

Завдання:

I. Розділити проект на два модулі, hello1 та hello2.

А. Модуль hello1 повинен експортувати функцію `print_hello()`, яку використовуватиме модуль hello2 (параметр кількості викликів функції перенести у модуль hello2).

В. Вся робота зі списком виконується в модулі hello1. Також додати ще одне поле типу `ctime_t` і засікати час до та після виклику функції друку, а на вивантаженні модуля надрукувати час, який пішов на кожен друк.

Пояснення:

Майже все з `custom_init`, разом з `myIntCheck` (Кількість виводу) було перенесено до hello2.c.

При цьому, маніпуляції з листом лишаються в hello1.c, тому для додавання `print` викликає функцію `addMyData` в hello1.c

`mySTime` – час до додавання.

`myETime` – час після додавання.

Виводиться їх різниця.

Завдання:

IV. Виконати `insmod hello1.ko`, потім `insmod hello2.ko` з такими значеннями параметра, щоб отримати всі можливі повідомлення і знайти їх (може знадобитися `dmesg`, `grep`).

Пояснення:

У мене все об'єднано в одне hello.ko, тому викликається лише раз:

Параметр = 0:

```
a1@AAA:~/repos/test1$ sudo insmod hello.ko myIntCheck=0
a1@AAA:~/repos/test1$ sudo rmmod hello
a1@AAA:~/repos/test1$ sudo journalctl --since "5 minutes ago" | grep kernel
грю 11 20:23:30 AAA kernel: Goodbye my friend, I shall miss you dearly...
грю 11 20:23:30 AAA kernel: Hello world driver loaded.
грю 11 20:23:35 AAA kernel: !!! Warning !!!
грю 11 20:23:35 AAA kernel:         First
грю 11 20:23:35 AAA kernel:         Second
a1@AAA:~/repos/test1$
```

Параметр = 7:

```

a1@AAA:~/repos/test1$ sudo journalctl --since "1 minute ago" | grep kernel
гpy 11 20:25:13 AAA kernel: Goodbye my friend, I shall miss you dearly...
гpy 11 20:25:13 AAA kernel: Hello world driver loaded.
гpy 11 20:25:13 AAA kernel: !!! Warning !!!
гpy 11 20:25:13 AAA kernel: 0 hi hi hullo
гpy 11 20:25:13 AAA kernel: 1 hi hi hullo
гpy 11 20:25:13 AAA kernel: 2 hi hi hullo
гpy 11 20:25:13 AAA kernel: 3 hi hi hullo
гpy 11 20:25:13 AAA kernel: 4 hi hi hullo
гpy 11 20:25:13 AAA kernel: 5 hi hi hullo
гpy 11 20:25:15 AAA kernel: 6 hi hi hullo
гpy 11 20:25:15 AAA kernel:      First
гpy 11 20:25:15 AAA kernel: Time: 11718622613199
гpy 11 20:25:15 AAA kernel: TimeTaken: 71
гpy 11 20:25:15 AAA kernel: Time: 11718622615235
гpy 11 20:25:15 AAA kernel: TimeTaken: 36
гpy 11 20:25:15 AAA kernel: Time: 11718622616314
гpy 11 20:25:15 AAA kernel: TimeTaken: 36
гpy 11 20:25:15 AAA kernel: Time: 11718622617157
гpy 11 20:25:15 AAA kernel: TimeTaken: 36
гpy 11 20:25:15 AAA kernel: Time: 11718622618134
гpy 11 20:25:15 AAA kernel: TimeTaken: 36
гpy 11 20:25:15 AAA kernel: Time: 11718622619016
гpy 11 20:25:15 AAA kernel: TimeTaken: 35
гpy 11 20:25:15 AAA kernel: Time: 11718622619828
гpy 11 20:25:15 AAA kernel: TimeTaken: 35
гpy 11 20:25:15 AAA kernel:      Second
a1@AAA:~/repos/test1$

