|  |  |
| --- | --- |
|  | **Министерство науки и высшего образования Российской Федерации**  **Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение**  **высшего образования**  **«Московский государственный технический университет**  **имени Н.Э. Баумана**  **(национальный исследовательский университет)»**  **(МГТУ им. Н.Э. Баумана)** |

ФАКУЛЬТЕТ «Информатика и системы управления»

КАФЕДРА «Программное обеспечение ЭВМ и информационные технологии»

**ОТЧЕТ**

*к лабораторной работе №4*

*По курсу: «Операционные системы»*

*На тему: «Файловая система /proc»*

Студент ИУ7-66Б

Турсунов Ж.Р.

Преподаватель

Рязанова Н.Ю.

*Москва, 2021 г.*

**Часть 1.**

# Листинг

|  |
| --- |
|  |

#include <stdlib.h>

#include <stdio.h>

#include <unistd.h>

#include <errno.h>

#include <dirent.h>

#include <string.h>

#include "daemonize.h"

#define LOG\_FILE "/home/asus/home/projects/os-unix/6-semestr/lab4/part1/log.txt"

#define BUF\_SIZE 0x100

struct print\_info

**{**

char name**[**NAME\_MAX**];**

int ignore\_newline**;**

void **(\***print\_file**)(**FILE **\*);**

void **(\***print\_name**)(**char **\*);**

**};**

void **\***get\_proc\_filename**(**char **\***name**,** int pid**,** const char **\***shortname**);**

void print\_proc\_file**(**int pid**,** struct print\_info **\***info**);**

void print\_proc\_stat**(**FILE **\*);**

void print\_proc\_statm**(**FILE **\*);**

void print\_proc\_mem**(**FILE **\*);**

void print\_proc\_fd**(**char **\*);**

void print\_symlink**(**char **\*);**

void print\_fields**(**FILE **\*,** char **\*\***fields**);**

FILE **\***f**;**

int main**(**int argc**,** char **\***argv**[])**

**{**

daemonize**(**"DAEMON"**);**

f **=** fopen**(**LOG\_FILE**,** "w"**);**

char buf**[**BUF\_SIZE**];**

int pid**;**

struct print\_info files**[][**8**]** **=** **{**

**{**"cmdline"**},**

**{**"cwd"**,** 0**,** **NULL,** print\_symlink**},**

**{**"environ"**},**

// {"exe", 1},

**{**"exe"**,** 0**,** **NULL,** print\_symlink**},**

**{**"fd"**,** 0**,** **NULL,** print\_proc\_fd**},**

**{**"maps"**},**

**{**"mem"**},**

**{**"root"**,** 0**,** **NULL,** print\_symlink**},**

**{**"stat"**,** 0**,** print\_proc\_stat**},**

**{**"statm"**,** 0**,** print\_proc\_statm**},**

**};**

int n\_files **=** **sizeof(**files**)** **/** **sizeof(**files**[**0**]);**

**if** **(**argc **!=** 2 **||** **(**pid **=** atoi**(**argv**[**1**]))** **<=** 0**)**

pid **=** getpid**();**

fprintf**(**f**,** "PID = %d\n"**,** pid**);**

**for** **(**int i **=** 0**;** i **<** n\_files**;** i**++)**

**{**

print\_proc\_file**(**pid**,** files**[**i**]);**

**}**

fclose**(**f**);**

**return** 0**;**

**}**

void **\***get\_proc\_filename**(**char **\***name**,** int pid**,** const char **\***shortname**)**

**{**

sprintf**(**name**,** "/proc/%d/%s"**,** pid**,** shortname**);**

**}**

void print\_proc\_file**(**int pid**,** struct print\_info **\***info**)**

**{**

fprintf**(**f**,** "\n===== %s =====\n"**,** info**->**name**);**

char name**[**PATH\_MAX**];**

get\_proc\_filename**(**name**,** pid**,** info**->**name**);**

**if** **(**info**->**print\_name**)**

**return** info**->**print\_name**(**name**);**

FILE **\***file **=** fopen**(**name**,** "r"**);**

**if** **(!**file**)**

**return;**

**if** **(**info**->**print\_file**)**

**{**

info**->**print\_file**(**file**);**

fclose**(**file**);**

**return;**

**}**

char buf**[**BUF\_SIZE**];**

int len**,** i**;**

**while** **((**len **=** fread**(**buf**,** 1**,** BUF\_SIZE**,** file**))** **>** 0**)**

**{**

**if** **(!**info**->**ignore\_newline**)**

**for** **(**i **=** 0**;** i **<** len**;** i**++)**

**if** **(**buf**[**i**]** **==** 0**)**

buf**[**i**]** **=** 10**;** // '\n'

buf**[**len**]** **=** 0**;**

fprintf**(**f**,** "%s"**,** buf**);**

**}**

fclose**(**file**);**

**}**

void print\_proc\_stat**(**FILE **\***file**)**

**{**

static char **\***fields**[]** **=** **{**

"pid"**,** "comm"**,** "state"**,** "ppid"**,** "pgrp"**,** "session"**,** "tty\_nr"**,** "tpgid"**,**

"flags"**,** "minflt"**,** "cminflt"**,** "majflt"**,** "cmajflt"**,** "utime"**,** "stime"**,**

"cutime"**,** "cstime"**,** "priority"**,** "nice"**,** "num\_threads"**,** "itrealvalue"**,**

"starttime"**,** "vsize"**,** "rss"**,** "rsslim"**,** "startcode"**,** "endcode"**,**

"startstack"**,** "kstkesp"**,** "kstkeip"**,** "signal"**,** "blocked"**,** "sigignore"**,**

"sigcatch"**,** "wchan"**,** "nswap"**,** "cnswap"**,** "exit\_signal"**,** "processor"**,**

"rt\_priority"**,** "policy"**,** "delayacct\_blkio\_ticks"**,** "guest\_time"**,**

"cguest\_time"**,** "start\_data"**,** "end\_data"**,** "start\_brk"**,** "arg\_start"**,**

"arg\_end"**,** "env\_start"**,** "env\_end"**,** "exit\_code"**,** **NULL};**

print\_fields**(**file**,** fields**);**

**}**

void print\_proc\_statm**(**FILE **\***file**)**

**{**

static char **\***fields**[]** **=** **{**

"size"**,** "resident"**,** "shared"**,** "text"**,** "lib"**,** "data"**,** "dt"**,** **NULL};**

print\_fields**(**file**,** fields**);**

**}**

void print\_proc\_fd**(**char **\***name**)**

**{**

DIR **\***dir **=** opendir**(**name**);**

**if** **(!**dir**)**

**{**

fprintf**(**stderr**,** "opendir('%s'): %s\n"**,** name**,** strerror**(**errno**));**

exit**(**EXIT\_FAILURE**);**

**}**

int flag **=** 1**;**

char path**[**PATH\_MAX**];**

struct dirent **\***dirp **=** **NULL;**

**while** **(**flag **&&** **(**dirp **=** readdir**(**dir**)))**

**{**

**if** **(**strcmp**(**dirp**->**d\_name**,** "."**)** **==** 0**)**

**{**

flag **=** 1**;**

**}**

**else** **if** **(**strcmp**(**dirp**->**d\_name**,** ".."**)** **==** 0**)**

**{**

flag **=** 1**;**

**}**

**else**

**{**

snprintf**(**path**,** **sizeof(**path**),** "%s/%s"**,** name**,** dirp**->**d\_name**);**

