

### ПРАКТИЧНЕ ЗАНЯТТЯ № 3

**Тема:** Інформований пошук та дослідження простору станів.

**Мета:** Навчитися розв'язувати задачі методами інформованого пошуку, досліджувати простір станів.

Перелік питань, які студент повинен знати: інформований пошук, жадібний пошук за першим найкращим співпаданням, пошук  $A^*$ : мінімізація сумарної вартості, евристичний пошук

#### Короткі теоретичні відомості

Як зазначалося раніше, задачу формально визначають чотири компоненти: початковий стан, опис можливих дій агента, оцінка вартості варіантів і перевірка мети.

Початковий стан та перелік можливих дій агента неявно визначають простір станів задачі – множину усіх станів, що є досяжними із початкового стану. Простір станів утворює орієнтований граф, вершини якого відповідають станам, а ребра – можливим діям. Шляхом у просторі станів є послідовність станів, з'єднаних послідовністю дій. У такому випадку розв'язання задачі відповідає певному шляху у графі. Тому і розв'язок задачі зводиться до пошуку шляху на графі.

**Інформованим** називається пошук, у якому, окрім відомих початкових даних та цілі пошуку, використовуються знання, що стосуються даної предметної області.

Відомо декілька стратегій інформованого пошуку:

- жадібний пошук за першим найкращим співпаданням;
- пошук  $A^*$ : мінімізація сумарної вартості;
- евристичний пошук.

Головним компонентом цих алгоритмів є **евристична функція**, позначена  $h(n)$ :  
 $h(n)$  = оцінка вартості найдешевшого шляху від вершини  $n$  до цільової вершини

**Використання жадібного пошуку за першим найкращим співпаданням** передбачає розгляд вершини, яка знаходиться найближче до цілі, припускаючи, що вона найшвидше приведе до розв'язку. Таким чином, оцінка вершин здійснюється із використанням лише евристичної функції:  $f(n) = h(n)$ .

**Приклад 11.** Знайдемо шлях від Києва до Херсона, використовуючи жадібного пошук за першим найкращим співпаданням. Відома відстань від кожного міста по прямій до Херсона (табл. 4).

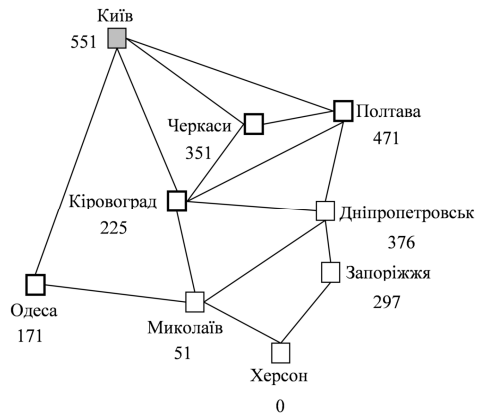
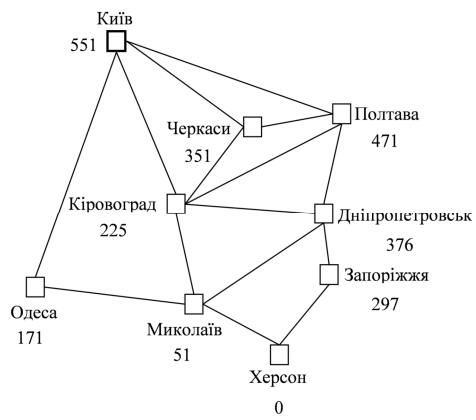
Таблиця 4

Таблиця відстаней від міст по прямій до Херсона

Місто	Відстань по прямій до Херсону	Місто	Відстань по прямій до Херсону
Київ	551	Миколаїв	51
Полтава	471	Дніпропетровськ	376
Черкаси	351	Запоріжжя	297
Кіровоград	225	Херсон	0
Одеса	171		

