



Операційні системи

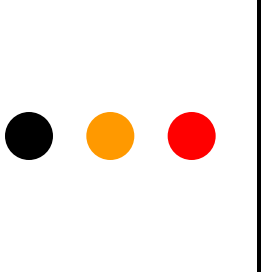
Лекція 7

Керування оперативною пам'яттю



План лекції

- Завдання керування пам'яттю
- Типи адрес
- Плaska і сегментна моделі пам'яті
- Методи розподілу пам'яті
- Розподіл пам'яті без застосування дискового простору
- Оверлеї
- Свопінг
- Віртуальна пам'ять



Завдання керування пам'яттю

- Відстеження вільної та зайнятої пам'яті
- Виділення пам'яті процесам і звільнення пам'яті після завершення процесу
- Витіснення процесів з оперативної пам'яті на диск і повернення їх в оперативну пам'ять (віртуальна пам'ять)
- Перетворення адрес



Типи адрес

- ▣ *Символьні адреси* (ідентифікатори змінних, мітки переходів у програмах на алгоритмічних мовах)
 - Транслятор
- ▣ *Віртуальні адреси* (умовні адреси)
 1. Переміщувальний завантажувач (статичне перетворення)
 2. Динамічне перетворення апаратними засобами
- ▣ *Фізичні адреси* (номери комірок фізичної пам'яті)
- ▣ Сукупність віртуальних адрес процесу називається *віртуальним адресним простором* (у загальному випадку не дорівнює обсягу фізичної пам'яті)



Моделі пам'яті

- Для забезпечення коректної адресації незалежно від розташування програми в оперативній пам'яті комп'ютера в якості віртуальних адрес використовуються *відносні адреси*, тобто зміщення від деякої *базової адреси*
- *Пласка (flat) модель пам'яті*
 - Кожному процесу виділяється єдина неперервна послідовність віртуальних адрес
 - Зміщення дозволяє однозначно вказати на положення даних або команди в адресному просторі процесу
- *Сегментна модель пам'яті*
 - Адресний простір процесу поділяється на окремі частини, які називаються *сегментами* (зустрічаються також інші назви: *секції, області*)
 - Віртуальна адреса задається парою чисел (n, m) , де n визначає сегмент, а m – зміщення в даному сегменті
 - Сегментна модель є більш складною, але й більш гнучкою

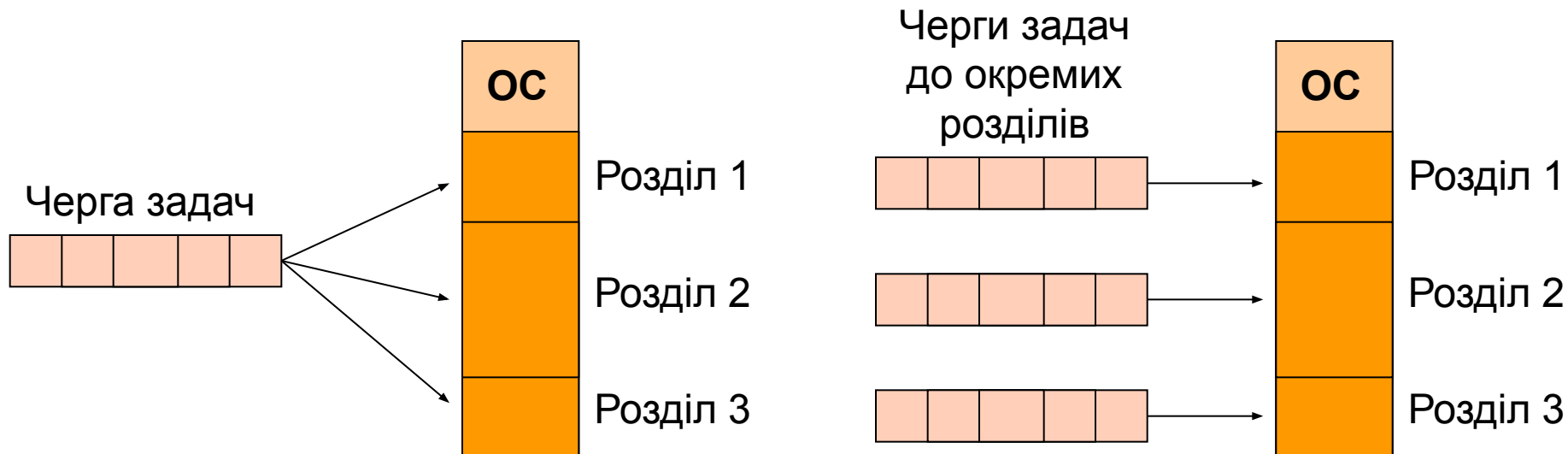


Методи розподілу пам'яті

- Без застосування дискового простору
 - *Фіксовані розділи*
 - *Динамічні розділи* (розділи змінної величини)
 - *Переміщувані розділи*
- Із застосуванням дискового простору (віртуальна пам'ять)
 - *Сегментний розподіл*
 - *Сторінковий розподіл*
 - *Сегментно-сторінковий розподіл*

Фіксовані розділи

- Вибір розділу, що підходить за розміром
- Завантаження програми і налаштування адрес





Динамічні розділи

□ Завдання ОС:

