



Одеська Політехніка  
Інститут комп'ютерних систем  
Кафедра інформаційних систем  
Дисципліна «Операційні системи»



## Тема 2: Керування процесами

### Лекція 11: Ядро операційної системи

Олександр А. Блажко,  
доцент кафедри інформаційних систем,  
E-mail: [blazhko@ieee.org](mailto:blazhko@ieee.org)

Одеса, 15 травня 2023 року

# Режим роботи ОС

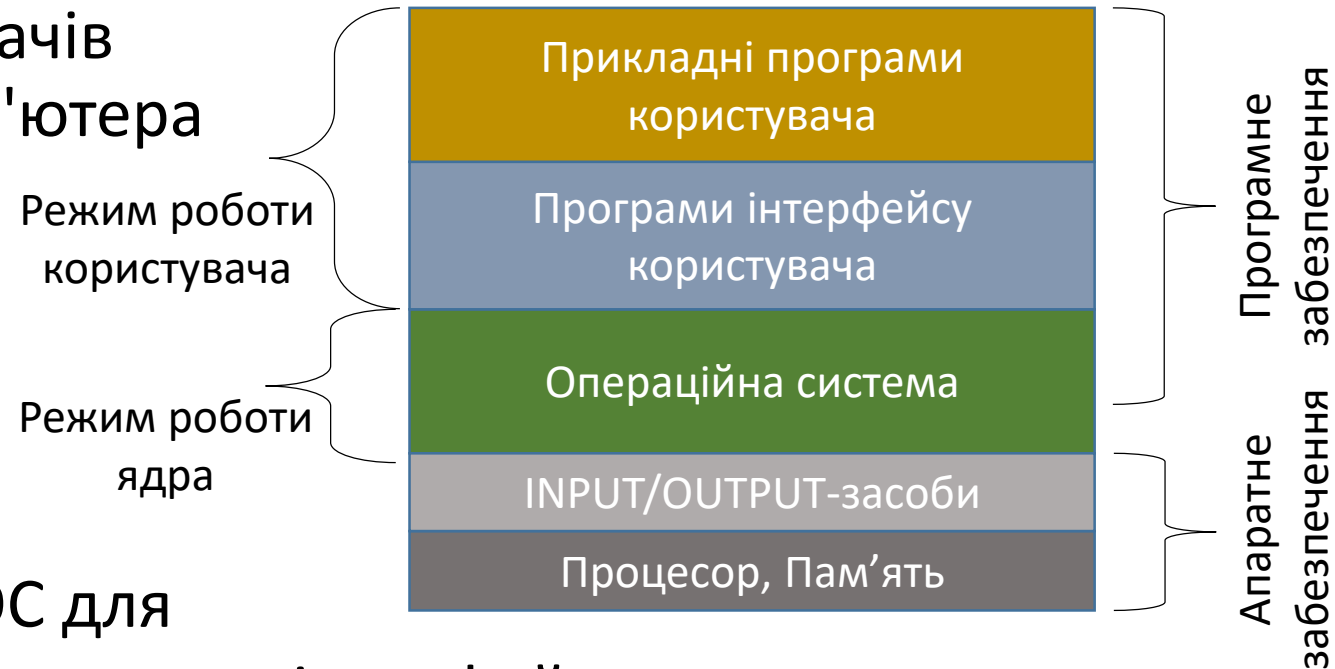
Для досягнення мети ОС використовується абстрагування роботи користувачів комп'ютера від апаратури комп'ютера

Для цього ОС працює:

