

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ. І. СІКОРСЬКОГО»  
ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ І ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ  
КАФЕДРА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ

Лабораторна робота №5  
з курсу «ДПКС»

Виконав:  
Студент 5-го курсу ФІОТ  
Групи ІВ-91мп  
Захарчук Д. В.

Київ – 2020

## Завдання:

Розглянути реалізацію зв'язних списків та часові відмітки в ядрі OS Linux.

Нижче наведені результати виконання завдання Advanced, оскільки воно включає реалізацію завдання Basic. У лістингу коду буде позначено що саме змінилось при виконанні завдання Advanced.

## Хід виконання роботи:

Модифікуємо файли, експортуємо необхідні параметри та виконуємо збирання модулю

```
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install$ mkdir lab5
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install$ ls -l
total 52
drwxr-xr-x 2 dmitriy dmitriy 4096 кві 22 00:47 bin
drwxr-xr-x 2 dmitriy dmitriy 4096 кві 22 19:56 boot
drwxr-xr-x 2 dmitriy dmitriy 4096 кві 22 00:48 dev
drwxr-xr-x 3 dmitriy dmitriy 4096 кві 22 20:02 etc
lrwxrwxrwx 1 dmitriy dmitriy 11 кві 22 19:54 init -> bin/busybox
drwxr-xr-x 3 dmitriy dmitriy 4096 чер 2 23:47 lab4
drwxr-xr-x 2 dmitriy dmitriy 4096 чер 3 00:23 lab5
drwxr-xr-x 3 dmitriy dmitriy 4096 кві 22 20:00 lib
lrwxrwxrwx 1 dmitriy dmitriy 11 кві 22 00:47 linuxrc -> bin/busybox
drwxr-xr-x 2 dmitriy dmitriy 4096 кві 22 00:48 proc
drwxr-xr-x 2 dmitriy dmitriy 4096 кві 22 00:48 root
drwxr-xr-x 2 dmitriy dmitriy 4096 кві 22 00:47 sbin
drwxr-xr-x 3 dmitriy dmitriy 4096 кві 22 00:48 sys
drwxr-xr-x 2 dmitriy dmitriy 4096 кві 22 00:48 tmp
drwxr-xr-x 4 dmitriy dmitriy 4096 кві 22 00:47 usr
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install$ cd lab5
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install/lab5$ ls -l
total 12
-rw-rw-rw- 1 dmitriy dmitriy 2200 чер 3 00:23 hello.c
-rw-rw-rw- 1 dmitriy dmitriy 44 чер 3 00:23 Kbuild
-rw-rw-rw- 1 dmitriy dmitriy 136 чер 3 00:23 Makefile
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install/lab5$ mv hello.c module5.c
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install/lab5$ nano module5.c
```

```
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install/lab5$ nano module5.c
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install/lab5$ make
make -C /home/dmitriy/repos/linux-stable/ M=$PWD
make[1]: Entering directory '/home/dmitriy/repos/linux-stable'
CC [M] /home/dmitriy/repos/busybox/_install/lab5/module5.o
Building modules, stage 2.
MODPOST 1 modules
CC /home/dmitriy/repos/busybox/_install/lab5/module5.mod.o
LD [M] /home/dmitriy/repos/busybox/_install/lab5/module5.ko
make[1]: Leaving directory '/home/dmitriy/repos/linux-stable'
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install/lab5$ cd ..
```

Створюємо архів СРІО для roofs. Запускаємо емулятор.

```
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install/lab4$ nano module1.c
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install/lab4$ make
make -C /home/dmitriy/repos/linux-stable/ M=$PWD
make[1]: Entering directory '/home/dmitriy/repos/linux-stable'
CC [M] /home/dmitriy/repos/busybox/_install/lab4/module1.o
Building modules, stage 2.
MODPOST 1 modules
CC /home/dmitriy/repos/busybox/_install/lab4/module1.mod.o
LD [M] /home/dmitriy/repos/busybox/_install/lab4/module1.ko
make[1]: Leaving directory '/home/dmitriy/repos/linux-stable'
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install/lab4$ cd ..
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install$ find . | cpio -o -H news | gzip > ../rootfs.cpio.gz
cpio: invalid archive format 'news'; valid formats are:
crc newc odc bin ustar tar (all-caps also recognized)
Try 'cpio --help' or 'cpio --usage' for more information.
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install$ find . | cpio -o -H newc | gzip > ../rootfs.cpio.gz
118696 blocks
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install$ qemu-system-arm -kernel _install/boot/zImage -initrd rootfs.cpio.gz -machine virt -nographic -m 512 --append "root=/dev/ram0 rw console=ttyAMA0,115200 mem=512M"
qemu: could not load kernel '_install/boot/zImage'
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install$ cd ..
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox$ qemu-system-arm -kernel _install/boot/zImage -initrd rootfs.cpio.gz -machine virt -nographic -m 512 --append "root=/dev/ram0 rw console=ttyAMA0,115200 mem=512M"
[ 0.000000] Booting Linux on physical CPU 0x0
[ 0.000000] Linux version 4.19.116 (dmitriy@dmitriy) (gcc version 8.3.0 (GNU Toolchain for the A-profile Architecture 8.3-2019.03 (arm-rel-8.36))) #1 SMP Wed Apr 22 00:03:26 EEST 2020
[ 0.000000] CPU: ARMv7 Processor [412fc0f1] revision 1 (ARMv7), cr=10c5387d
[ 0.000000] CPU: div instructions available: patching division code
[ 0.000000] CPU: PIPT / VIPT nonaliasing data cache, PIPT instruction cache
[ 0.000000] OF: fdt: Machine model: linux,dummy-virt
```