- Ведення таблиць вільних і зайнятих областей (стартові адреси і розміри ділянок пам'яті)
- Під час надходження нової задачі – аналіз запиту, перегляд таблиці вільних областей і вибір розділу за одним з алгоритмів:
 - Перший знайдений розділ достатнього розміру
 - Найменший розділ достатнього розміру
 - Найбільший розділ (достатнього розміру)
- Завантаження задачі у виділений розділ і коригування таблиць вільних і зайнятих областей
- По завершенні задачі – коригування таблиць вільних і зайнятих областей

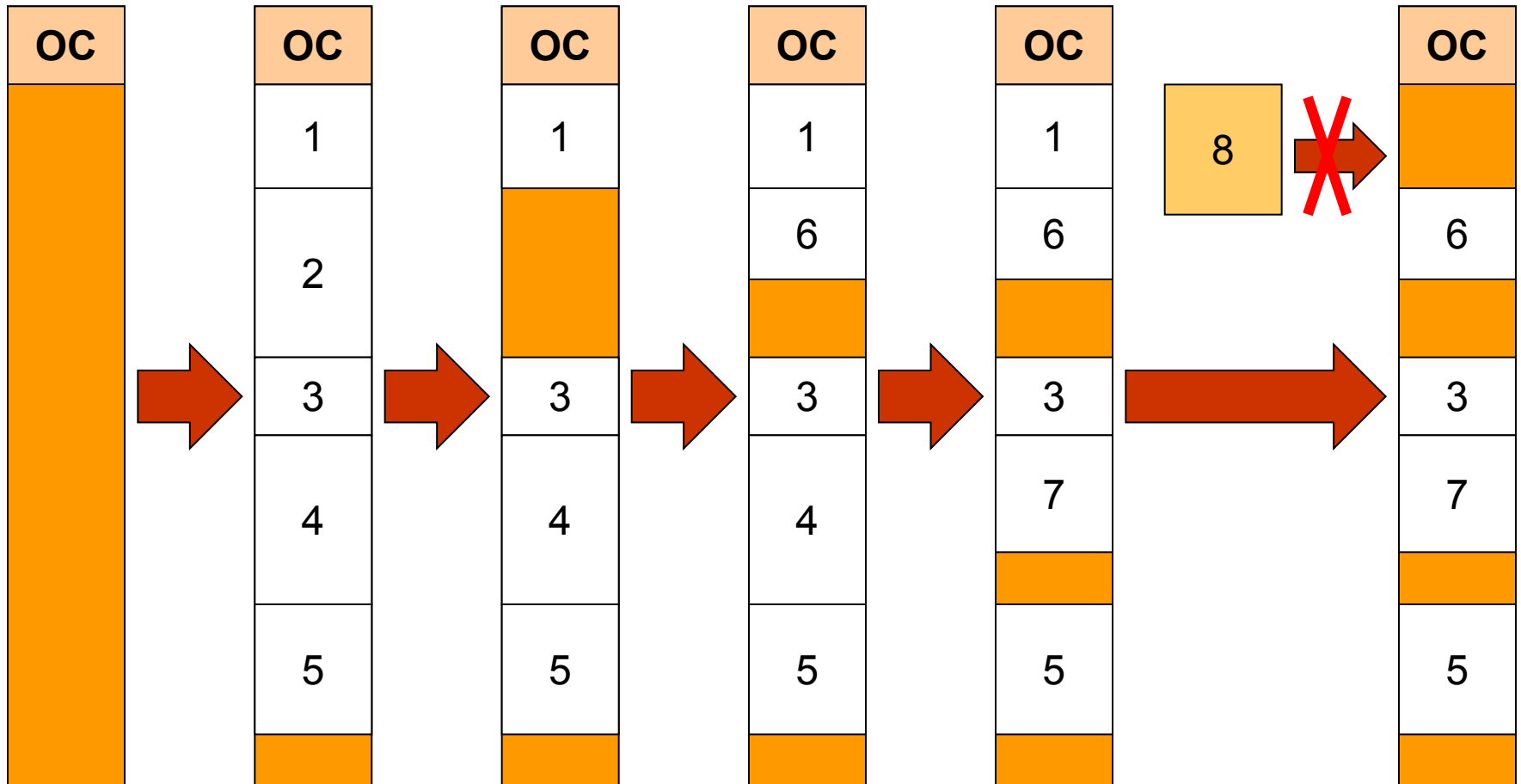
+ Перевага

- У процесі виконання програмний код не переміщується – можна налаштувати адреси одноразово

