

**Міністерство освіти і науки, молоді та спорту
Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут ім. І. Сікорського”**

**Факультет інформатики та обчислювальної техніки
Кафедра обчислювальної техніки**

Лабораторна робота №4

**з дисципліни “Технології програмування для комп'ютерних
систем – 3”**

Виконав: Студент група ІВ-91мп

Михайленко А. М.

Викладач: Регіда П. Г.

Київ 2020

Хід роботи

Завдання: Розглянути етапи створення та використання модулів для ядра OS Linux.

Послідовність виконання роботи

1. Для створення модуля виконаємо такі кроки: створимо директорію lab4, в директорію lab4 кладемо всі необхідні для роботи з модулем файли, виконаємо *export*

KDIR=/home/alex/repos/linux-stable/

Виконаємо команди:

- *export PATH=/opt/gcc-arm-8.3-2019.03-x86_64-arm-eabi/bin:\$PATH*
- *export CROSS_COMPILE='ccache arm-eabi-'*
- *export ARCH=arm*

2. Виконаємо команду *make*:

```
make -C /home/lara/repos/linux-stable/ M=$PWD
make[1]: Entering directory '/home/lara/repos/linux-stable'
CC [M] /home/lara/repos/busybox/_install/lab04/hello1.o
CC [M] /home/lara/repos/busybox/_install/lab04/hello2.o
Building modules, stage 2.
MODPOST 3 modules
CC /home/lara/repos/busybox/_install/lab04/hello.mod.o
LD [M] /home/lara/repos/busybox/_install/lab04/hello.ko
CC /home/lara/repos/busybox/_install/lab04/hello1.mod.o
LD [M] /home/lara/repos/busybox/_install/lab04/hello1.ko
CC /home/lara/repos/busybox/_install/lab04/hello2.mod.o
LD [M] /home/lara/repos/busybox/_install/lab04/hello2.ko
make[1]: Leaving directory '/home/lara/repos/linux-stable'
```

3. Створимо архів CPIO для *rootfs* та архівуємо його з GZip:

```
~/repos/busybox/_install$ find . | cpio -o -H newc | gzip > ../rootfs.cpio.gz
129035 blocks
```

Завдання Basic (hello.c):

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

MODULE_DESCRIPTION("Lab4 task");
MODULE_LICENSE("Dual BSD/GPL");

static unsigned int TICKS = 1;

module_param(TICKS, uint, S_IRUGO);
```

```

MODULE_PARM_DESC(TICKS, "Number of Words to print");

static int __init hello_init(void)
{
    unsigned int tick;

    if (shouldWarn(TICKS)) {
        printk(KERN_WARNING "Warning\n");
    }

    if (shouldShowError(TICKS)) {
        printk(KERN_ERR "Too many TICKS\n");
        return -EINVAL;
    }

    for (tick = 0; tick < TICKS; ++tick) {
        printk(KERN_INFO "Word! /tick %d/\n", tick);
    }

    return 0;
}

static int shouldWarn(int number)
{
    if (TICKS == 0 || (TICKS >= 5 && TICKS <= 10))
        return 1;
    else
        return 0;
}

static int shouldShowError(int number)
{
    if (TICKS > 10)
        return 1;
    else
        return 0;
}

static void __exit hello_exit(void)
{
    printk(KERN_EMERG "Exit\n");
}

module_init(hello_init);
module_exit(hello_exit);

```

Тестування завдання Basic:

```
/lab04 # insmod hello.ko
[ 137.441913] Word! /tick 0/
/lab04 # rmmod hello
[ 139.543889] Exit
/lab04 # insmod hello.ko TICKS=0
[ 145.888152] Warning
/lab04 # rmmod hello
[ 148.421729] Exit
/lab04 # rmmod hello[ 149.216293] random: fast init done
/lab04 # insmod hello.ko TICKS=2
[ 157.345601] Word! /tick 0/
[ 157.346718] Word! /tick 1/
/lab04 # rmmod hello
[ 159.532553] Exit
/lab04 # insmod hello.ko TICKS=6
[ 164.939129] Warning
[ 164.939797] Word! /tick 0/
[ 164.940464] Word! /tick 1/
[ 164.941102] Word! /tick 2/
[ 164.941748] Word! /tick 3/
[ 164.942337] Word! /tick 4/
[ 164.943012] Word! /tick 5/
/lab04 # rmmod hello
[ 170.917735] Exit
/lab04 # insmod hello.ko TICKS=14
[ 174.488551] Too many TICKS
insmod: can't insert 'hello.ko': invalid parameter
/lab04 # rmmod hello
rmmod: remove 'hello': No such file or directory
/lab04 # insmod hello.ko TICKS=6
[ 202.926331] Warning
[ 202.927240] Word! /tick 0/
[ 202.928623] Word! /tick 1/
[ 202.929550] Word! /tick 2/
[ 202.930322] Word! /tick 3/
[ 202.931218] Word! /tick 4/
[ 202.932042] Word! /tick 5/
/lab04 # modinfo hello.ko
filename:      hello.ko
description:   Lab4 task
license:       Dual BSD/GPL
parm:          TICKS:Number of Words to print
depends:
vermagic:      4.19.114 SMP mod_unload ARMv7 p2v8
/lab04 # rmmod hello
[ 250.717994] Exit
/lab04 #
```

