Зауваження щодо збирання модулів:

1. Ядро лінукса вже має бути зібране, щоб були готові всі необхідні для компіляції модулів файли (*BBB* до пункту 3.1 включно).
2. Перед виконанням make, до команд export, які використовувалися для збирання ядра, слід додати export KDIR=шлях\_до\_каталогу\_ядра (наприклад, $HOME/repos/linux-stable)
3. Для довідки:
   1. Каталог $KDIR/Documentation/kbuild, зокрема modules.txt
   2. $KDIR/Documentation/process/coding-style.rst
   3. Параметри модуля описані в додатку *Building and Running Modules* у *Module Parameters* (сторінка 35)

Завдання Basic:

1. Продивитися всі три приклади (драйвер там однаковий, різні лише системи збирання).
   1. Обрати один з них для подальшої роботи, зібрати і виконати insmod та rmmod на платі BBB (або емуляторі QEMU).
2. Модифікувати модуль, додавши до нього параметр типу uint, який визначає, скільки разів має бути надрукований рядок “Hello, world!”
   1. Значення параметра за умовчанням 1.
   2. Якщо значення параметра 0 або знаходиться між 5 і 10, надрукувати попередження і продовжити роботу.
   3. Якщо значення параметра більше 10, то функція ініціалізації повинна надрукувати повідомлення про помилку і повернути значення -EINVAL (модуль не має завантажити взагалі).
3. Додати опис параметра. Подивитися його командою modinfo.
4. Виконати insmod/rmmod модуля на платі BBB без параметра у командному рядку, зі значеннями параметра 0, довільним між 1 і 10, довільним більше 10.
   1. Після котрогось із insmod подивитися значення встановленого параметра (каталог /sys/module/hello/parameters)

Див. $KDIR/include/linux/moduleparam.h, опис макросів module\_param(), MODULE\_PARM\_DESC().

Завдання Advanced:

1. Розділити проект на два модулі, hello1 та hello2.
   1. Модуль hello1 повинен експортувати функцію print\_hello(), яку використовуватиме модуль hello2 (параметр кількості викликів функції перенести у модуль hello2).
2. Заголовковий файл hello1.h, який використовуватимуть обидва модулі, винести у підкаталог inc, який додати у систему збирання так, щоб файли \*.c могли використовувати директиву #include "hello1.h" лише з іменем файлу, без шляху (див. ccflags-y).
3. Замінити printk на відповідні ситуації pr\_err, pr\_warn, pr\_info (для друку привітання використати pr\_info)
4. Виконати insmod hello1.ko, потім insmod hello2.ko з такими значеннями параметра, щоб отримати всі можливі повідомлення і знайти їх (може знадобитися dmesg, grep).
5. Спробувати завантажити hello2.ko, не завантажуючи hello1.ko, пояснити результат.

Див. $KDIR/include/linux/printk.h

Звіт:

*Протокол має містити лістинг коду (для завдання Basic) або посилання на github/gitlab репозиторій, що містить файли з вихідним кодом та Makefile (для завдання Advanced), а також скріншоти виконання insmod/rmmod з різними параметрами, команди modinfo, а також вивід значення встановленого параметра.*