print\_symlink**(**path**);**

**}**

**}**

closedir**(**dir**);**

**}**

void print\_symlink**(**char **\***path**)**

**{**

char str**[**PATH\_MAX**];**

const int n **=** readlink**(**path**,** str**,** **sizeof(**str**));**

str**[**n**]** **=** '\0'**;**

fprintf**(**f**,** "%s\t->\t%s\n"**,** path**,** str**);**

**}**

void print\_fields**(**FILE **\***file**,** char **\*\***fields**)**

**{**

char buf**[**BUF\_SIZE**];**

const size\_t len **=** fread**(**buf**,** 1**,** BUF\_SIZE**,** file**);**

buf**[**len **-** 1**]** **=** '\0'**;**

char **\***value**,** **\*\***pfield**;**

**for** **(**

value **=** strtok**(**buf**,** " "**),** pfield **=** fields**;**

value **&&** **\***pfield**;** **++**pfield**)**

**{**

fprintf**(**f**,** "%-22s %s\n"**,** **\***pfield**,** value**);**

value **=** strtok**(NULL,** " "**);**

**}**

**}**

void print\_proc\_mem**(**FILE **\***file**)**

**{**

char buf**[**BUF\_SIZE**];**

int len**,** i**;**

**while** **((**len **=** fread**(**buf**,** 1**,** BUF\_SIZE**,** file**))** **>** 0**)**

**{**

**for** **(**i **=** 0**;** i **<** len**;** i**++)**

**if** **(**buf**[**i**]** **==** 0**)**

buf**[**i**]** **=** 10**;** // '\n'