```
/lab04 # insmod hello.ko TICKS=1
[ 331.127277] Word! /tick 0/
/lab04 # cat /sys/module/hello/parameters/TICKS
1
/lab04 # rmmod hello
[ 363.436745] Exit
/lab04 #
```

Завдання Advanced:

hello1.c

```
#include <linux/init.h>
#include <linux/module.h>
#include <linux/printk.h>
#include "hello1.h"

MODULE_DESCRIPTION("Lab4");
MODULE_LICENSE("Dual BSD/GPL");

void print_hello(unsigned int ticks)
{
    unsigned int tick;

    for (tick = 0; tick < ticks; ++tick) {
        pr_info("TICK! /tick %d/\n", tick);
    }
}

EXPORT_SYMBOL(print_hello);

static int __init hello1_init(void)
{
    pr_info("Function export\n");
    return 0;
}

static void __exit hello1_exit(void)
{
    pr_info("Nothing to export\n");
}

module_init(hello1_init);
module_exit(hello1_exit);
```

hello2.c

```
#include <linux/init.h>
#include <linux/module.h>
#include <linux/printk.h>
#include "hello1.h"

MODULE_DESCRIPTION("Lab4");
MODULE_LICENSE("Dual BSD/GPL");
```

```

static unsigned int ticks = 1;

module_param(ticks, uint, S_IRUGO);
MODULE_PARM_DESC(ticks, "Number of Hello to print");

static int __init hello2_init(void)
{
    if (ticks == 0 || (ticks >= 5 && ticks <= 10)) {
        pr_warn("Warning about amount of ticks\n");
    }

    if (ticks > 10) {
        pr_err("Number of ticks is more than 10\n");
        return -EINVAL;
    }

    print_hello(ticks);

    return 0;
}

static void __exit hello2_exit(void)
{
    pr_info(KERN_EMERG "Exit module\n");
}

module_init(hello2_init);
module_exit(hello2_exit);

```

Makefile

```

ifndef $(KERNELRELEASE),)
# kbuild part of makefile
ccflags-y += -I$(PWD)/inc
obj-m := hello.o hello1.o hello2.o
else
# normal makefile
KDIR ?= /lib/modules/`uname -r`/build

default:
    $(MAKE) -C $(KDIR) M=$$PWD
clean:
    $(MAKE) -C $(KDIR) M=$$PWD clean
endif

```

Тестування завдання Advanced:

```
/lab04 # insmod hello1.ko
[ 628.948959] Function export
/lab04 # insmod hello2.ko
[ 636.760953] TICK! /tick 0/
/lab04 # rmmod hello2
[ 647.844596] Exit module
/lab04 # insmod hello2.ko ticks=0
[ 656.619419] Warning about amount of ticks
/lab04 # rmmod hello2
[ 661.395625] Exit module
/lab04 # insmod hello2.ko ticks=2
[ 664.187704] TICK! /tick 0/
[ 664.188726] TICK! /tick 1/
/lab04 # rmmod hello2
[ 667.939915] Exit module
/lab04 # insmod hello2.ko ticks=9
[ 671.993559] Warning about amount of ticks
[ 671.994625] TICK! /tick 0/
[ 671.995346] TICK! /tick 1/
[ 671.996045] TICK! /tick 2/
[ 671.996779] TICK! /tick 3/
[ 671.997794] TICK! /tick 4/
[ 671.998541] TICK! /tick 5/
[ 671.999226] TICK! /tick 6/
[ 671.999838] TICK! /tick 7/
[ 672.000477] TICK! /tick 8/
/lab04 # rmmod hello2
[ 680.605451] Exit module
/lab04 # rmmod hello1
[ 684.398595] Nothing to export
/lab04 # insmod hello2.ko ticks=9
[ 691.494906] hello2: Unknown symbol print_hello (err -2)
insmod: can't insert 'hello2.ko': unknown symbol in module or invalid parameter
/lab04 #
```