– Недолік

- *Фрагментація!!!*

Динамічні розділи





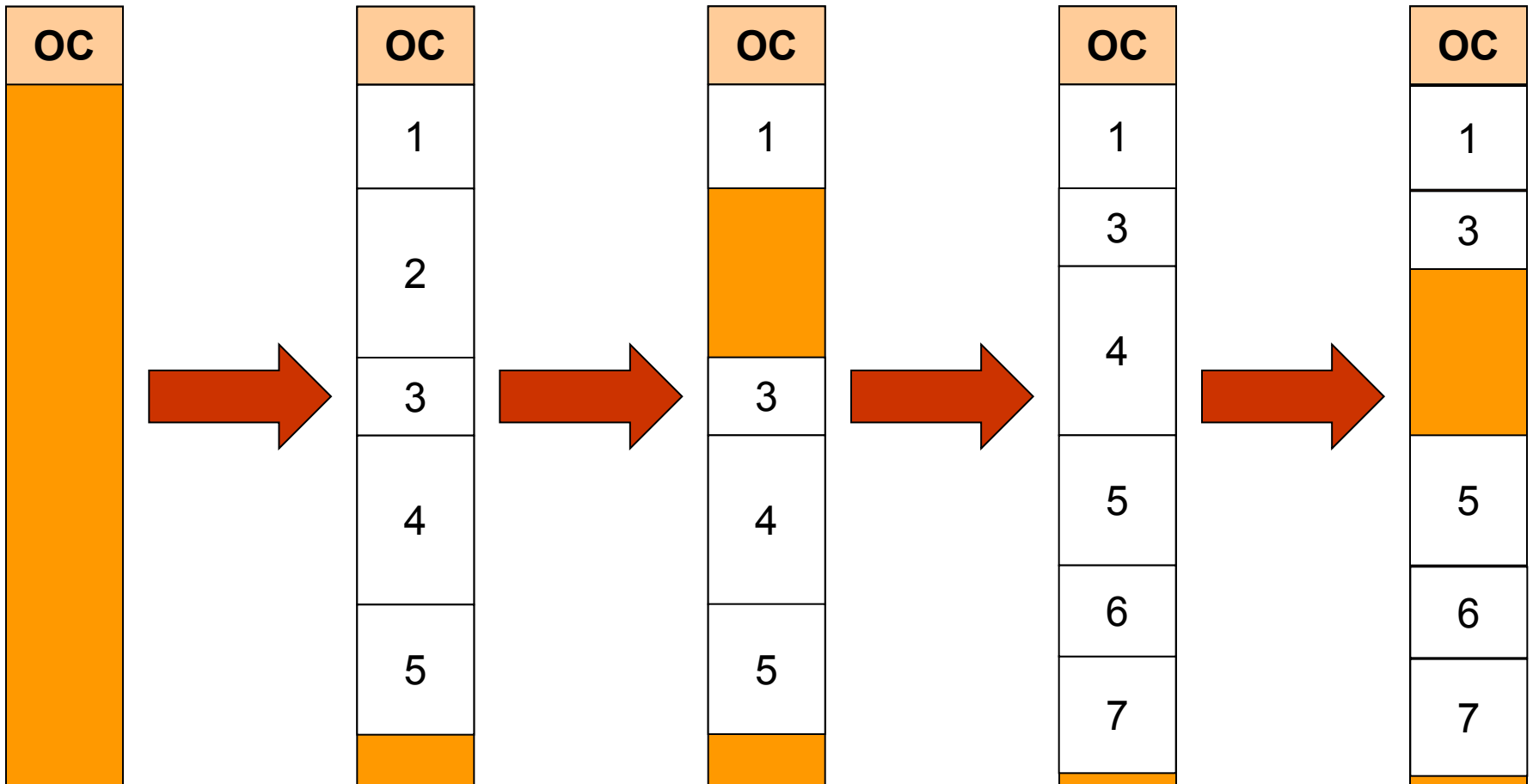
Переміщувані розділи

Те ж саме, що й динамічні розділи, плюс:

- Система періодично усуває фрагментацію пам'яті шляхом переміщення усіх розділів у бік більших (або менших) адрес
 - Процедура називається **стискання пам'яті**
 - Може виконуватись:
 - Або завжди, коли завершується задача
 - Або лише тоді, коли для нового розділу не вистачає пам'яті
- Недолік:
 - Необхідно динамічне перетворення адрес

Переміщувані розділи

Стискання





Розподіл пам'яті з використанням дискового простору

▣ *Оверлей (Overlay)*

- У процесі виконання програми окремі програмні модулі завантажуються з диску
- Реалізується засобами прикладних програм