buf**[**len**]** **=** 0**;**

fprintf**(**f**,** "%s"**,** buf**);**

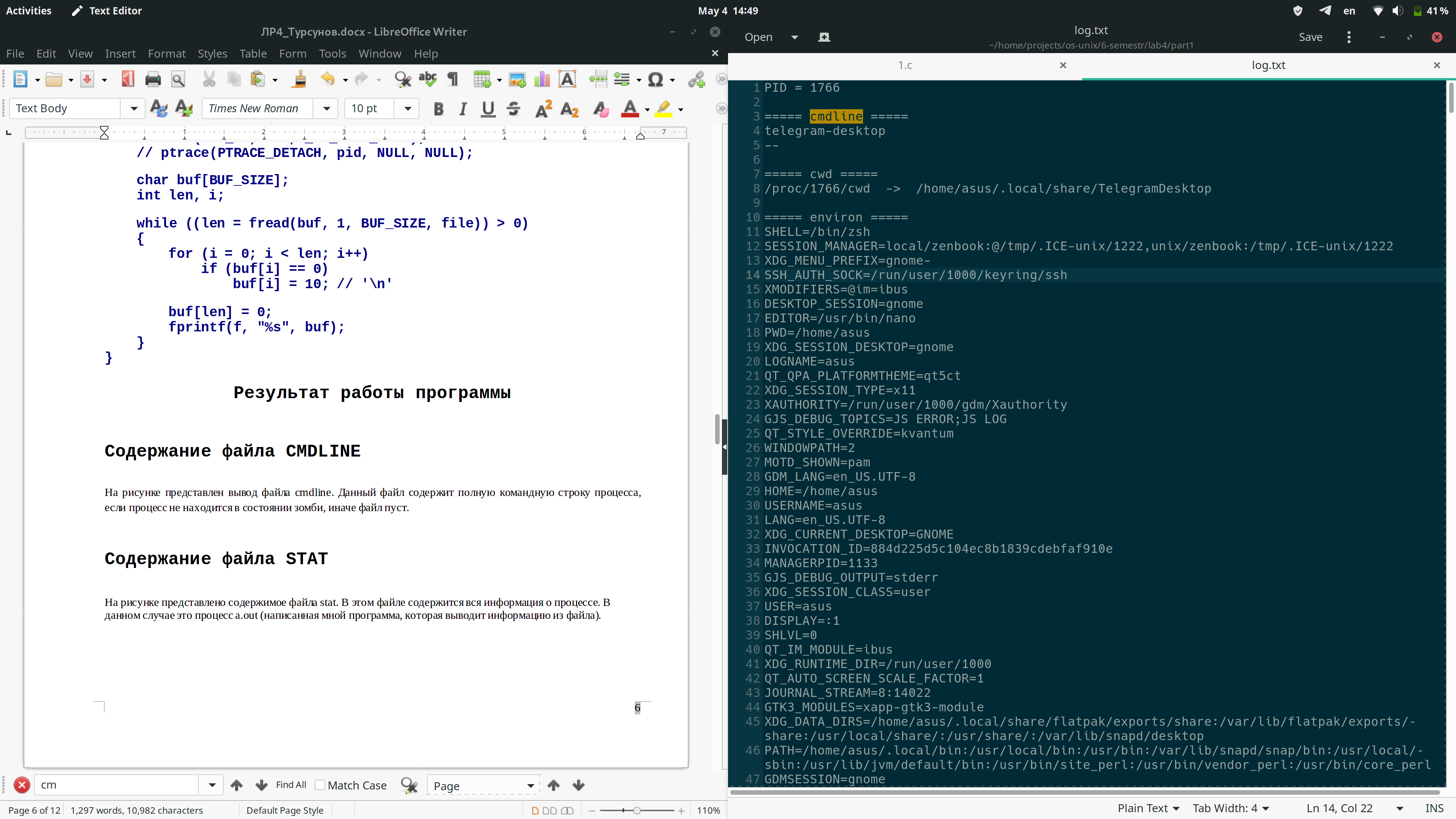
**}**

**}**

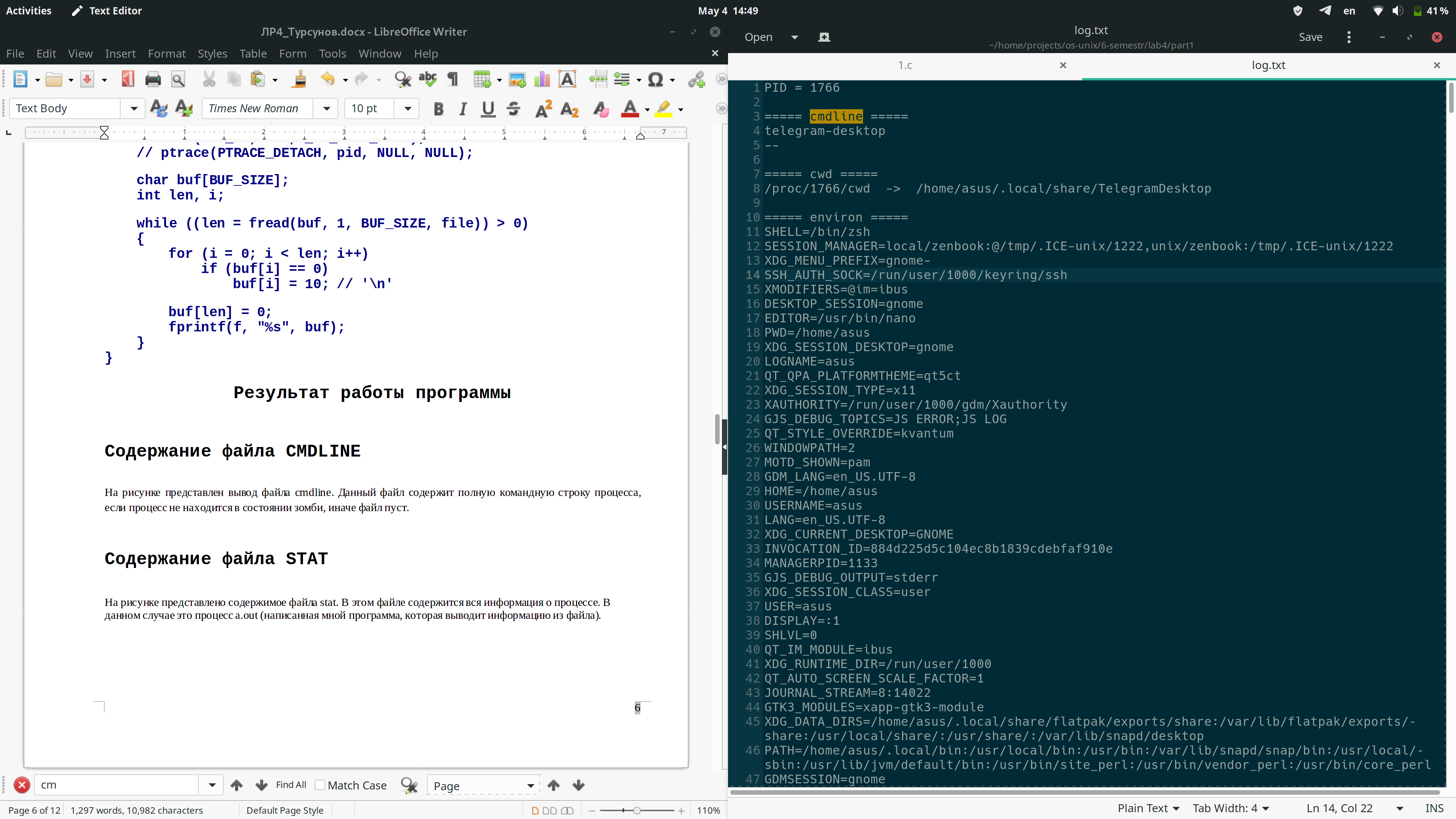
**Результат работы программы**

**1) CMDLINE**

На рисунке представлен вывод файла cmdline. Данный файл содержит полную командную строку процесса, если процесс не находится в состоянии зомби, иначе файл пуст.

