:0/2:0:0:0/block/sda/sda1
E: DEVNAME=/dev/sda1
E: DEVTYPE=partition
E: DISKSEQ=3
E: PARTN=1
E: MAJOR=8
E: MINOR=1
E: SUBSYSTEM=block
E: USEC_INITIALIZED=527431032
E: ID_BUS=usb
E: ID_MODEL=Cruzer_Edge
E: ID_MODEL_ENC=Cruzer\x20Edge\x20\x20\x20\x20\x20
E: ID_MODEL_ID=556b
E: ID_SERIAL=SanDisk_Cruzer_Edge_4C530599960513110171-0:0
E: ID_SERIAL_SHORT=4C530599960513110171
```

вывод и выводим выводим выводим соответствующие значения

`modprobe` – утилита для загрузки и вывода модуля из ядра Linux.

`lsmod` – утилита, которая выводит информацию по файлам, загруженным в данный момент модули ядра.

`modinfo` – утилита отображения сведений об установленном модуле ядра Linux.

**Описание установки для проведения лабораторной работы**  
Установка для выполнения лабораторной работы представляет собой рабочую станцию, функционирующую под управлением ОС Linux. На каждой рабочей станции установлен пакет VirtualBox, в котором может быть создана операционная система Linux.

**Первый этап работы**  
1. Запуск установки  
1.1 Войдите в систему. Запустите в среде VirtualBox операционную систему Linux.  
1.2 Войдите в систему. Запустите в среде VirtualBox операционную систему Linux.  
1.3 Войдите в систему. Запустите в среде VirtualBox операционную систему Linux.

2.1 Обновитесь с помощью программы `index`  
2.2 Обновитесь с помощью утилиты `indexadm`  
2.3 Выполните `udevadm monitor` и установите какой-либо показатель данных  
2.4 Обновитесь по списку событий, выполните скрипты списка  
2.5 С помощью панели списка событий или любым иным способом (например, командой `fdisk -l`) запишите название файла устройства (например, `sdb1`)

2.6 Используя название, получите информацию об устройстве, выполнив команду `udevadm info --query=all --name=[название файла устройства]`. Получите полученную информацию в ответ  
2.7 Перейдите в каталог `/lib/udev/rules.d` и ознакомьтесь с правилами, использующими `udev`  
2.8 Перейдите в `/etc/udev/rules.d`. В этом каталоге содержится пользовательские правила, а также правила, необходимые для работы операционной системы. Выводите файл правил с помощью команды `cat`

## 6. Создание правила

```
aqua@kali: /etc/udev/rules.d
File Actions Edit View Help
GNU nano 7.2 100-script.rules *
KERNEL="sda"
ACTION="add"
RUN+="/usr/bin/mkdir -p /home/user"
```

```
(aqua@kali)-[/etc/udev/rules.d]
$ ls /home/
aqua user
```

## 7. Список загруженных модулей ядра