▣ *Свопінг (Swapping)*

- Процеси у стані очікування повністю вивантажуються на диск

▣ *Віртуальна пам'ять (Virtual Memory)*

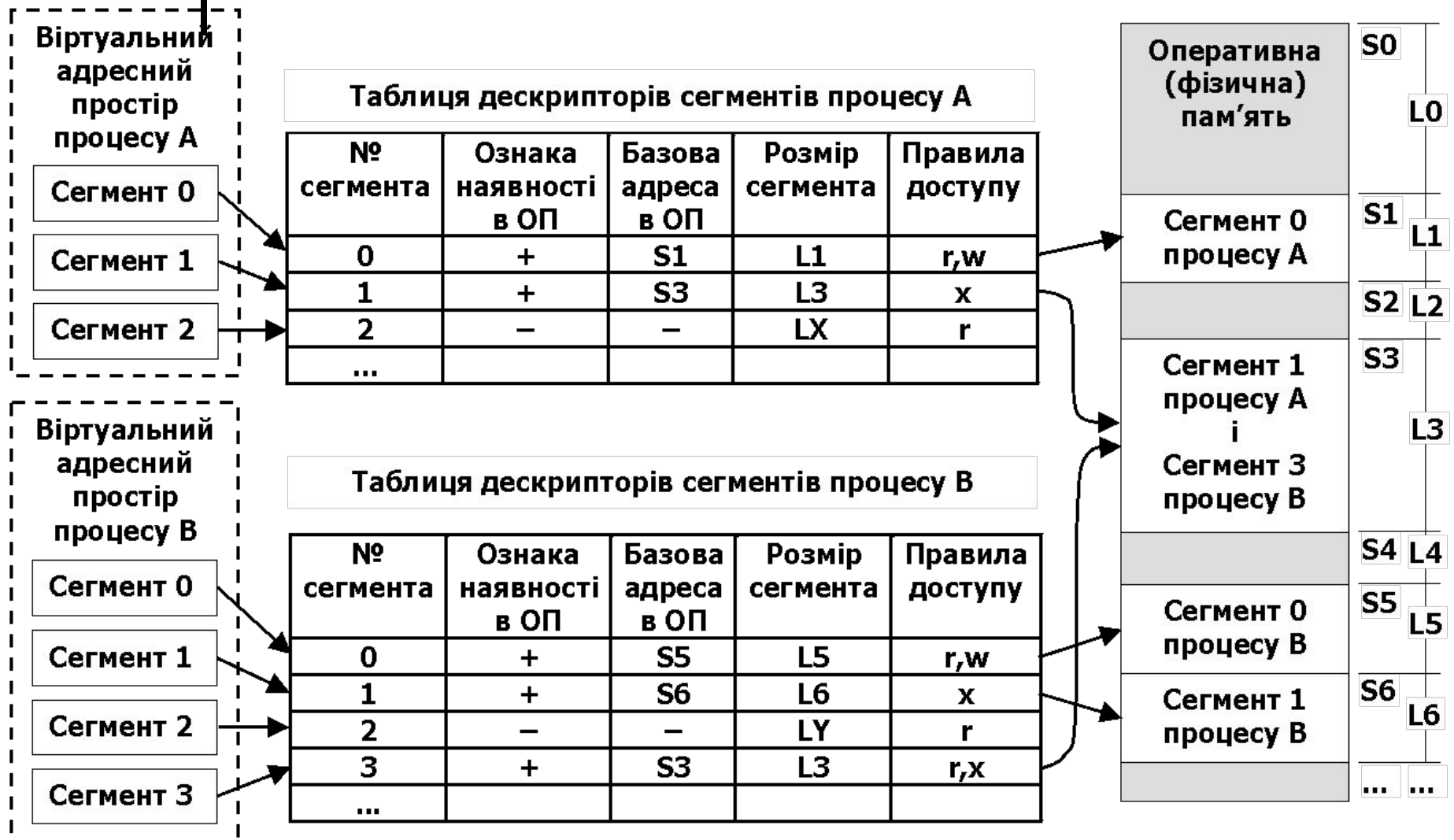
- Сукупність програмно-апаратних засобів, що дозволяє процесам використовувати більший обсяг пам'яті, ніж є наявної оперативної пам'яті
 - Розміщення коду і даних у пристроях пам'яті різного типу
 - Переміщення коду і даних між пристроями пам'яті різного типу
 - Перетворення віртуальних адрес у фізичні



