

## Лабораторна робота № 5

НАЗВА: Управління файловою системою та моніторинг операцій з файлами в ОС Linux.

МЕТА: Навчитись роботі з командами та системними утилітами управління ФС та моніторингу операцій з файлами в ОС Linux.

### 1. Загальні відомості

1.1. За допомогою команди **lsblk** можна переглянути список пристроїв з блоковим вводом/виводом (block devices), які власне використовуються для збереження даних у вигляді файлів. Команду **lsblk** зручно використати для того, щоб побачити всі пристрої зовнішньої пам'яті, які є в системі (в тому числі їх логічні розділи та основні параметри). Наприклад:

1) вивести список всіх пристроїв з блоковим вводом/виводом:

```
$ lsblk -a
```

NAME	MAJ:MIN	RM	SIZE	RO	TYPE	MOUNTPOINT
sda	8:0	0	465.8G	0	disk	
└sda1	8:1	0	512M	0	part	/boot/efi
└sda2	8:2	0	461.4G	0	part	/
└sda3	8:3	0	3.9G	0	part	[SWAP]
sdb	8:16	1	29.9G	0	disk	
└sdb1	8:17	1	29.9G	0	part	/media/smm/Transcend
sdс	8:32	0	931.5G	0	disk	
└sdс1	8:33	0	931.5G	0	part	/media/smm/My Passport
sr0	11:0	1	1024M	0	rom	

2) вивести список пристроїв з блоковим вводом/виводом та вказати відповідний тип файлової системи:

```
$ lsblk -f
```

NAME	FSTYPE	LABEL	UUID	MOUNTPOINT
sda				
└sda1	vfat		9664-B2C6	/boot/efi
└sda2	ext4		c84f22b7-ba03-4223-b94b-d39e5c9f9081	/
└sda3	swap		b4d84412-3cff-43dd-8049-0b0f1be832c9	[SWAP]
sdb				
└sdb1	vfat	Transcend	17C7-CC03	/media/smm/Transcend
sdс				
└sdс1	ntfs	My Passport	601E659A1E6569CC	/media/smm/My Passport
sr0				

1.2. За допомогою команди **blkid** можна отримати інформацію про параметри окремого логічного диску чи логічного розділу (вказавши аргументом його назву, отриману, наприклад, командою **lsblk**). Список логічних розділів також можна отримати за допомогою `procsfs`, виконавши: `$cat /proc/partitions`. Інший спосіб отримати інформацію про логічні розділи - виконати: `$sudo fdisk -l` або `$sudo parted -l`.

Приклади:

1) вивести параметри логічного розділу sda2:

```
$ sudo blkid /dev/sda2
```

```
/dev/sda2: UUID="c84f22b7-ba03-4223-b94b-d39e5c9f9081" TYPE="ext4" PARTUUID="bde867f2-2665-4340-97c5-035456a166b4"
```

2) вивести список всіх логічних розділів, які є в системі:

```
$ cat /proc/partitions
```

```
major minor #blocks name
11        0    1048575 sr0
8         0   488386584 sda
8         1     524288 sda1
8         2   483761152 sda2
8         3   4099072  sda3
8        16   31375360 sdb
8        17   31371264 sdb1
8        32   976729088 sdc
8        33   976728064 sdc1
```

3) отримати інформацію про логічні розділи:

```
$ sudo fdisk -l
```

```
Disk /dev/sda: 465.8 GiB, 500107862016 bytes, 976773168 sectors
Units: sectors of 1 * 512 = 512 bytes
Sector size (logical/physical): 512 bytes / 4096 bytes
I/O size (minimum/optimal): 4096 bytes / 4096 bytes
Disklabel type: gpt
Disk identifier: 22779D11-5193-4930-AC0D-91404CB6676F
```

Device	Start	End	Sectors	Size	Type
/dev/sda1	2048	1050623	1048576	512M	EFI System
/dev/sda2	1050624	968572927	967522304	461.4G	Linux filesystem
/dev/sda3	968572928	976771071	8198144	3.9G	Linux swap

```
Disk /dev/sdb: 29.9 GiB, 32128368640 bytes, 62750720 sectors
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: 0x00000000
```

