

Міністерство освіти і науки, молоді та спорту України

Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра обчислювальної техніки

**Лабораторна робота №5**

По дисципліні «Архітектура комп'ютерів 2»

Виконав:

Студент групи ІО-24

Захаров Святослав

**Мета:** модифікувати модуль з ЛР4, розділивши його на два модулі, реалізувавши вимірювання часу виконання кожної ітерації та загального часу роботи функції друку, а також оновивши систему логування повідомлень.

**Хід роботи:**

Репозиторій: [https://github.com/wthellomg/AK2\\_lab5](https://github.com/wthellomg/AK2_lab5)

Розділення модуля:

1. Модуль було розділено на два: hello1 та hello2.
2. hello1 відповідає за функціонал друку та вимірювання часу.
3. hello2 обробляє параметр repeat та викликає функції з hello1.

Модифікації:

1. Додано вимірювання часу виконання кожної ітерації за допомогою ktime\_t.
2. Реалізовано підрахунок загального часу, витраченого на друк.
3. Оновлено систему логування: замінено printk на pr\_info, pr\_warn, pr\_err.
4. Заголовковий файл hello1.h винесено до каталогу inc.

Тестування модулів:

Виконання insmod з параметром за замовчуванням та repeat=4:

```
/ # insmod hello1.ko
[ 278.162813] hello1 module loaded
/ # insmod hello2.ko
[ 285.511427] Hello, world! (iteration 1)
/ # rmmod hello2.ko hello1.ko
[ 297.608707] hello2 module unloaded
[ 297.660084] --- Timestamps (ns) ---
[ 297.661705] Iteration: start285305027456, duration=1217216
[ 297.662698] --- Total print time: 1217216 ns ---
[ 297.663773] hello1 module unloaded
/ # insmod hello1.ko
[ 326.805910] hello1 module loaded
/ # insmod hello2.ko repeat=4
[ 339.465572] Hello, world! (iteration 1)
[ 339.466780] Hello, world! (iteration 2)
[ 339.467767] Hello, world! (iteration 3)
[ 339.469024] Hello, world! (iteration 4)
/ # rmmod hello2.ko hello1.ko
[ 342.896307] hello2 module unloaded
[ 342.899291] --- Timestamps (ns) ---
[ 342.900654] Iteration: start339262725744, duration=543680
[ 342.902089] Iteration: start339261499344, duration=1209520
[ 342.903858] Iteration: start339260509728, duration=985552
[ 342.905070] Iteration: start339259252336, duration=1115424
[ 342.906137] --- Total print time: 3854176 ns ---
[ 342.910203] hello1 module unloaded
/ #
```

Виконання insmod з параметром repeat=5 (попередження) та repeat=20 (помилка):

```
/ # insmod hello1.ko
[ 486.536275] hello1 module loaded
/ # insmod hello2.ko repeat=5
[ 499.507646] Warning: unusual repeat value (5)
[ 499.509018] Hello, world! (iteration 1)
[ 499.511425] Hello, world! (iteration 2)
[ 499.513199] Hello, world! (iteration 3)
[ 499.516352] Hello, world! (iteration 4)
[ 499.517854] Hello, world! (iteration 5)
/ # rmmod hello2.ko hello1.ko
[ 504.457620] hello2 module unloaded
[ 504.465211] --- Timestamps (ns) ---
[ 504.467591] Iteration: start499311580640, duration=3086368
[ 504.471598] Iteration: start499310067280, duration=1507072
[ 504.474757] Iteration: start499306923968, duration=3088304
[ 504.475541] Iteration: start499304967504, duration=1950144
[ 504.476164] Iteration: start499302718544, duration=2078928
[ 504.480777] --- Total print time: 11710816 ns ---
[ 504.484644] hello1 module unloaded
/ # insmod hello1.ko
[ 512.845937] hello1 module loaded
/ # insmod hello2.ko repeat=20
[ 519.605365] Error: repeat value too large (20)
insmod: can't insert 'hello2.ko': invalid parameter
/ # rmmod hello2.ko hello1.ko
rmmod: remove 'hello2': No such file or directory
[ 526.192945] --- Timestamps (ns) ---
[ 526.194037] --- Total print time: 0 ns ---
[ 526.194592] hello1 module unloaded
/ #
```

Завантаження модуля hello2.ko без попереднього завантаження hello1.ko (hello2 використовує функцію print\_hello(), яка експортується модулем hello1. Якщо hello1 не завантажено, ядро не може знайти цю функцію в таблиці символів, що призводить до помилки. В цьому полягає залежність між модулями), виконання modinfo для обох модулів:

```
/ # insmod hello2.ko
[ 48.053120] hello2: loading out-of-tree module taints kernel.
[ 48.078076] hello2: Unknown symbol print_hello (err -2)
insmod: can't insert 'hello2.ko': unknown symbol in module or invalid parameter
/ # modinfo hello1.ko
filename:      hello1.ko
author:        Sviatoslav Zakharov, IO-24 <9818138@gmail.com>
description:   AK2, lab 5 (hello1)
license:       Dual BSD/GPL
depends:
vermagic:      4.19.325 SMP mod_unload ARMv7 p2v8
/ # modinfo hello2.ko
filename:      hello2.ko
author:        Sviatoslav Zakharov, IO-24 <9818138@gmail.com>
description:   AK2, Lab 5 (hello2)
license:       Dual BSD/GPL
parm:          repeat: Number of times to print 'Hello, world!'
depends:        hello1
vermagic:      4.19.325 SMP mod_unload ARMv7 p2v8
```

**Висновок:** У ході лабораторної роботи було успішно модифіковано модуль з ЛР4. Модуль було розділено на два: `hello1` та `hello2`, що дозволило організувати код та забезпечити залежність між ними. Реалізовано вимірювання часу виконання кожної ітерації друку та загального часу роботи функції, що виводиться при вивантаженні модуля. Оновлено систему логування повідомлень з використанням `pr_*`. Модуль коректно обробляє вхідний параметр `repeat`, виводячи попередження для значень 0 та 5-10 та повідомлення про помилку для значень більше 10. Під час вивантаження модуля система коректно відображає збережені часові мітки у наносекундах та загальний час роботи, а також вивільняє виділену пам'ять.