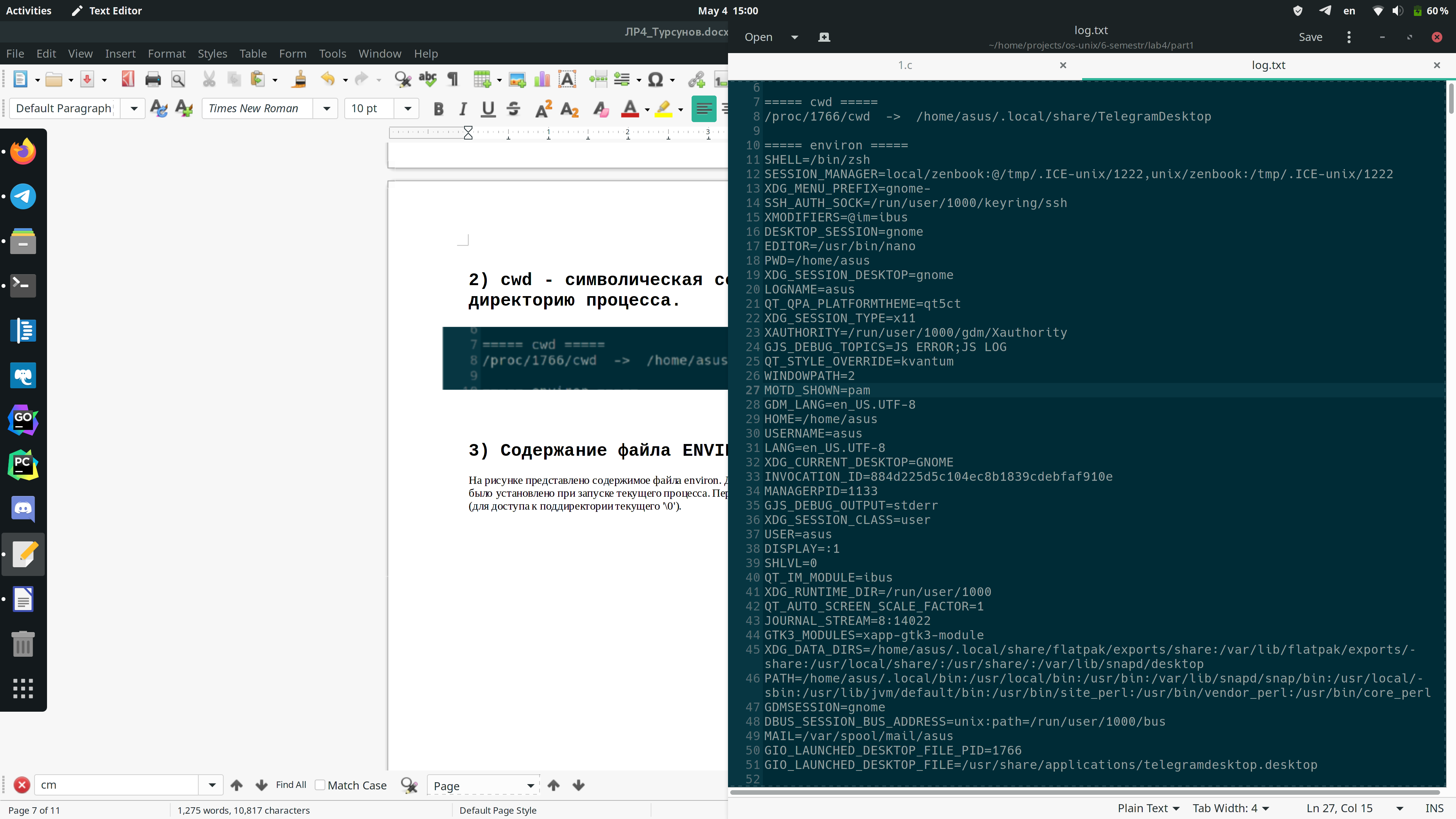
****

**2) cwd - символическая ссылка. Указывает на директорию процесса.**

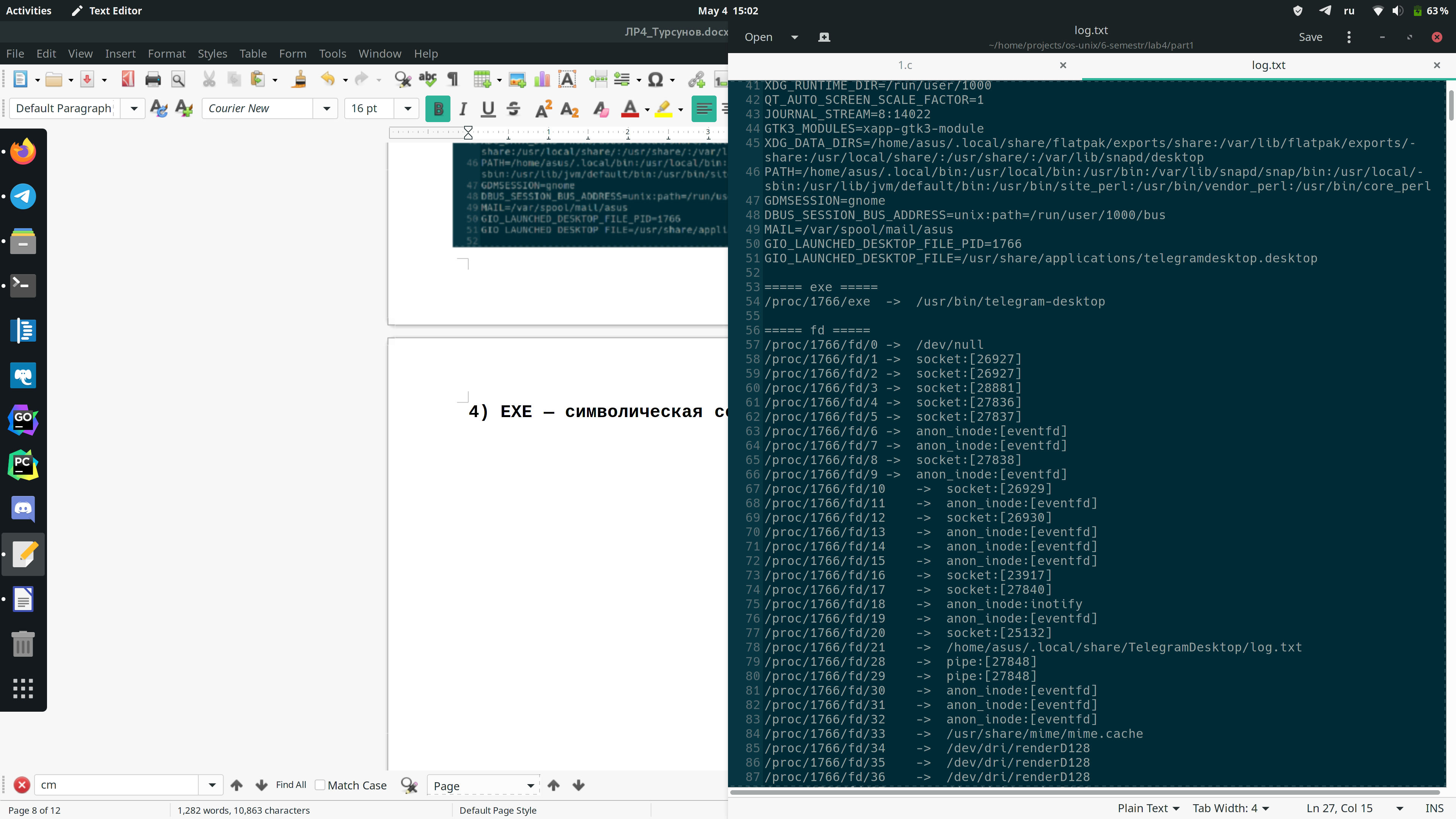
****

**3) Содержание файла ENVIRON**

На рисунке представлено содержимое файла environ. Данный файл содержит исходное окружение, которое было установлено при запуске текущего процесса. Переменные окружения разделены символами конца строки (для доступа к поддиректории текущего '\0').

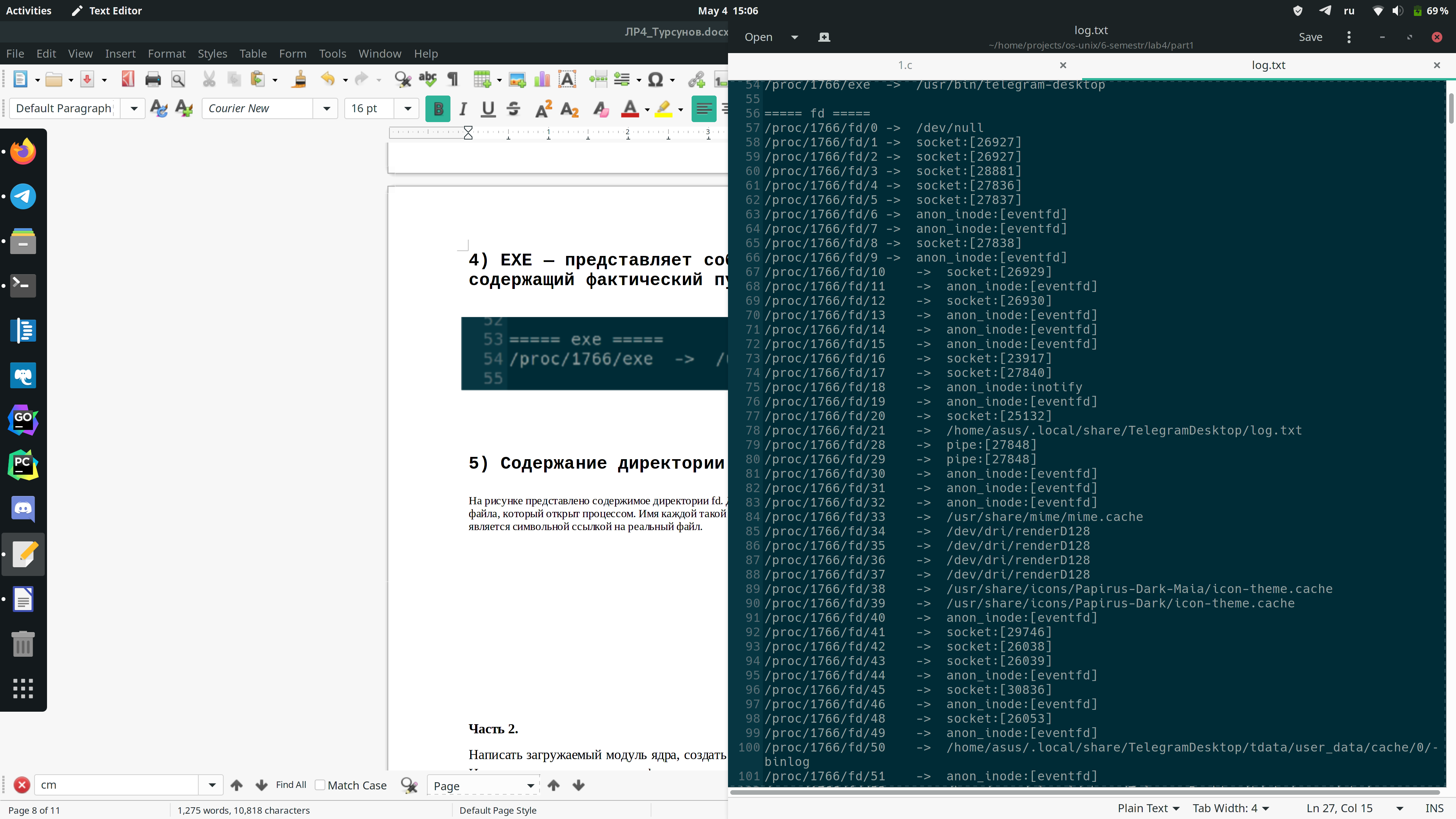
****

**4) EXE — представляет собой символическую ссылку, содержащий фактический путь к выполненной команде**



**5) Содержание директории FD**

На рисунке представлено содержимое директории fd. Данная поддиректория содержит одну запись для каждого файла, который открыт процессом. Имя каждой такой записи соответствует номеру файлового дескриптора и является символьной ссылкой на реальный файл.