1.3. Команда **lsdf** (**l**ist of **o**pen **f**iles) призначена для отримання списку відкритих файлів. Команду **lsdf** зручно використовувати для відлагодження роботи програм, які працюють з файлами, а також для аналізу «поведінки» процесів з точки зору забезпечення безпеки системи. У команди **lsdf** велика кількість різних опцій, які сильно розширюють її функціональність. Приклади опцій: **-u** - вивести файли, відкриті процесами вказаного користувача; **-p** - вивести файли, відкриті процесом із вказаним ідентифікатором; **-s** - вивести файли, відкриті процесом із назвою виконавчого файлу, яка починається зі вказаного символу; **-t** - повернути лише ідентифікатори процесів, які відкрили відповідні файли. В опціях команди **lsdf** можна використовувати регулярні вирази (конструкції на основі **i/або/ni**). Багато цікавих способів використання команди **lsdf** передбачають, що її вихід передається іншій програмі/команді.

Приклади:

1) вивести перші 10 рядків зі списку всіх відкритих файлів

```
$ lsdf | head
```

COMMAND	PID	TID	USER	FD	TYPE	DEVICE	SIZE/OFF	NODE	NAME
systemd	1		root	cwd	unknown				/proc/1/cwd
systemd	1		root	rtd	unknown				/proc/1/root
systemd	1		root	txt	unknown				/proc/1/exe
systemd	1		root	NOFD					/proc/1/fd
kthreadd	2		root	cwd	unknown				/proc/2/cwd
kthreadd	2		root	rtd	unknown				/proc/2/root
kthreadd	2		root	txt	unknown				/proc/2/exe
kthreadd	2		root	NOFD					/proc/2/fd
ksoftirqd	3		root	cwd	unknown				/proc/3/cwd

2) вивести перші 5 рядків зі списку файлів, відкритих процесами вказаного користувача:

```
$ lsof -u smm | head -5
```

COMMAND	PID	USER	FD	TYPE	DEVICE	SIZE/OFF	NODE	NAME
systemd	1033	smm	cwd	DIR	8,2	4096	2	/
systemd	1033	smm	rt	DIR	8,2	4096	2	/
systemd	1033	smm	txt	REG	8,2	1120992	10490170	/lib/systemd/systemd
systemd	1033	smm	mem	REG	8,2	47632	10486618	/lib/x86_64-linux-gnu/libnss_files-2.24.so
systemd	1033	smm	mem	REG	8,2	47688	10486622	/lib/x86_64-linux-gnu/libnss_nis-2.24.so

3) отримати список файлів, відкритих процесом із заданим ідентифікатором:

```
$ lsof -p 4651
```

COMMAND	PID	USER	FD	TYPE	DEVICE	SIZE/OFF	NODE	NAME
bash	11966	smm	cwd	DIR	8,2	4096	1709789	/home/smm
bash	11966	smm	rtd	DIR	8,2	4096	2	/
bash	11966	smm	txt	REG	8,2	1099016	2097154	/bin/bash
bash	11966	smm	mem	REG	8,2	47632	10486618	/lib/x86_64-linux-gnu/libnss_files-2.24.so
bash	11966	smm	mem	REG	8,2	47688	10486622	/lib/x86_64-linux-gnu/libnss_nis-2.24.so
bash	11966	smm	mem	REG	8,2	89064	10486612	/lib/x86_64-linux-gnu/libnsl-2.24.so
bash	11966	smm	mem	REG	8,2	31616	10486614	/lib/x86_64-linux-gnu/libnss_compat-2.24.so
bash	11966	smm	mem	REG	8,2	1689360	10486197	/lib/x86_64-linux-gnu/libc-2.24.so
bash	11966	smm	mem	REG	8,2	14640	10486592	/lib/x86_64-linux-gnu/libdl-2.24.so
bash	11966	smm	mem	REG	8,2	170776	10485765	/lib/x86_64-linux-gnu/libtinfo.so.5.9
bash	11966	smm	mem	REG	8,2	153288	10485839	/lib/x86_64-linux-gnu/ld-2.24.so
bash	11966	smm	mem	REG	8,2	1679776	29757912	/usr/lib/locale/locale-archive
bash	11966	smm	0u	CHR	136,0	0t0	3	/dev/pts/0
bash	11966	smm	1u	CHR	136,0	0t0	3	/dev/pts/0
bash	11966	smm	2u	CHR	136,0	0t0	3	/dev/pts/0
bash	11966	smm	255u	CHR	136,0	0t0	3	/dev/pts/0