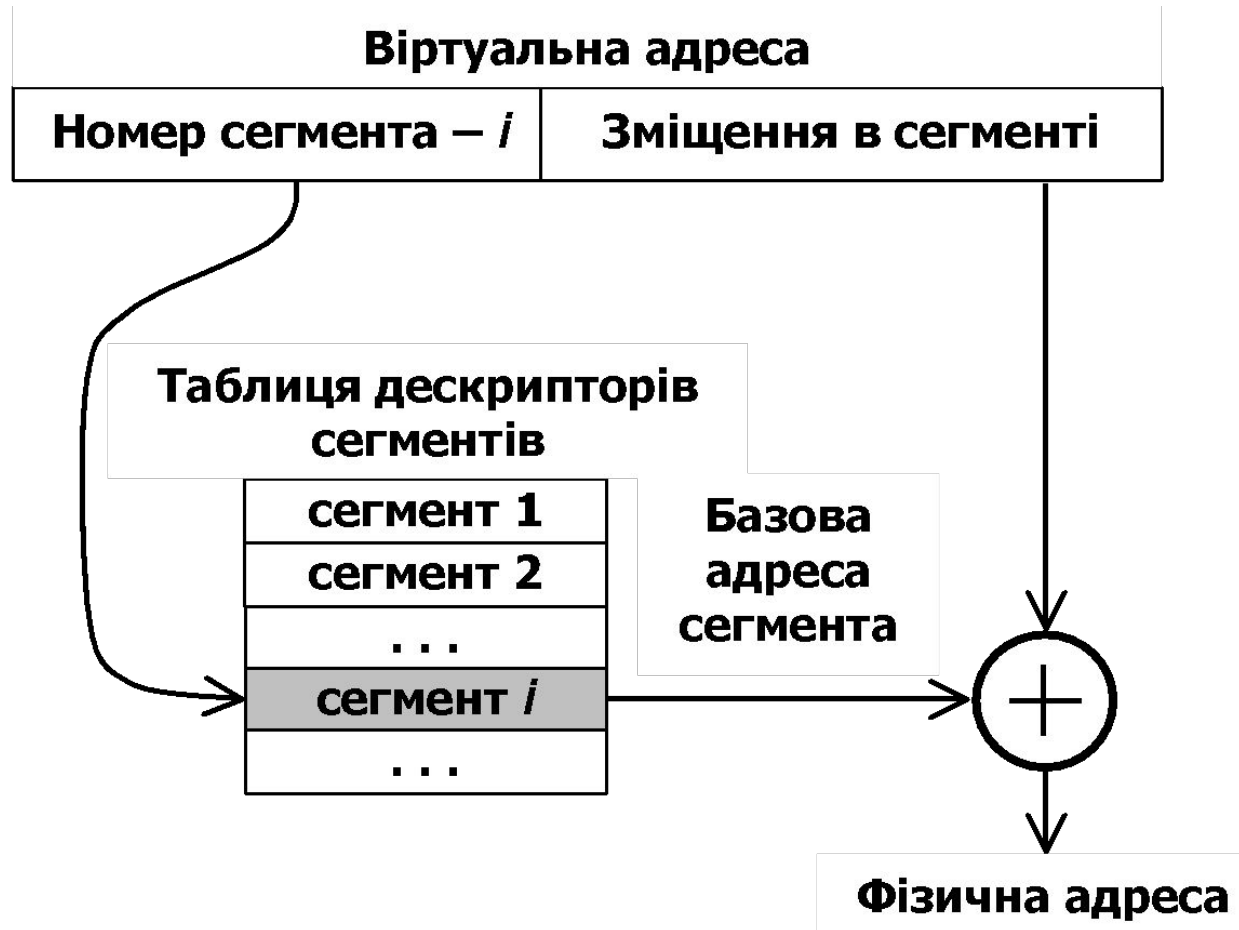
Сегментний розподіл пам'яті

- ▣ *Сегмент* – це неперервна область віртуального адресного простору довільного розміру, виділена з урахуванням типу даних, які в ній знаходяться
- ▣ Віртуальний адресний простір процесу складається з окремих сегментів, розмір кожного з яких обмежується розрядністю адресації
 - При 16-розрядній адресації – до 64 кБ
 - При 32-розрядній адресації – до 4 ГБ
- ▣ Відомості про сегменти оформлюються у вигляді таблиці, кожний рядок якої містить інформацію про окремий сегмент (*дескриптор сегмента*):
 - Базова фізична адреса процесу в оперативній пам'яті
 - Розмір сегмента
 - Тип сегмента
 - Правила доступу до сегмента
 - Ознака наявності сегмента в оперативній пам'яті
 - Ознака модифікації сегмента
 - Інші відомості
- ▣ Сегментний розподіл передбачає, що деякі сегменти можуть бути повністю витіснені на диск

Сегментний розподіл пам'яті



Трансляція віртуальної адреси при сегментній організації пам'яті





Сторінковий розподіл пам'яті

- ▣ *Сторінка* – це неперервна область віртуального адресного простору порівняно невеликого фіксованого розміру, виділена без урахування типу даних, які в ній знаходяться
- ▣ Для сторінок, як і для сегментів, застосовуються дескриптори, але структура їх значно простіша:
 - Номер фізичної сторінки в оперативній пам'яті, в яку завантажена ця віртуальна сторінка
 - Ознака наявності в оперативній пам'яті
 - Ознаку модифікації сторінки (якщо модифікації не було, в разі необхідності звільнити пам'ять сторінку можна просто “затерти”)
 - Ознаку звернення до сторінки (використовується для вибору сторінок-кандидатів для витіснення на диск)
- ▣ Типовий розмір сторінки – 4 кБ (величезна таблиця сторінок)
 - Віртуальний адресний простір поділяють на розділи однакового розміру, який підбирають таким чином, щоби таблиця сторінок одного розділу займала рівно одну сторінку
 - Для кожного розділу формують свою таблицю сторінок
 - Таблиці витискаються на диск разом із відповідними розділами
 - Дескриптори таблиць сторінок аналогічні дескрипторам звичайних сторінок, вони формують окрему таблицю, яку називають *таблицею розділів* або *каталогом сторінок*.