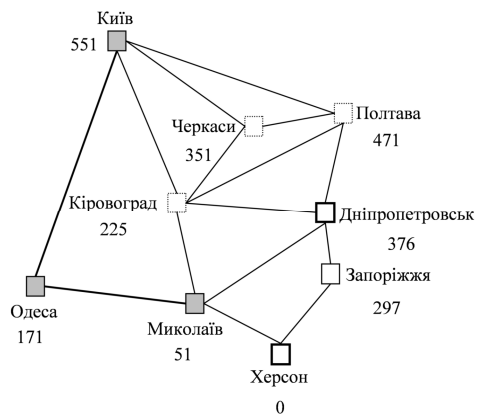
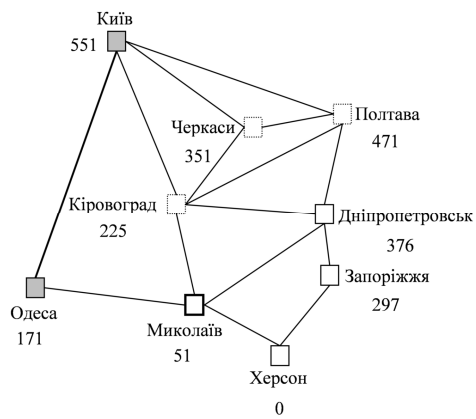
Евристична функція  $h(n)$  – відстань по прямій від кожного міста до Херсона.

Дерево пошуку шляху із Києва до Херсона відображено на рис. 10.



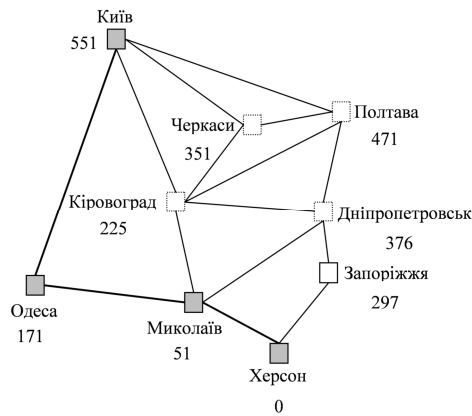
**а)**

**б)**



**в)**

**г)**



д)

**Рис. 10 – Дерево пошуку маршруту із Києва у Херсон:** а) початковий стан; б) розгортка вершини Київ; в) розгортка вершини Одеса; г) розгортка вершини Миколаїв; д) цільовий стан.

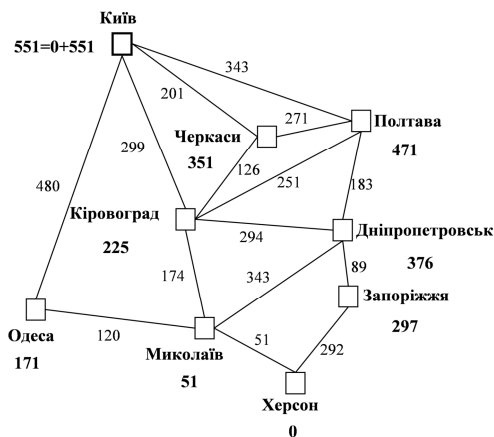
Отже, шлях із Києва до Херсона є маршрутом Київ – Одеса – Миколаїв – Херсон.

**В алгоритмі пошуку  $A^*$  (читається як «А зірочка»):** мінімізація сумарної вартості здійснюють оцінку вершин, які містять  $g(n)$  – вартість досягнення даної вершини, та  $h(n)$  – вартість пересування від даної вершини до цілі:

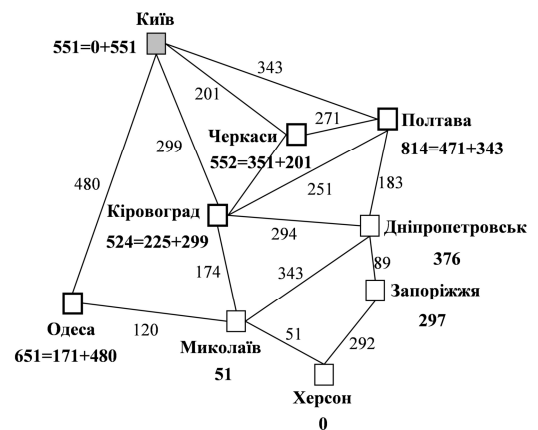
$$f(n) = g(n) + h(n).$$

**Приклад 12.** Знайдемо шлях від Києва до Херсона, використовуючи алгоритм пошуку  $A^*$ . Відома відстань від кожного міста по прямій до Херсона (табл. 4). Відстань між містами позначена на графі.