**6) maps - файл, который содержит список выделенных участков памяти, используемых процессом и права доступа**

**Пример первой строки:**

1. 5620bb351000 - начальный адрес выделенного участка памяти

2. 5620bb730000 - конечный адрес выделенного участка памяти

3. r--p - права доступа

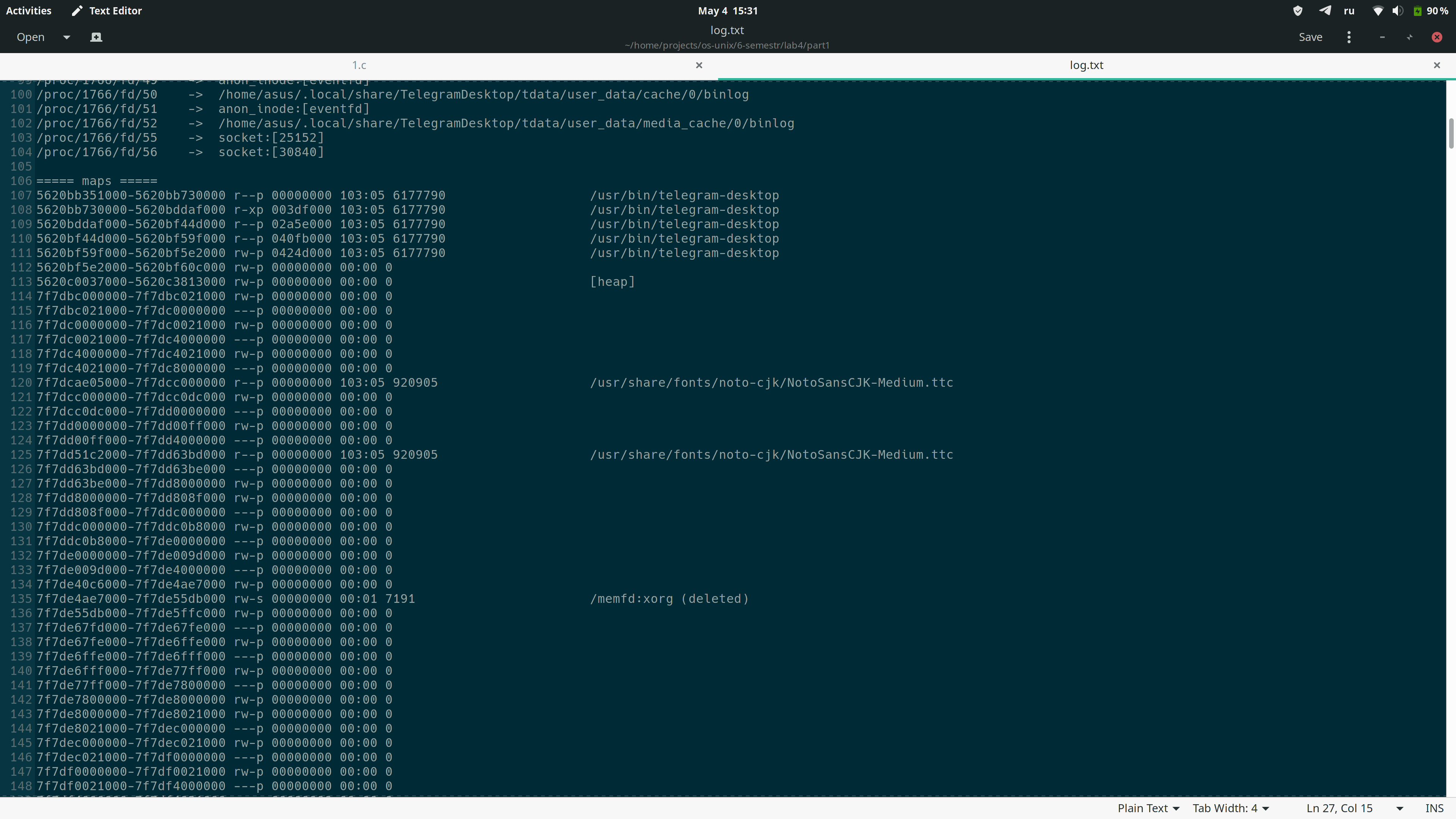
r - можно читать, w - можно писать, x - можно выполнять, s - shared разделяемый, p - private(copy on write)

4. 00000000 - смещение от которого выполняется распределение.

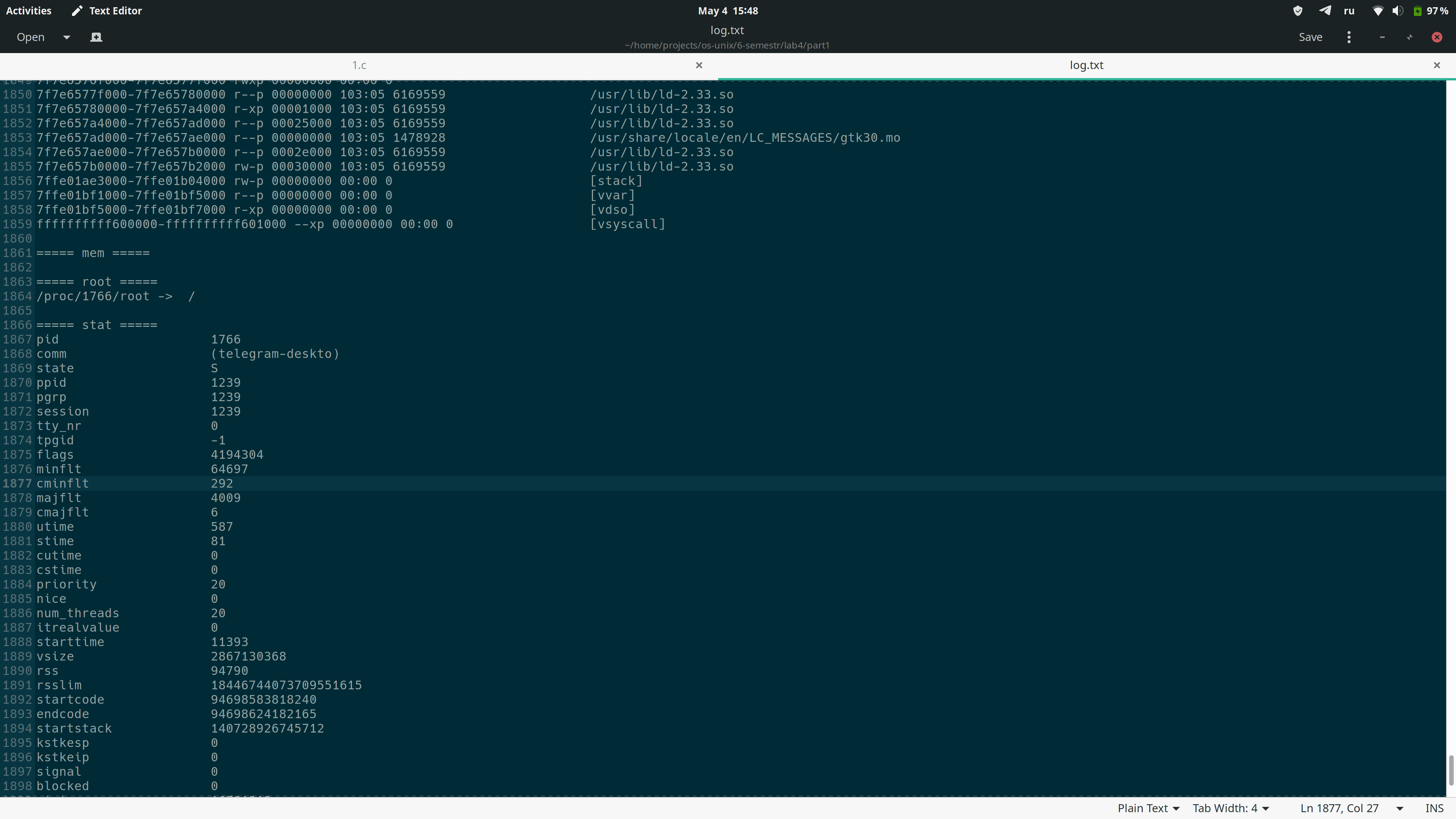
5. 103:05 - старший и младший номер устройства. (