Сторінковий розподіл пам'яті

Віртуальний
адресний
простір
процесу А:
віртуальні
сторінки

0
1
2
3

Таблиця сторінок процесу А

Ознака наявності в ОП	№ фізичної сторінки	Інші ознаки
+	4	
+	10	
-	-	
+	2	

Віртуальний
адресний
простір
процесу В:
віртуальні
сторінки

0
1
2
3
4

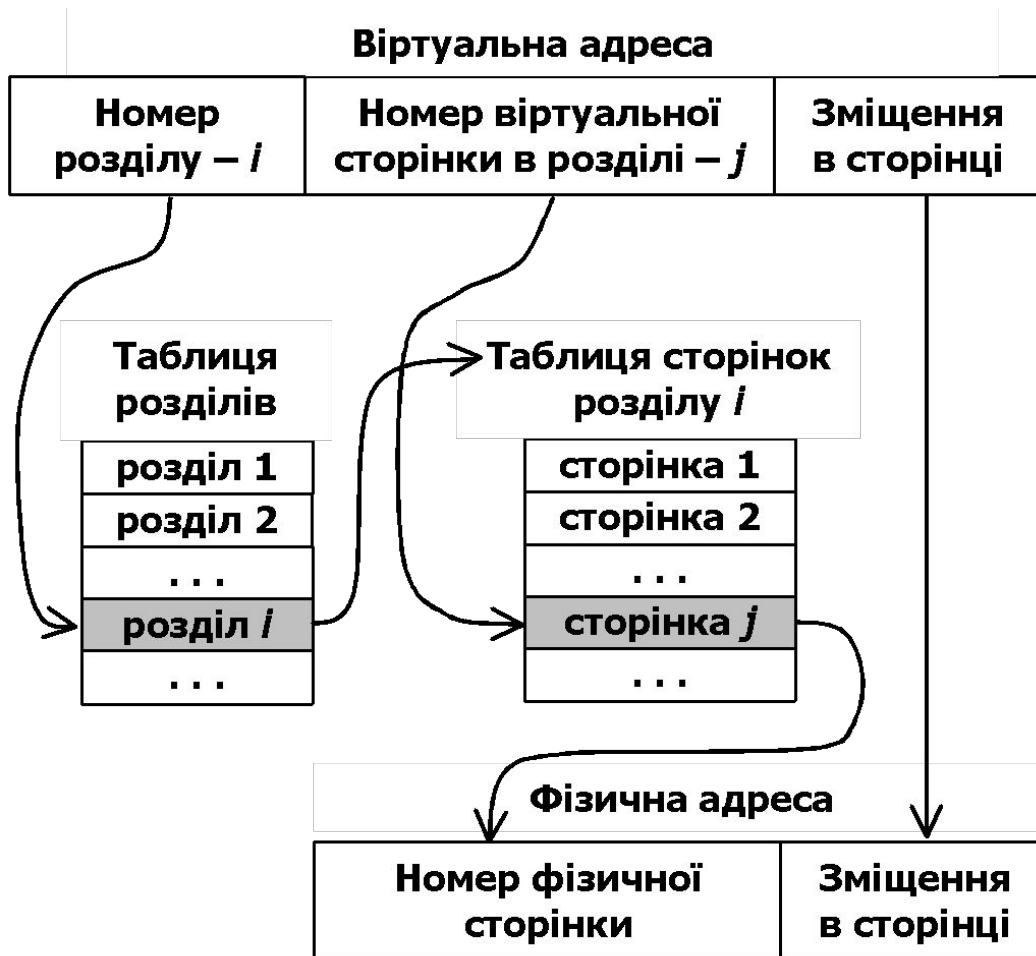
Таблиця сторінок процесу В

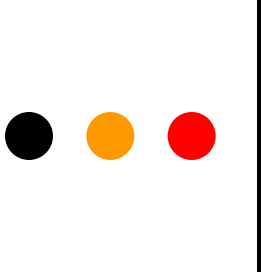
Ознака наявності в ОП	№ фізичної сторінки	Інші ознаки
+	6	
-	-	
-	-	
+	12	
+	13	

Оперативна пам'ять:
фізичні сторінки

0	
1	
2	стор. 3, проц. А
3	
4	стор. 0, проц. А
5	
6	стор. 0, проц. В
7	стор. 1, проц. А
8	
9	
10	стор. 1, проц. А
11	
12	стор. 3, проц. В
13	стор. 4, проц. В
...	

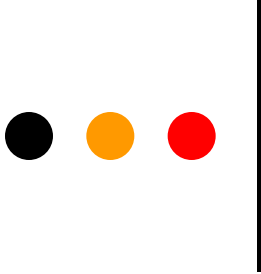
Трансляція віртуальної адреси при дворівневій сторінковій організації пам'яті





Завантаження- вивантаження сторінок

- Під час кожного звернення до пам'яті здійснюється зчитування інформації про віртуальну сторінку з таблиці сторінок
- Якщо сторінка є в пам'яті – здійснюється перетворення віртуальної адреси у фізичну
- Якщо сторінки немає – здійснюється така послідовність дій:
 - Сторінкове переривання
 - Процес переводять у стан очікування
 - Обробник сторінкового переривання знаходить сторінку на диску і намагається завантажити її у пам'ять
 - Якщо вільне місце є, сторінка завантажується у пам'ять
 - Якщо місця немає – здійснюється вибір сторінки, яку необхідно вивантажити з пам'яті
 - Перша знайдена сторінка
 - Сторінка, що довше за усіх не використовувалась
 - Сторінка, звернень до якої було менше за усіх
 - Якщо обрану сторінку модифікували – її записують на диск
 - Якщо обрану сторінку не модифікували – її просто видаляють з пам'яті