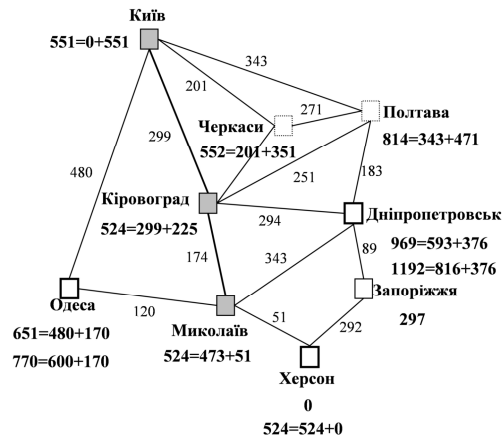
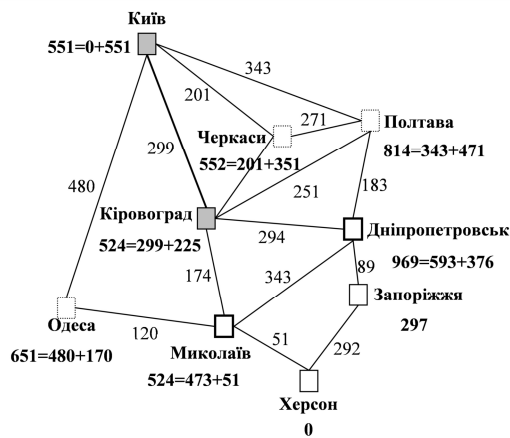
Дерево пошуку шляху із Києва до Херсона відображено на рисунку 11.



а)

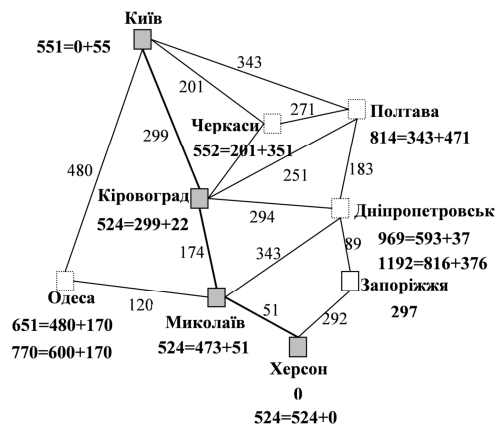


б)



в)

г)



д)

**Рис. 11 – Дерево пошуку маршруту із Києва у Херсон:** а) початковий стан; б) розгортка вершини Київ; в) розгортка вершини Кіровоград; г) розгортка вершини Миколаїв; д) цільовий стан.

Отже, шлях із Києва до Херсона є маршрутом Київ – Одеса – Миколаїв – Херсон.

Евристичний пошук передбачає використання евристик – тверджень, які впливають із досвіду та інтуїції дослідника, але не мають строгого математичного обґрунтування.

### Завдання для роботи в аудиторії

Існує транспортна мережа між містами СНД. Мережа наведена у вигляді таблиці зв'язків між містами (див. додаток 1). Зв'язки є

двосторонніми, тобто передбачають рух у двох напрямках. Відстань до пункту призначення з'ясувати за географічною картою. Виконати:

- 1) жадібний пошук за першим найкращим співпаданням;
- 2) пошук A\*: мінімізація сумарної вартості

між містами Рига – Одеса.

Зобразити на графі обраний маршрут. Зробити висновки.

### **Завдання для самостійного опрацювання**

Існує транспортна мережа між містами СНД. Мережа наведена у вигляді таблиці зв'язків між містами (див. додаток 1). Зв'язки є двосторонніми, тобто передбачають рух у двох напрямках. Відстань до пункту призначення з'ясувати за географічною картою. Виконати:

- 1) жадібний пошук за першим найкращим співпаданням;
- 2) пошук A\*: мінімізація сумарної вартості.

Зобразити на графі обраний маршрут. Зробити висновки.

Варіанти завдань:

Номер варіанту	Пункт відправлення	Пункт призначення
1.	Мурманськ	Одеса
2.	Санкт-Петербург	Житомир
3.	Казань	Таллінн
4.	Харків	Нижній Новгород
5.	Брест	Казань
6.	Самара	Ярославль
7.	Уфа	Рига
8.	Мурманськ	Сімферополь
9.	Вільнюс	Одеса
10.	Київ	Казань
11.	Житомир	Нижній Новгород
12.	Рига	Казань
13.	Київ	Мурманськ
14.	Таллінн	Нижній Новгород
15.	Санкт-Петербург	Одеса

### **Контрольні питання**

1. У чому суть інформованого пошуку? Які стратегії цієї групи методів вам відомі?
2. Дайте визначення поняття «простір станів»?
3. У чому полягає сутність жадібного пошуку за першим найкращим співпаданням?
4. Назвіть переваги та недоліки стратегії жадібного пошуку за першим найкращим співпаданням?

5. У чому полягає сутність пошуку A\*: мінімізація сумарної вартості?
6. У чому полягає сутність евристичного пошуку?
7. Яка стратегія інформованого пошуку є найефективнішою?