- в режимі користувача
- в режимі ядра

**Режим користувача** дозволяє:

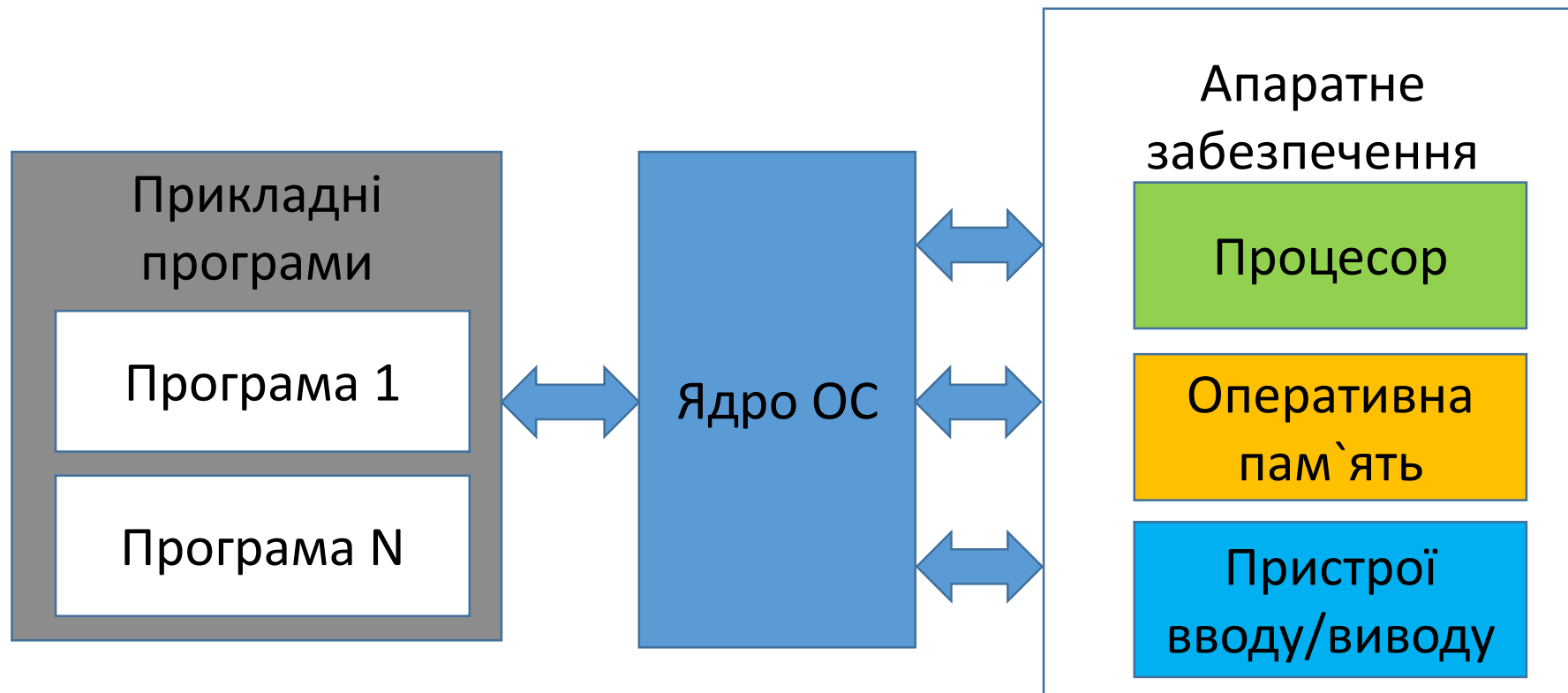
- запускати програмні утиліти ОС для автоматизації роботи, використовуючи інтерфейс:
  - текстовий інтерфейс командного рядку;
  - графічний інтерфейс
- запускати прикладні програми;
- взаємодіяти з абстрактною апаратурою через *API (Application Programming Interface)*



# Ядро операційної системи

**Інтерфейс** (англ. *Interface* - поверхня розділу, перекриття) – сукупність засобів, методів і правил взаємодії між елементами будь-якої системи

**Ядро** (англ. *Kernel*) – центральна частина ОС, яка реалізовує інтерфейс між прикладними процесами та обладнанням комп'ютера.



# Ядро ОС

Ядро ОС (Kernel) – частина ОС, яка:

- керує:
  - пам'яттю (віртуалізація пам'яті);
  - процесором (мульти-задачність);
  - INPUT/OUTPUT пристроями вводу/виводу (драйвери);
  - міжпроцесною комунікацією  
(*IPC - Inter Process Communications*) при взаємодії паралельних завдань;
  - файловою системою;
  - віртуальною файловою системою (*VFS – Virtual File System*);
  - телекомунікаційною взаємодією між комп'ютерами;
- надає *API* для програм в режимі користувача

# Типи ядер ОС

- **Монолітне ядро** – всі функції ядра як одна велика програма
- **Модульне ядро** – модифікація монолітного ядра, яка не вимагає повної перекомпіляції програмних модулів
- **Мікро-ядро** – всі функції ОС розділені на дві окремі частини
- **Гібридне ядро** – як компроміс між монолітним ядром і мікро-ядром
- **Екзо-ядро** – надає лише функції для взаємодії між процесами і безпечного виділення/звільнення ресурсів.
- **Нано-ядро** – найменше ядро, яке виконує лише обробку апаратних переривань, що генеруються пристроями комп'ютера

# Монолітне ядро ОС

Монолітне ядро (Monolithic kernel) – найстаріший спосіб організації роботи ОС:

- всі функції режиму ядра представлені як велика програма;
- всі частини ядра:
  - працюють у одному адресному просторі;
  - використовують загальні структури даних;
- компіляція ядра в об'єктний код виконується окремо для кожного комп'ютера з його особливою апаратурою;

Переваги ядра :

- швидкість роботи;
- складність несанкціонованої зміни.