4) визначити кількість файлів, відкритих процесом із заданим ідентифікатором:

```
$ lsof -p 4651 | wc -l
```

17

5) визначити, чи процес із заданим ідентифікатором відкрив файл із заданою назвою:

```
$ lsof -p 4651 | grep filename
```

6) отримати біжучу кількість FIFO-буферів (pipes) у системі:

```
$ lsof | grep pipe | wc -l
```

3514

7) визначити всі процеси, які відкрили вказаний файл:

```
$ lsof /home/smm/firefox/omni.ja
```

COMMAND	PID	USER	FD	TYPE	DEVICE	SIZE/OFF	NODE	NAME
firefox-b	8110	smm	mem	REG	8,2	21264609	4720545	/home/smm/firefox/omni.ja
firefox-b	8110	smm	17r	REG	8,2	21264609	4720545	/home/smm/firefox/omni.ja
Web\x20Co	8156	smm	mem	REG	8,2	21264609	4720545	/home/smm/firefox/omni.ja
Web\x20Co	8156	smm	6r	REG	8,2	21264609	4720545	/home/smm/firefox/omni.ja
WebExtens	8202	smm	mem	REG	8,2	21264609	4720545	/home/smm/firefox/omni.ja
WebExtens	8202	smm	6r	REG	8,2	21264609	4720545	/home/smm/firefox/omni.ja
RDD\x20Pr	8567	smm	mem	REG	8,2	21264609	4720545	/home/smm/firefox/omni.ja
RDD\x20Pr	8567	smm	6r	REG	8,2	21264609	4720545	/home/smm/firefox/omni.ja
Web\x20Co	11792	smm	mem	REG	8,2	21264609	4720545	/home/smm/firefox/omni.ja
Web\x20Co	11792	smm	6r	REG	8,2	21264609	4720545	/home/smm/firefox/omni.ja
Web\x20Co	12254	smm	mem	REG	8,2	21264609	4720545	/home/smm/firefox/omni.ja
Web\x20Co	12254	smm	6r	REG	8,2	21264609	4720545	/home/smm/firefox/omni.ja
Web\x20Co	14152	smm	mem	REG	8,2	21264609	4720545	/home/smm/firefox/omni.ja

8) отримати тільки ідентифікатори процесів, які відкрили вказаний файл:

```
$ lsof -t /home/smm/firefox/omni.ja
```

8110

8156

8202  
8567  
11792  
12254  
14152  
14424  
14679  
14948  
15010

9) визначити всі файли, відкриті процесами із вказаною назвою виконавчого файлу:

**\$ lsof -c bash**

COMMAND	PID	USER	FD	TYPE	DEVICE	SIZE/OFF	NODE	NAME
bash	11966	smm	cwd	DIR	8,2	4096	1709789	/home/smm
bash	11966	smm	rtd	DIR	8,2	4096	2	/
bash	11966	smm	txt	REG	8,2	1099016	2097154	/bin/bash
bash	11966	smm	mem	REG	8,2	47632	10486618	/lib/x86_64-linux-gnu/libnss_files-2.24.so
bash	11966	smm	mem	REG	8,2	47688	10486622	/lib/x86_64-linux-gnu/libnss_nis-2.24.so
bash	11966	smm	mem	REG	8,2	89064	10486612	/lib/x86_64-linux-gnu/libnsl-2.24.so
bash	11966	smm	mem	REG	8,2	31616	10486614	/lib/x86_64-linux-gnu/libnss_compat-2.24.so
bash	11966	smm	mem	REG	8,2	1689360	10486197	/lib/x86_64-linux-gnu/libc-2.24.so
bash	11966	smm	mem	REG	8,2	14640	10486592	/lib/x86_64-linux-gnu/libdl-2.24.so
bash	11966	smm	mem	REG	8,2	170776	10485765	/lib/x86_64-linux-gnu/libtinfo.so.5.9