6) 6177790 - номер inode

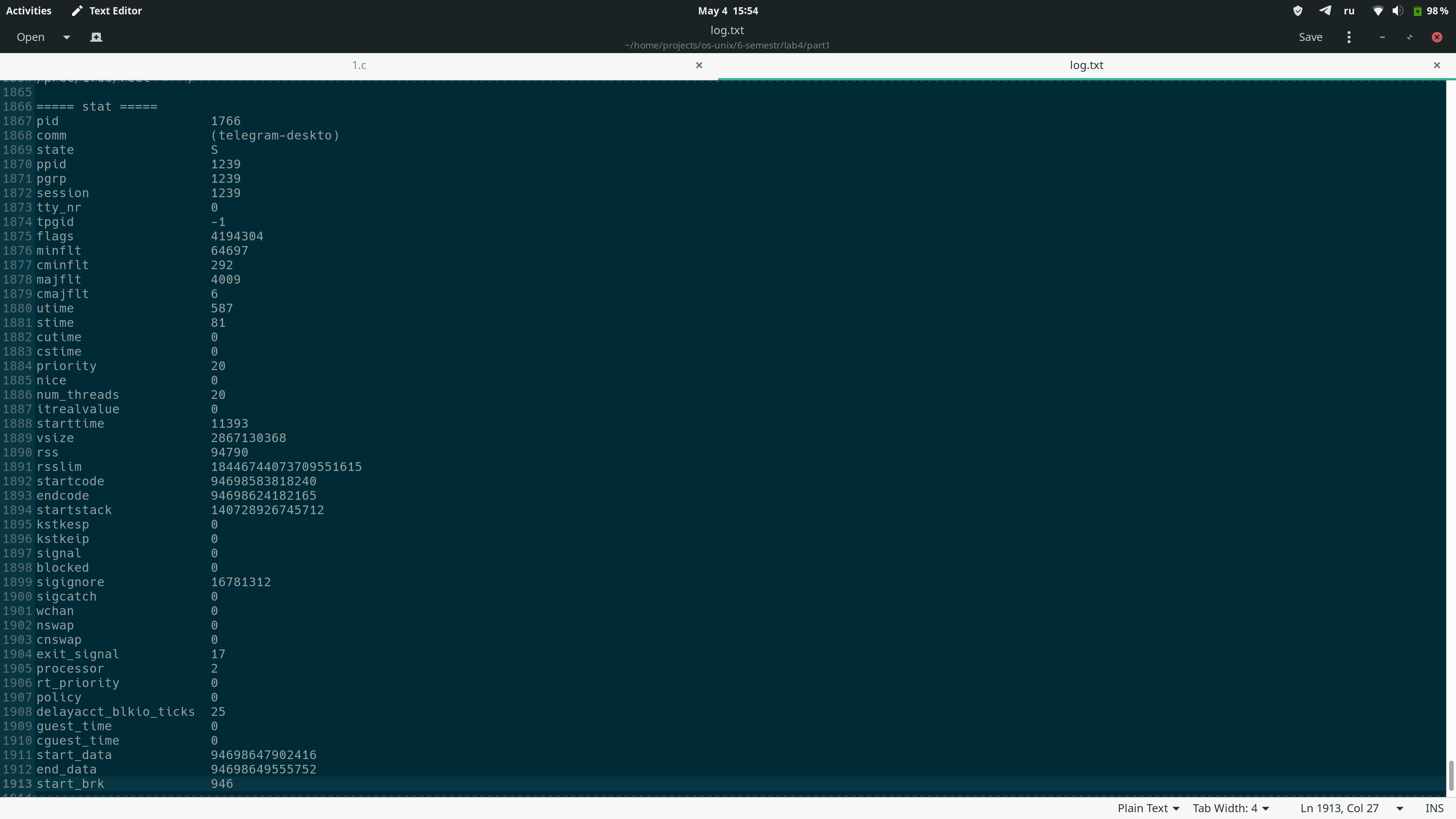
В системе имя файла не является идентификатором. Идентификатором является inode, соответственно inode на самом деле это структура, но есть в системе так называемые метаданные, это номера inode которые мы с вами видели когда набирали ls -ail.