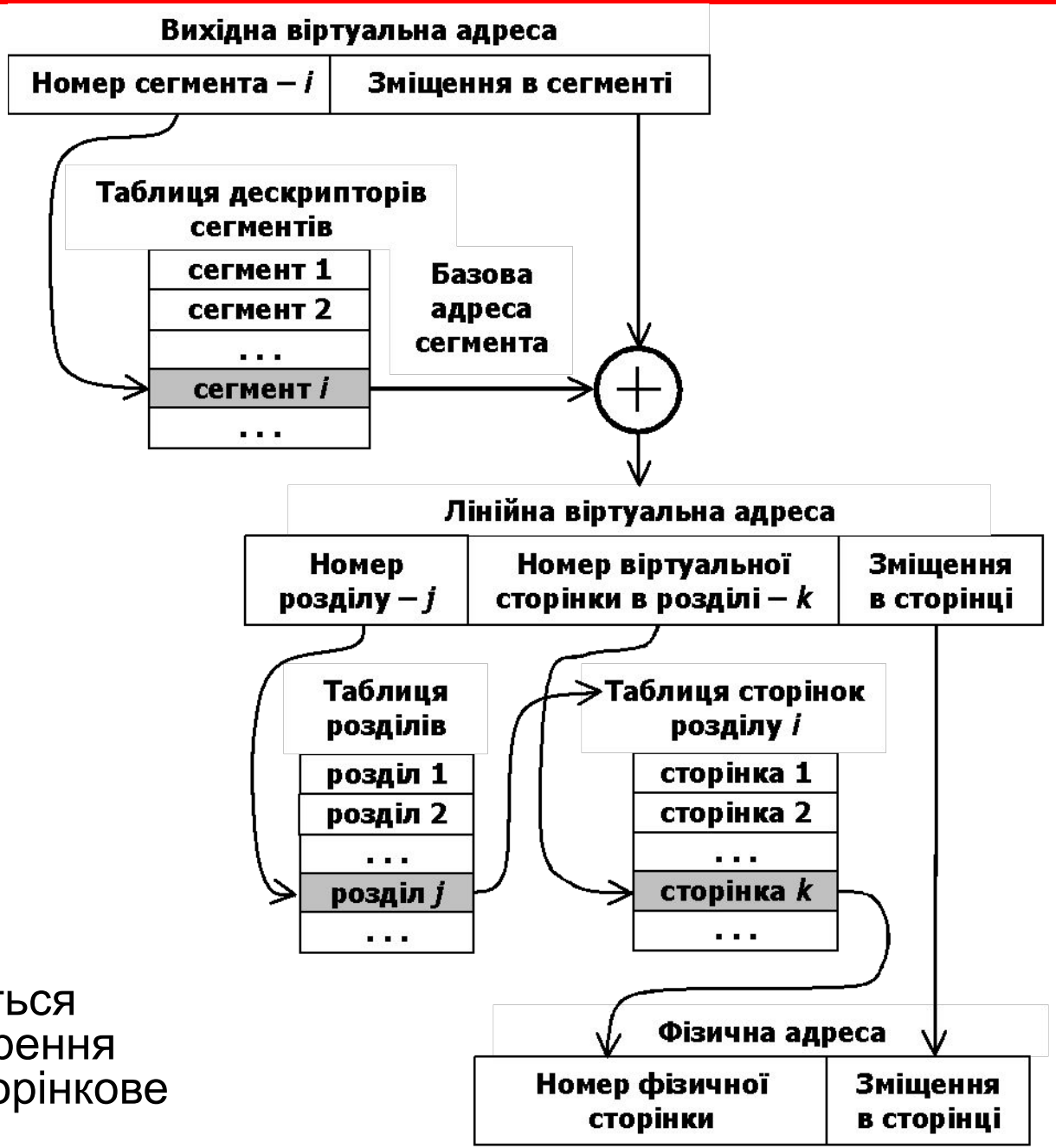
Сегментний і сторінковий розподіли пам'яті: переваги і недоліки

- **Перевага сегментів** – в їх типізації
 - Дозволяє здійснювати диференційоване керування доступом у відповідності до типу даних, що містяться у сегменті:
 - Заборона записування у сегмент, де містяться коди програми
 - Заборона виконання процесором фрагментів програмного коду, що містяться у сегменті даних
 - Сегментний розподіл є основою для реалізації захисту областей пам'яті
- **Перевага сторінок** – в однаковому і невеликому розмірі
 - Легше і швидше завантажити і вивантажити певну кількість сторінок однакового розміру, ніж один великий сегмент
 - Сторінковий розподіл переважно застосовується для реалізації механізму обміну інформацією між фізичною пам'яттю і диском.