```
(aqua@kali)-[/etc/udev/rules.d]
$ lsmod
Module                  Size Used by
sd_mod                  65536 0
sg                       40960 0
uas                     32768 0
usb_storage             81920 1 uas
ctr                     16384 2
ccm                     20480 6
rfcomm                 94208 16
cmac                   16384 3
algif_hash             16384 1
algif_skcipher         16384 1
af_alg                 36864 6 algif_hash,algif_skcipher
xt_CHECKSUM            16384 1
xt_MASQUERADE          20480 3
xt_conntrack           16384 1
ipt_REJECT             16384 2
nf_reject_ipv4         16384 1 ipt_REJECT
xt_tcpudp              20480 0
nft_compat             20480 7
nft_chain_nat          16384 2
nf_nat                 57344 2 nft_chain_nat,xt_MASQUERADE
nf_conntrack           188416 3 xt_conntrack,nf_nat,xt_MASQUERADE
nf_defrag_ipv6         24576 1 nf_conntrack
nf_defrag_ipv4         16384 1 nf_conntrack
nf_tables              286720 156 nft_compat,nft_chain_nat,nf_conntrack,nf_nat,nf_tables
libcrc32c              16384 3 nf_conntrack,nf_nat,nf_tables
nfnctlink              20480 2 nft_compat,nf_tables
bridge                 311296 0
stp                    16384 1 bridge
llc                     16384 2 bridge,stp
qrtr                   49152 4
bnep                   28672 2
sunrpc                 692224 1
binfmt_misc            24576 1
nls_ascii              16384 1
nls_cp437              20480 1
vfat                   24576 1
fat                    90112 1 vfat
btusb                  65536 0
btrtl                 28672 1 btusb
btbcm                  24576 1 btusb
btintel               45056 1 btusb
intel_rapl_msr         20480 0
btmtk                  16384 1 btusb
intel_rapl_common     32768 1 intel_rapl_msr
edac_mce_amd           40960 0
bluetooth             950272 44 btrtl,btmk,btintel,btbcm,bnep,btusb,rfcomm
uvcvideo              131072 0
videobuf2_vmalloc     20480 1 uvcvideo
videobuf2_memops      20480 1 videobuf2_vmalloc
kvm_amd               155648 0
snd_hda_codec_realtek 172032 1
videobuf2_v4l2        36864 1 uvcvideo
snd_hda_codec_generic  98304 1 snd_hda_codec_realtek
jitterentropy_rng     16384 1
snd_hda_codec_hdmi    81920 1
videobuf2_common      73728 4 videobuf2_vmalloc,videobuf2_v4l2,uvcvideo,videobuf2_memops
kvm                    1138688 1 kvm_amd
```



## 8. Информация про модуль button

```
(aqua@kali)-[/etc/udev/rules.d]
$ modinfo button
filename: /lib/modules/6.1.0-kali5-amd64/kernel/drivers/acpi/button.ko
license: GPL
description: ACPI Button Driver
author: Paul Diefenbaugh
alias: acpi*:LNXPOWER*:
alias: acpi*:PNP0C0C*:
alias: acpi*:LNXSLPBN*:
alias: acpi*:PNP0C0E*:
alias: acpi*:PNP0C0D*:
depends:
retpoline: Y
intree: Y
name: button
vermagic: 6.1.0-kali5-amd64 SMP preempt mod_unload modversions
parm: lid_report_interval:Interval (ms) between lid key events (ulong)
parm: lid_init_state:Behavior for reporting LID initial state

(aqua@kali)-[/etc/udev/rules.d]
```

## 9. Удаление модуля

```
hid 155648 4 i2c_hid,usbhid,hid_multitouch,hid_generic
button 24576 0

(aqua@kali)-[/lib/modules]
$ rmmod button
rmmod: ERROR: ../libkmod/libkmod-module.c:856 kmod_module_remove_module()
not permitted
rmmod: ERROR: could not remove module button: Operation not permitted

(aqua@kali)-[/lib/modules]
$ sudo rmmod button

(aqua@kali)-[/lib/modules]
$
```

```
i2c_hid 52768 1 i2c_hid_acpi
wmi 36864 3 video,asus_wmi,wmi_bmof
hid 155648 4 i2c_hid,usbhid,hid_multitouch,
```

```
(aqua@kali)-[/lib/modules]
$
```



## 10. Добавления модуля

```
(aqua@kali)~[/lib/modules]
$ cd /lib/modules/6.1.0-kali5-amd64/kernel/drivers/acpi

(aqua@kali)~[/lib/.../6.1.0-kali5-amd64/kernel/drivers/acpi]
$ ls
ac.ko      acpi_pad.ko  battery.ko  fan.ko      platform_profile.ko  sbs.ko
acpi_ipmi.ko  acpi_tad.ko  button.ko   nfit        sbshc.ko          video.ko

(aqua@kali)~[/lib/.../6.1.0-kali5-amd64/kernel/drivers/acpi]
$ sudo insmod button.ko

(aqua@kali)~[/lib/.../6.1.0-kali5-amd64/kernel/drivers/acpi]
$
```

Module	Size	Used by
button	24576	0
sd_mod	65536	0
sg	40960	0

Вывод: В ходе данной лабораторной работе я работал с udevadm, научился пользоваться `udevadm monitor/info/`, а затем написал скрипт, который создаёт папку в директории `/home`, когда мы вставляем флешку. Также ознакомился с модулями ядра, вывел информацию про один из них, удалил его и скачал заново.