****

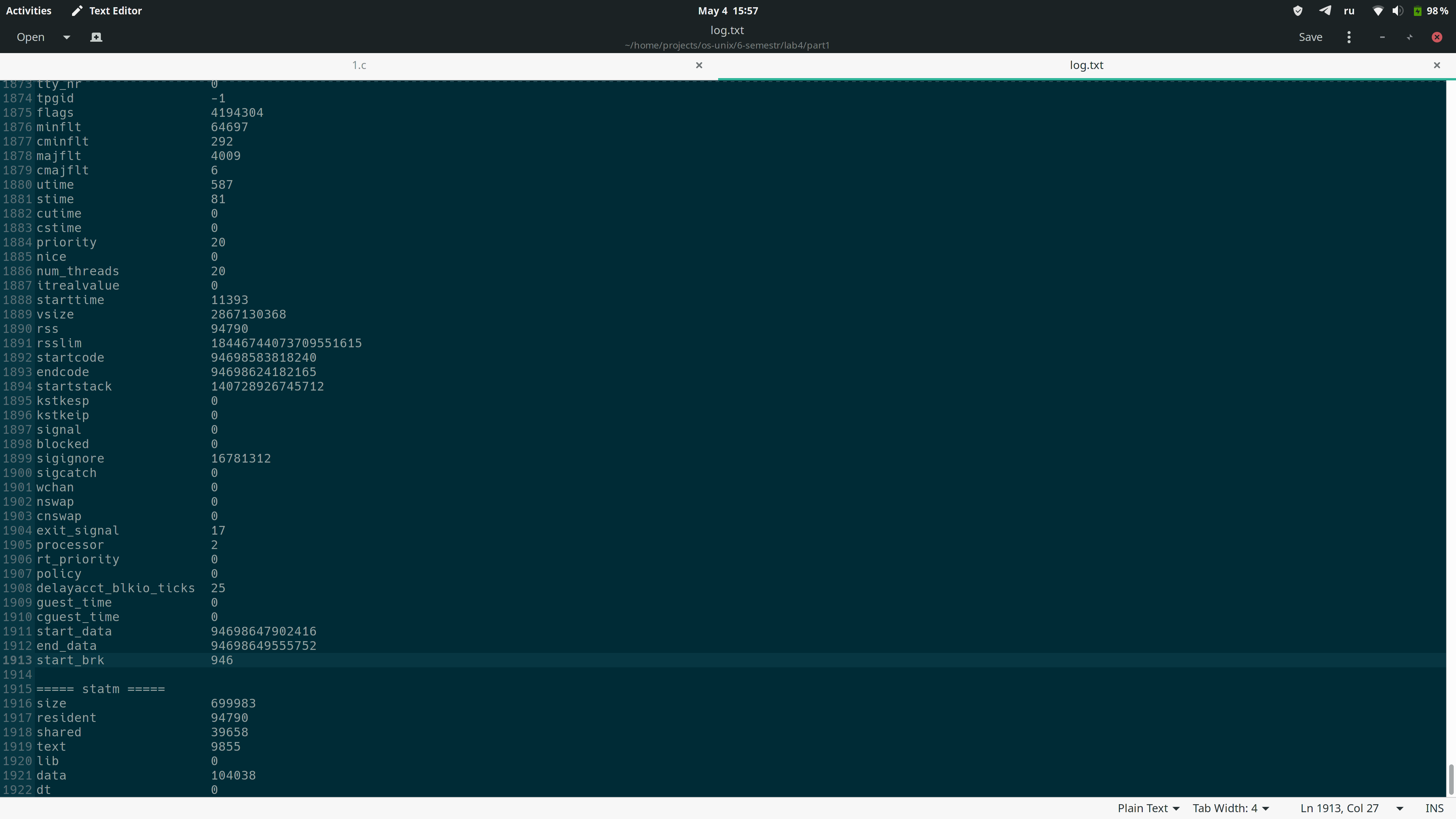
**7) root - это символическая ссылка(softlink). Указывает на корень файловой системы которой принадлежит образ процесса.**



**8) Stat – информация о состоянии процесса**

****

**9) statm - предоставляет информацию об использовании памяти, измеряемой в страницах**

****

#include <linux/module.h>

#include <linux/kernel.h>

#include <linux/proc\_fs.h>

#include <linux/string.h>

#include <linux/vmalloc.h>

#include <linux/uaccess.h>

MODULE\_LICENSE**(**"GPL"**);**

MODULE\_DESCRIPTION**(**"Fortune Cookie Kernel Module"**);**

MODULE\_AUTHOR**(**"Tursunov Jasur"**);**

#define MAX\_COOKIE\_LENGTH PAGE\_SIZE

static struct proc\_dir\_entry **\***proc\_entry**,** **\***proc\_directory**,** **\***proc\_link**;**

static char **\***cookie\_pot**;** // Space for fortune strings

static int cookie\_index**;** // Index to write next fortune

static int next\_fortune**;** // Index to read next fortune

ssize\_t fortune\_write**(**struct file **\***file**,** const char \_\_user **\***buf**,**

size\_t len**,** loff\_t **\***ppos**)**

**{**

printk**(**KERN\_INFO "+ Call fortune\_write\n"**);**

int space\_available **=** **(**MAX\_COOKIE\_LENGTH **-** cookie\_index**)** **+** 1**;**

**if** **(**len **>** space\_available**)**

**{**

printk**(**KERN\_INFO "Fortune: cookie pot is full!\n"**);**

**return** **-**ENOSPC**;**

**}**

**if** **(**copy\_from\_user**(&**cookie\_pot**[**cookie\_index**],** buf**,** len**))**

**{**

**return** **-**EFAULT**;**

**}**

cookie\_index **+=** len**;**

cookie\_pot**[**cookie\_index**-**1**]** **=** 0**;**

**return** len**;**

**}**

ssize\_t fortune\_read**(**struct file **\***file**,** char \_\_user **\***buf**,**

size\_t len**,** loff\_t **\***ppos**)**

**{**

printk**(**KERN\_INFO "+ Call fortune\_read\n"**);**

**if** **(\***ppos **>** 0**)**

**return** 0**;**

**if** **(**next\_fortune **>=** cookie\_index**)**

next\_fortune **=** 0**;**

int l **=** strlen**(&**cookie\_pot**[**next\_fortune**])** **+** 1**;**

**if** **(**l **>** len**)** l **=** len**;**

**if** **(**copy\_to\_user**(**buf**,** **&**cookie\_pot**[**next\_fortune**],** l**))**

l **=** 0**;**

next\_fortune **+=** l**;**

**\***ppos **=** 1**;**

**return** len**;**

**}**

struct proc\_ops fortune\_fops **=** **{**

// .owner = THIS\_MODULE,

**.**proc\_read **=** fortune\_read**,**

**.**proc\_write **=** fortune\_write**,**

**};**

int fortune\_init**(**void**)**

**{**

printk**(**KERN\_INFO "+ Call fortune\_init\n"**);**

int ret **=** 0**;**

cookie\_pot **=** **(**char **\*)**vmalloc**(**MAX\_COOKIE\_LENGTH**);**

**if** **(!**cookie\_pot**)**

**{**

ret **=** **-**ENOMEM**;**

**}**

**else**

**{**

memset**(**cookie\_pot**,** 0**,** MAX\_COOKIE\_LENGTH**);**

proc\_entry **=** proc\_create**(**"fortune"**,** 0666**,** **NULL,** **&**fortune\_fops**);**

**if** **(**proc\_entry **==** **NULL)**

**{**

ret **=** **-**ENOMEM**;**

printk**(**KERN\_INFO "Fortune: Couldn't create proc entry\n"**);**

**}**

proc\_directory **=** proc\_mkdir**(**"fortune\_dir"**,** **NULL);**

**if** **(**proc\_directory **==** **NULL)**

**{**

ret **=** **-**ENOMEM**;**

printk**(**KERN\_ERR "Fortune: Couldn't create proc directory"**);**

**}**

proc\_link **=** proc\_symlink**(**"fortune\_link"**,** **NULL,** "fortune"**);**

**if** **(**proc\_link **==** **NULL)**

**{**

ret **=** **-**ENOMEM**;**

printk**(**KERN\_ERR "Fortune: Couldn't create proc symlink"**);**

**}**

**if** **(**ret **==** **-**ENOMEM**)**

**{**

vfree**(**cookie\_pot**);**

**}**

**else**

**{**

cookie\_index **=** 0**;**

next\_fortune **=** 0**;**

printk**(**KERN\_INFO "Fortune: Module loaded.\n"**);**

**}**

**}**

**return** ret**;**

**}**

void fortune\_exit**(**void**)**

**{**

printk**(**KERN\_INFO "+ Call fortune\_exit\n"**);**

proc\_remove**(**proc\_entry**);**

proc\_remove**(**proc\_directory**);**

proc\_remove**(**proc\_link**);**

vfree**(**cookie\_pot**);**

printk**(**KERN\_INFO "Fortune: Module unloaded.\n"**);**

**}**

module\_init**(**fortune\_init**);**

module\_exit**(**fortune\_exit**);**

**Часть 2.**

Написать загружаемый модуль ядра, создать файл в файловой системе proc, sysmlink, subdir. Используя соответствующие функции передать данные из пространства пользователя в пространство ядра (введенные данные вывести в файл ядра) и из пространства ядра в пространство пользователя. Продемонстрировать это.