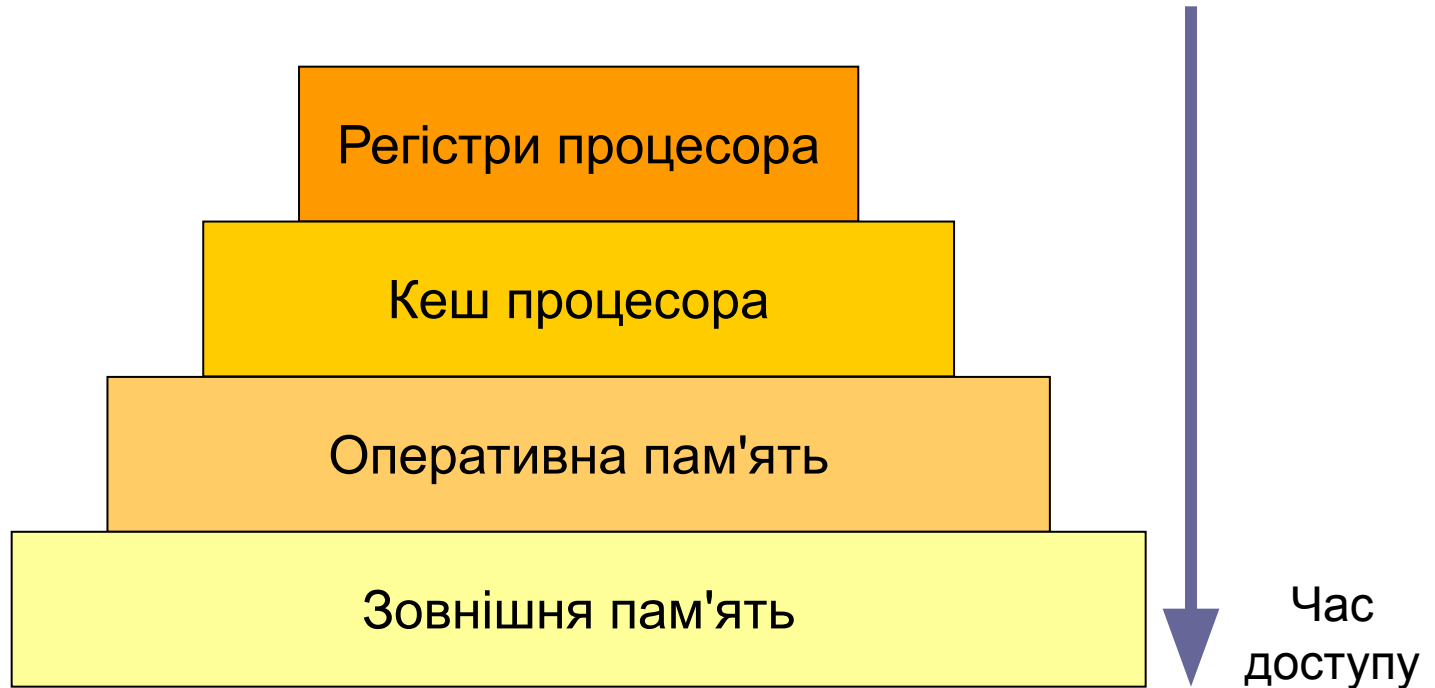
Сегментно-сторінковий розподіл пам'яті

- Спочатку здійснюється сегментне перетворення адреси, а далі – сторінкове



Ієрархія пристроїв пам'яті

Вартість у
розрахунку
на 1 байт





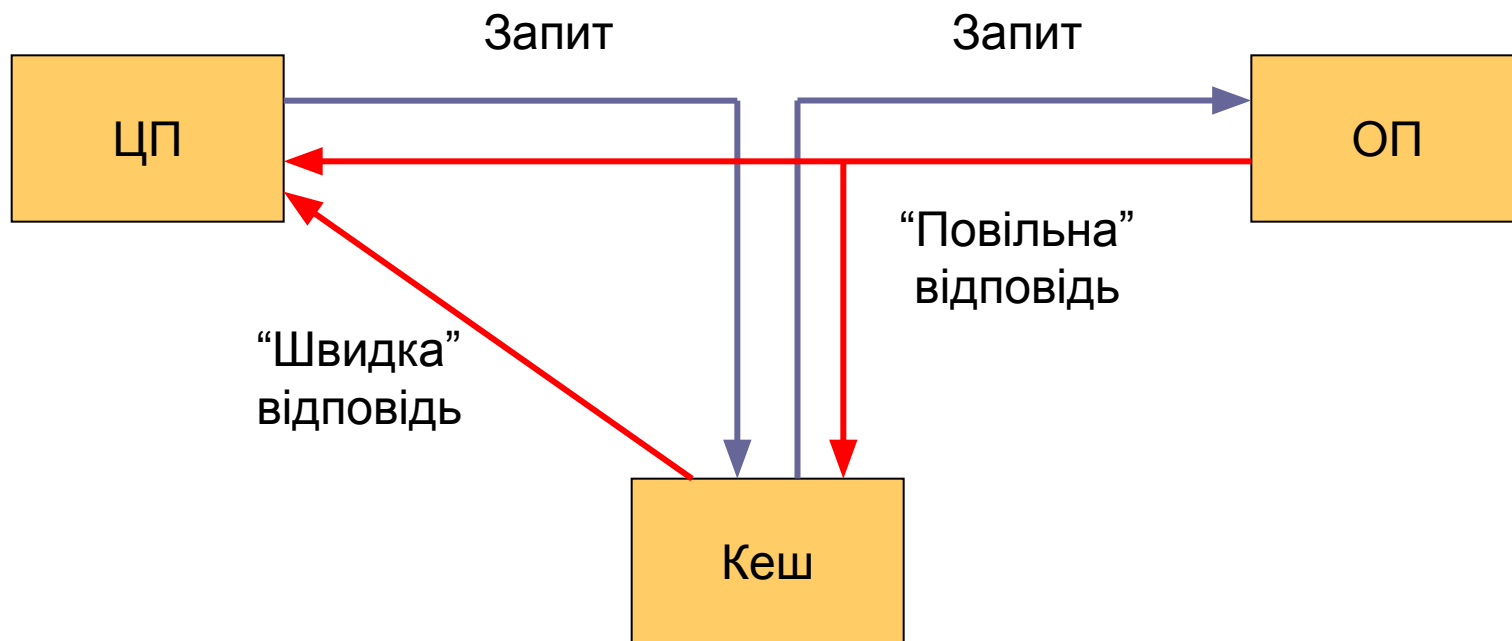
Кеш-пам'ять

- ▣ *Кеш-пам'ять* – це спосіб організації сумісного функціонування 2-х типів пристроїв пам'яті, що дозволяє знизити середній час доступу до даних за рахунок копіювання у “швидкий” пристрій частини даних з “повільного” пристрою
- ▣ Іноді кеш-пам'яттю називають не лише спосіб, але й сам швидкий пристрій
- ▣ Дані у кеш-пам'яті зберігаються прозоро (немає власної адресації, застосовуються адреси з повільного пристрою)
- ▣ Середній час доступу:

$$t = t_{\text{повільн}} (1 - p) + t_{\text{швидк}} p$$

p – ймовірність потрапляння в кеш (велика! $\sim 0,9$)

Схема функціонування





Локальність даних

▢ *Часова локальність*

- Якщо відбулося звернення до пам'яті за певною адресою, то з великою ймовірністю найближчим часом відбудеться повторне звернення за тією ж адресою
- Обґрунтовує ефективність копіювання даних в кеш під час зчитування

▢ *Просторова локальність*

- Якщо відбулося звернення до пам'яті за певною адресою, то з великою ймовірністю наступне звернення відбудеться за сусідньою адресою
- Обґрунтовує ефективність випереджаючого зчитування даних в кеш