# Модульне ядро ОС

**Недоліки** монолітного ядра:

- значна частина коду ядра не використовується і лише займає пам'ять;
- зайве витрачання часу на повну перекомпіляцію;
- помилка в роботі одного компоненту може порушити працездатність всієї ОС.

Модуль ядра, який завантажується (*Loadable Kernel Module, LKM, Kernel Loadable Modules, KLM, Kernel Modules, KMOD*) – об'єктний файл, який містить код, що розширює можливості ядра ОС.

Використовується для оперативної підтримки нових особливостей:

- апаратного забезпечення;
- файлових систем.

Після використання модуль може бути вивантажений для звільнення пам'яті.

# Мікро-ядро ОС

Всі функції ОС розділені на дві окремі частини.

**Мікро-ядро** - набір низькорівневих програмних викликів/сервісів, для:

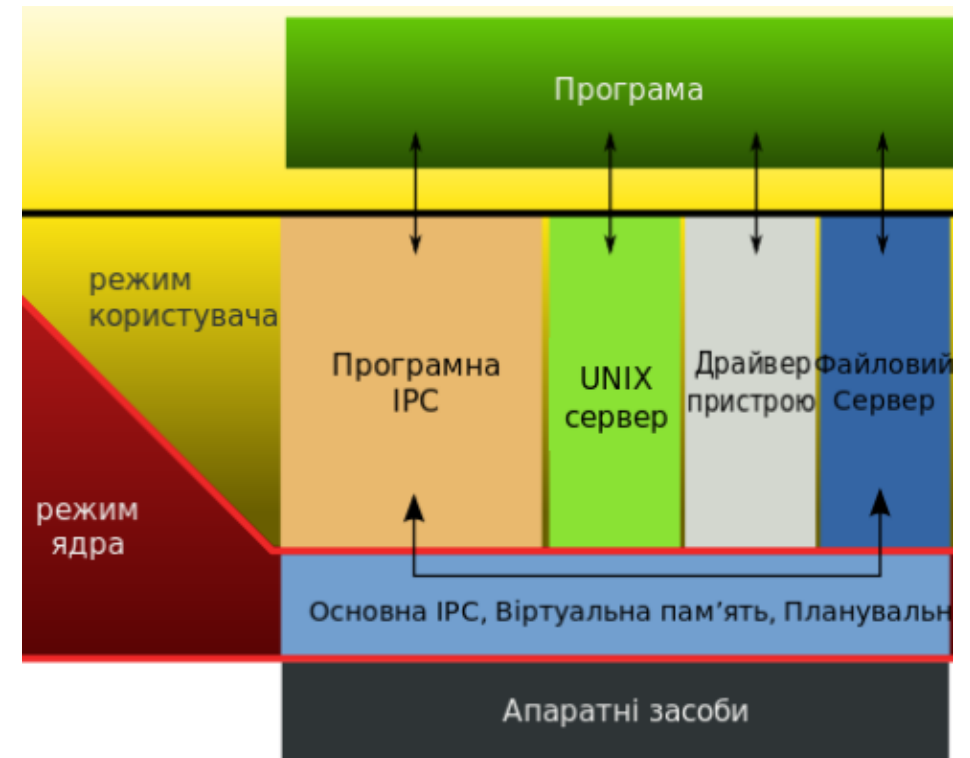
- управління пам'яттю;
- управління процесором;
- управління пристроєм вводу-виводу;
- здійснення *IPC*;

Інші функції працюють у просторі користувача як окремі процеси (сервери):

- драйвери пристроїв;
- реалізації файлових систем;
- мережева взаємодія

Приклади мікро-ядерних ОС:

- *Symbian OS; Windows CE; QNX; AIX;*
- *Minix* – створена у 1987 році Ендрю Таненбаумом для освітніх цілей;
- Лінус Торвальдс, досліджуючи *Minix*, почав створювати ядро *Linux*.