## Лістинг коду модуля.

```
#include <linux/init.h>
#include <linux/module.h>
#include <linux/printk.h>

#include <linux/ktime.h>
#include <linux/slab.h>

static LIST_HEAD(lab_list_head);

struct time_keeper {
    ktime_t time_before;
    ktime_t time_after; <- Додаємо додатковий параметр для завдання
Advanced
    struct list_head time_list;
};

static void print_text(unsigned int repeats)
{
    unsigned int repeat;
    struct time_keeper *ptr;

    for (repeat = 0; repeat < repeats; repeat++) {
        ptr = kmalloc(sizeof(*ptr), GFP_KERNEL);
        ptr->time_before = ktime_get();
```

```

        pr_info("Hello there!\n");
        ptr->time_after = ktime_get(); <- Робимо замір після друку
        list_add(&ptr->time_list, &lab_list_head);
    }
}

static unsigned int repeats = 1;

module_param(repeats, uint, 0444);
MODULE_PARM_DESC(repeats, "How many times to print hello");

static int __init module5_init(void)
{
    if (repeats > 10) {
        pr_err("Cannot repeat more than 10 times\n");
        return -EINVAL;
    }

    if (repeats >= 5 && repeats <= 10)
        pr_warn("Repeatition from 5 to 10 times\n");

    if (repeats == 0)
        pr_warn("No repeatition\n");

    print_text(repeats);
    return 0;
}

static void __exit module5_exit(void)
{
    struct list_head *p;
    struct list_head *n;
    struct time_keeper *curr;

    pr_info("Module 5 exit\n");

    list_for_each_safe(p, n, &lab_list_head) {
        curr = list_entry(p, struct time_keeper, time_list);
        pr_info("Time needed for printing is: %lld(ns).\n",
                curr->time_after - curr->time_before); <- Виводимо
час який пішов на кожний друк
        list_del(p);
        kfree(curr);
    }
}

module_init(module5_init);
module_exit(module5_exit);

MODULE_AUTHOR("Dmytro Zakharchuk");
MODULE_DESCRIPTION("Test work with list");
MODULE_LICENSE("Dual BSD/GPL");

```

## Результат виконання:

```
/lab5 # insmod module5.ko repeats=6
[ 264.335594] Repeatition from 5 to 10 times
[ 264.336077] Hello there!
[ 264.336321] Hello there!
[ 264.336618] Hello there!
[ 264.336902] Hello there!
[ 264.337209] Hello there!
[ 264.337401] Hello there!
/lab5 # rmmod module5
[ 272.112096] Module 5 exit
[ 272.112484] Time needed for printing is: 218976(ns).
[ 272.112911] Time needed for printing is: 193728(ns).
[ 272.113278] Time needed for printing is: 309056(ns).
[ 272.113666] Time needed for printing is: 275504(ns).
[ 272.114027] Time needed for printing is: 293712(ns).
[ 272.114478] Time needed for printing is: 261472(ns).
/lab5 # poweroff
/lab5 # umount: can't unmount /: Invalid argument
swapon: can't open '/etc/fstab': No such file or directory
The system is going down NOW!
Sent SIGTERM to all processes
Sent SIGKILL to all processes
Requesting system poweroff
[ 475.046696] reboot: Power down
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox$
```

## Результати перевірки Linux Kernel Coding Style

```
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install/lab5$ ~/repos/linux-stable/scripts/checkpatch.pl -f module5.c
WARNING: Missing or malformed SPDX-License-Identifier tag in line 1
#1: FILE: module5.c:1:
+#include <linux/init.h>

total: 0 errors, 1 warnings, 74 lines checked

NOTE: For some of the reported defects, checkpatch may be able to
mechanically convert to the typical style using --fix or --fix-inplace.

module5.c has style problems, please review.

NOTE: If any of the errors are false positives, please report
them to the maintainer, see CHECKPATCH in MAINTAINERS.
dmitriy@dmitriy:~/repos/busybox/_install/lab5$
```