# Листинг

|  |
| --- |
|  |

#include<linux/module.h>

#include<linux/init.h>

#include<linux/proc\_fs.h>

#include<linux/sched.h>

#include<linux/uaccess.h>

#include<linux/fs.h>

#include<linux/seq\_file.h>

#include<linux/slab.h>

#include<linux/vmalloc.h>

MODULE\_LICENSE**(**"GPL"**);**

static char **\***str **=** **NULL;**

//индексы куда писать и откуда считывать

unsigned int write\_index**;**

unsigned int read\_index**;**

#define COOKIE\_POT\_SIZE PAGE\_SIZE

static int my\_show**(**struct seq\_file **\***m**,** void **\***v**)**

**{**

printk**(**KERN\_INFO "! Call my\_show\n"**);**

//seq\_printf стандартная функция, выполняет действия, аналогичные copy\_to\_user или sprintf.

//int seq\_printf(struct seq\_file \*sfile, const char \*fmt, ...);

// Это эквивалент printf для реализаций seq\_file; он принимает обычную строку формата и дополнительные аргументы значений.

// Однако, вы также должны передать ей структуру seq\_file, которая передаётся в функцию show.

// Если seq\_printf возвращает ненулевое значение, это означает, что буфер заполнен и вывод будет отброшен. Большинство реализаций, однако, игнорирует возвращаемое значение.

seq\_printf**(**m**,** "Index is %u, message is %s\n"**,** read\_index**,** str **+** read\_index**);**

int len **=** strlen**(**str **+** read\_index**);**

**if** **(**len**)**

read\_index **+=** len **+** 1**;**

**return** 0**;**

**}**

static ssize\_t my\_write**(**struct file**\*** file**,** const char \_\_user **\***buffer**,** size\_t count**,** loff\_t **\***f\_pos**)**

**{**

printk**(**KERN\_INFO "! Call my\_write\n"**);**

**if** **(**copy\_from\_user**(&**str**[**write\_index**],** buffer**,** count**))** // (куда, откуда, сколько байт)

**return** **-**EFAULT**;** //ошибка сегментирования (минус так как соглашение)

write\_index **+=** count**;**

str**[**write\_index**-**1**]** **=** 0**;**

**return** count**;**

**}**

static int my\_open**(**struct inode **\***inode**,** struct file **\***file**)**

**{**

printk**(**KERN\_INFO "! Call my\_open\n"**);**

// чтобы создать один файловый экземпляр модуля используется single\_open который передаёт адрес функции my\_show, а функция my\_show передаёт адрес страницы памяти

**return** single\_open**(**file**,** my\_show**,** **NULL);** // стандартная функция, может быть одновременно вызвана только одним процессом (чтобы открыть определенный файл) cat

**}**

static int my\_release**(**struct inode **\***inode**,** struct file **\***file**)**

**{**

printk**(**KERN\_INFO "! Сall my\_release\n"**);**

**return** single\_release**(**inode**,** file**);** //выгружает seq file

**}**

static struct file\_operations fortune\_proc\_ops**={**

**.**open **=** my\_open**,**

**.**release **=** my\_release**,**

**.**read **=** seq\_read**,**

**.**write **=** my\_write

**};**

static int \_\_init fortune\_init**(**void**)**

**{**

printk**(**KERN\_INFO "! Call fortune init\n"**);**

write\_index **=** 0**;**

read\_index **=** 0**;**

// выделить память для строки

str **=** vmalloc**(**COOKIE\_POT\_SIZE**);**

**if** **(!**str**)**

**{**

printk**(**KERN\_INFO "Error: can't malloc cookie buffer\n"**);**

**return** **-**ENOMEM**;**

**}**

memset**(**str**,** 0**,** COOKIE\_POT\_SIZE**);** //заполняем строку нулями

//Чтобы работать с виртуальной файловой системой proc в ядре, в ядре определена структура

struct proc\_dir\_entry **\***entry**;**

entry **=** proc\_create**(**"fortune"**,** S\_IRUGO **|** S\_IWUGO**,** **NULL,** **&**fortune\_proc\_ops**);** //создаёт файл в виртуальной системе проц - имя файла, права доступа, указатель на родителя (если Null то создастся в корне), указатель на операции

**if(!**entry**)**

**{**

vfree**(**str**);**

printk**(**KERN\_INFO "Error: can't create fortune file\n"**);**

**return** **-**ENOMEM**;**cd 02**-**evdev

**}**

// создать каталог в файловой системе /proc

proc\_mkdir**(**"cookie\_dir"**,** **NULL);**

// создать символическую ссылку на "/proc/fortune"

proc\_symlink**(**"cookie\_symlink"**,** **NULL,** "/proc/fortune"**);**

printk**(**KERN\_INFO "Fortune module loaded successfully\n"**);**

**return** 0**;**

**}**

static void \_\_exit fortune\_exit**(**void**)**

**{**

printk**(**KERN\_INFO "! Сall fortune exit\n"**);**

remove\_proc\_entry**(**"fortune"**,** **NULL);**

remove\_proc\_entry**(**"cookie\_dir"**,** **NULL);** //Чтобы работать с виртуальной файловой системой proc в ядре, в ядре определена структура

remove\_proc\_entry**(**"cookie\_symlink"**,** **NULL);**

**if** **(**str**)**

vfree**(**str**);**

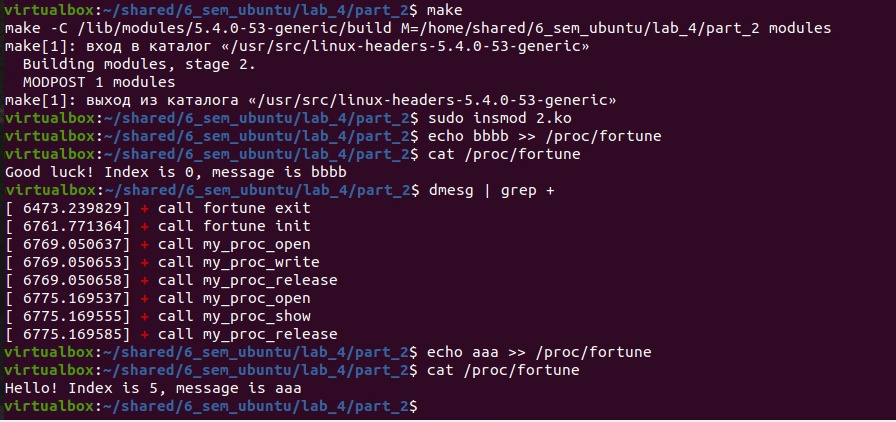
printk**(**KERN\_INFO "Fortune module unloaded\n"**);** //dmesq

**}**

module\_init**(**fortune\_init**);**

module\_exit**(**fortune\_exit**);**

**Результат работы программы**

****