10) вивести список відкритих файлів у вказаній директорії:

**\$ lsof +D /home/smm**

COMMAND	PID	USER	FD	TYPE	DEVICE	SIZE/OFF	NODE	NAME
gdm-x-ses	1073	smm	cwd	DIR	8,2	4096	1709789	/home/smm
Xorg	1083	smm	cwd	DIR	8,2	4096	1709789	/home/smm
Xorg	1083	smm	5w	REG	8,2	41726	1980420	/home/smm/.local/share/xorg/Xorg.0.log
dbus-daem	1322	smm	cwd	DIR	8,2	4096	1709789	/home/smm
gnome-ses	1340	smm	cwd	DIR	8,2	4096	1709789	/home/smm
at-spi-bu	1446	smm	cwd	DIR	8,2	4096	1709789	/home/smm
dbus-daem	1451	smm	cwd	DIR	8,2	4096	1709789	/home/smm
at-spi2-r	1454	smm	cwd	DIR	8,2	4096	1709789	/home/smm
gnome-she	1471	smm	cwd	DIR	8,2	4096	1709789	/home/smm
gnome-she	1471	smm	mem	REG	8,2	5472	1839511	/home/smm/.cache/fontconfig/dcb4.cache-4
.	.	.	.	.	.	.	.	.

1.4. Для обслуговування базових для ОС Linux файлових систем ext2, ext3 та ext4 використовується набір системних утиліт **e2fsprogs** (e2fs programs). Ці утиліти служать для перевірки цілісності файлових систем, пошуку і виправлення помилок, зміни налаштувань, форматування та дефрагментації, зокрема:

**badblocks** - використовується для пошуку пошкоджених блоків;

**chattr** - змінює атрибути файлів;

**debugfs** - використовується для ручного перегляду і зміни внутрішньої структури файлової системи;

**e2fsck** - перевірка цілісності файлової системи;

**e2image** - записує критичні дані файлової системи у файл;

**e2label** - використовується для перегляду і зміни мітки файлової системи;

**lsattr** - виводить список атрибутів файлової системи;

**mke2fs** - використовується для створення файлових систем ext2, ext3 і ext4;

**resize2fs** - використовується для зміни простору, виділеного під файлової системи ext2, ext3 and ext4;

**tune2fs** - використовується для модифікування параметрів файлової системи;

**e2freefrag** - отримання інформації про фрагментацію вільного простору;

**filefrag** - отримання інформації про фрагментованість файлу.

Приклади:

1) вивести інформацію про фрагментацію вільного простору логічного розділу vda3:

```
$ sudo e2freefrag /dev/vda3
```

```
Device: /dev/vda3
Blocksize: 4096 bytes
Total blocks: 9961176
Free blocks: 4781849 (48.0%)
```

```
Min. free extent: 4 KB
Max. free extent: 81308 KB
Avg. free extent: 284 KB
Num. free extent: 19071
```

#### HISTOGRAM OF FREE EXTENT SIZES:

Extent Size Range	Free extents	Free Blocks	Percent
4K... 8K- :	4008	4008	0.08%
8K... 16K- :	1723	3992	0.08%
16K... 32K- :	703	3495	0.07%
32K... 64K- :	637	7400	0.15%
64K... 128K- :	1590	29273	0.61%
128K... 256K- :	4711	236839	4.95%
256K... 512K- :	2664	265691	5.56%
512K... 1024K- :	2359	434427	9.08%
1M... 2M- :	595	213173	4.46%
2M... 4M- :	75	49182	1.03%
64M... 128M- :	6	118890	2.49%