```

Параметр = 2:

```

a1@AAA:~/repos/test1$ sudo insmod hello.ko myIntCheck=2
a1@AAA:~/repos/test1$ sudo rmmod hello
a1@AAA:~/repos/test1$ sudo journalctl --since "1 minute ago" | grep kernel
гpy 11 20:26:39 AAA kernel: Goodbye my friend, I shall miss you dearly...
гpy 11 20:26:39 AAA kernel: Hello world driver loaded.
гpy 11 20:26:39 AAA kernel: 0 hi hi hullo
гpy 11 20:26:42 AAA kernel: 1 hi hi hullo
гpy 11 20:26:42 AAA kernel:      First
гpy 11 20:26:42 AAA kernel: Time: 11804477640520
гpy 11 20:26:42 AAA kernel: TimeTaken: 71
гpy 11 20:26:42 AAA kernel: Time: 11804477642404
гpy 11 20:26:42 AAA kernel: TimeTaken: 35
гpy 11 20:26:42 AAA kernel:      Second
a1@AAA:~/repos/test1$

```

Параметр = 100:

```

a1@AAA:~/repos/test1$ sudo insmod hello.ko myIntCheck=100
insmod: ERROR: could not insert module hello.ko: Invalid parameters
a1@AAA:~/repos/test1$

```

Завдання:

V. Спробувати завантажити hello2.ko, не завантажуючи hello1.ko, пояснити результат.

Пояснення:

Зміни в Makefile з:

```
obj-m := hello.o

hello-y := hello1.o hello2.o
```

На

```
obj-m := hello.o

hello-y := hello2.o
```

Помилки:

```
a1@AAA:~/repos/test1$ make
make -C /lib/modules/`uname -r`/build M=$PWD
make[1]: Entering directory '/usr/src/linux-headers-6.2.0-37-generic'
warning: the compiler differs from the one used to build the kernel
The kernel was built by: x86_64-linux-gnu-gcc-11 (Ubuntu 11.4.0-1ubuntu1~22.04) 11.4.0
You are using: gcc-11 (Ubuntu 11.4.0-1ubuntu1~22.04) 11.4.0
LD [M] /home/a1/repos/test1/hello.o
MODPOST /home/a1/repos/test1/Module.symvers
ERROR: modpost: missing MODULE_LICENSE() in /home/a1/repos/test1/hello.o
ERROR: modpost: "addMyData" [/home/a1/repos/test1/hello.ko] undefined!
make[2]: *** [scripts/Makefile.modpost:138: /home/a1/repos/test1/Module.symvers] Error 1
make[1]: *** [Makefile:1978: modpost] Error 2
make[1]: Leaving directory '/usr/src/linux-headers-6.2.0-37-generic'
make: *** [Makefile:12: default] Error 2
a1@AAA:~/repos/test1$
```

1. Помилка ERROR: modpost: "addMyData" [/home/a1/repos/test1/hello.ko] undefined!

Через те, що hello2.c використовує addMyData hello1.c, якщо прибрати останній файл, то під час компіляції, коплайлер не знайде визначення функції, тобто в нього є ім'я методу через його виклик, але нема коду, що саме той має реалізовувати.

2. Помилка ERROR: modpost: missing MODULE_LICENSE() in /home/a1/repos/test1/hello.o

MODULE_LICENSE визначає те, чи може вихідний код надаватись іншим розробникам. І хоча це не виглядає важливо, але через те, що якщо ліцензія несумісна з GPL, то модуль не може бачити і використовувати сервіси/функції, які експортовані через макрос. Адже ця ліцензія призначена виключно для модулів сторонніх розробників і не може використовуватися для модулів, вихідний код яких міститься в дереві ядра.

Відповідно, так як ми їх використовуємо в KDIR і потім make, то ми не можемо мати цю ліцензію, а отже вона обов'язково має бути сумісна з «GPL», тому ми мусимо це зазначити в коді, чого немає, адже він «залишився» в hello1.c

Modinfo:

```
a1@AAA:~/repos/test1$ modinfo hello.ko
filename:       /home/a1/repos/test1/hello.ko
license:       Dual BSD/GPL
description:    Hello, world in Linux Kernel Training
author:        Nokhrina Daria
myIntCheck:    How many to print hullo
srcversion:    2A7C8B6A6139201FC85B45F
depends:
retpoline:     Y
name:          hello
vermagic:      6.2.0-37-generic SMP preempt mod_unload modversions
parm:          myIntCheck:uint (int)
a1@AAA:~/repos/test1$
```