# Мікро-ядро ОС. Переваги та недоліки

## Переваги:

- невеликий розмір ядра;
- простота налагодження компонентів як звичайних процесів;
- надійність, коли помилка в одному з компонентів призведе до завершення лише одного процесу компонента;
- модульність, коли більше компонентів може бути запущено або зупинено за необхідністю;
- гарантована безпека, коли програмний код модуля невеликого розміру можна перевірити на правильність вручну або автоматично

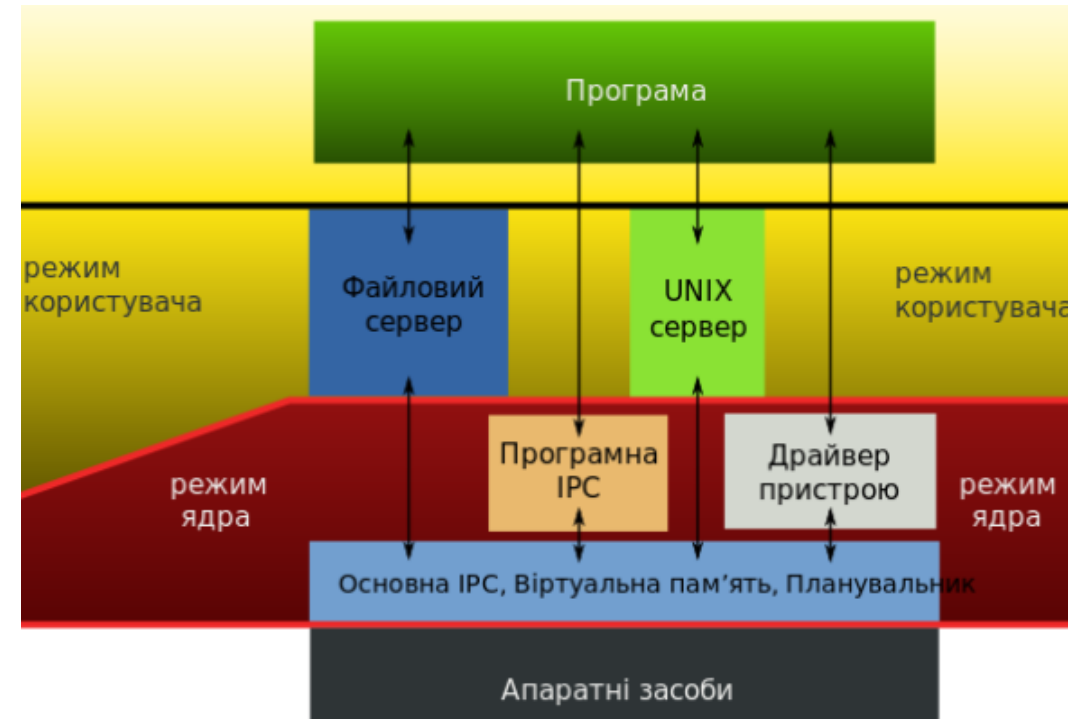
**Недолік:** високе споживання ресурсів через активне перемикання контексту під час *IPC*

# Гібридне ядро ОС

Монолітне ядро і мікро-ядро – дві крайнощі реалізації ядер ОС  
Змішане ядро має поєднувати переваги монолітного ядра та мікро-ядра

Гібридне ядро (Hybrid kernel) - модифіковане мікро-ядро, яке для прискорення роботи дозволяє запускати модулі ОС у просторі ядра:

- програмна реалізація *IPC*;
- драйвери пристроїв.



# Екзо-ядро. Нано-ядро ОС

Екзо-ядро є спрощеним, мінімалістичним мікро-ядром.

Екзо-ядро ОС надає:

- обмежений набір служб для взаємодії, координації між програмами;
- мінімум функцій для виділення і вивільнення ресурсів, контролю прав доступу до пристроїв комп'ютера.

Екзо-ядро HE:

- перемикає між процесами під час доступу до обладнання;
- абстрагує пристрої комп'ютера, чим займається спеціальна програмна бібліотека *libOS* на рівні користувача.

Нано-ядро - мінімалістичне ядро, яке виконує лише обробку апаратних переривань (сигналів), які генеруються пристроями комп'ютера.

Сьогодні нано-ядра використовуються для:

- віртуалізації апаратного забезпечення реальних комп'ютерів;
- реалізації механізму гіпервизора для управління віртуальними ОС.



Одеська Політехніка  
Інститут комп'ютерних систем  
Кафедра інформаційних систем  
Дисципліна «Операційні системи»



Дякую за увагу!  
Запитання?

Олександр А. Блажко,  
доцент кафедри інформаційних систем,  
E-mail: [blazhko@ieee.org](mailto:blazhko@ieee.org)  
Telegram-канал: [t.me/Operating\\_Systems\\_IS](https://t.me/Operating_Systems_IS)

Одеса, 15 травня 2023 року