2) отримати інформацію про фрагментованість файлу test.dat:

```
$ sudo filefrag -v /home/smm/data/test.dat
```

```
Filesystem type is: ef53
File size of /home/smm/data/test.dat is 9000 (3 blocks of 4096 bytes)
ext:      logical_offset:      physical_offset: length:      expected: flags:
0:         0..      2:  7375192..  7375194:      3:              last,eof
/home/smm/data/test.dat: 1 extent found
```

## 2. Послідовність виконання роботи

2.1. Ознайомитись з відомостями про управління файловою системою та моніторинг операцій з файлами в ОС Linux.

2.2. Дослідити роботу команди lsblk. Вивести за допомогою цієї команди:

1) список всіх пристроїв з блоковим вводом/виводом;

2) список пристроїв з блоковим вводом/виводом та відповідні типи файлових систем.

2.3. Дослідити роботу команди blkid. Вивести за її допомогою параметри окремого логічного розділу.

2.4. Дослідити способи отримання інформації про логічні розділи дисків:

1) вивести список всіх логічних розділів у системі за допомогою файлу /proc/partitions,

2) вивести інформацію про логічні розділи за допомогою команди fdisk.

2.5. Дослідити роботу команди lsof. За допомогою цієї команди:

1) визначити кількість всіх відкритих файлів;

2) визначити кількість файлів відкритих процесами окремого користувача;

3) отримати список файлів, відкритих процесом із заданим ідентифікатором;

4) визначити, чи процес із заданим ідентифікатором відкрив файл із заданою назвою;

- 5) визначити всі процеси, які відкрили вказаний файл;
  - 6) отримати тільки ідентифікатори процесів, які відкрили вказаний файл;
  - 7) визначити всі файли, відкриті процесами із вказаною назвою виконавчого файлу;
  - 8) вивести список відкритих файлів у вказаній директорії.
- 2.6. Дослідити роботу набору системних утиліт `e2fsprogs`, зокрема:
- 1) вивести інформацію про фрагментацію вільного простору вказаного логічного розділу за допомогою утиліти `e2freefrag`;
  - 2) отримати інформацію про фрагментованість окремого файлу за допомогою утиліти `filefrag`.
- 2.7. Скласти та захистити звіт з лабораторної роботи.

### 3. Зміст звіту

- 3.1. Результати виконання завдань по дослідженню роботи команди `lsblk`.
- 3.2. Результати дослідження роботи команди `blkid`.
- 3.3. Результати дослідження способів отримання інформації про логічні розділи дисків.
- 3.4. Результати виконання завдань по дослідженню роботи команди `lsof`.
- 3.5. Результати виконання завдань по дослідженню роботи утиліт `e2freefrag` та `filefrag`.

### 4. Контрольні питання

- 4.1. Призначення та використання команди `lsblk`.
- 4.2. Призначення та використання команди `blkid`.
- 4.3. Віртуальний файл `/proc/partitions`.
- 4.4. Призначення та використання команди `lsof`.
- 4.5. Призначення та використання команди `fdisk`.
- 4.6. Набір системних утиліт `e2fsprogs`.
- 4.7. Призначення та використання системної утиліти `e2freefrag`.
- 4.8. Призначення та використання системної утиліти `filefrag`.

### 5. Джерела

1. Daniel P. Bovet, Marco Cesati, *Understanding the Linux Kernel*, 3rd edition, O'Reilly Media, 2005. - 944 p.
2. Robert Love, *Linux Kernel Development*, 3rd edition, Addison-Wesley Professional, 2010. - 440 p.
3. The Linux Kernel documentation, [www.kernel.org/doc/html/latest/](http://www.kernel.org/doc/html/latest/)
4. The `/proc` file system (Linux Documentation), <https://git.kernel.org/pub/scm/linux/kernel/git/torvalds/linux.git/tree/Documentation/filesystems/proc.txt>