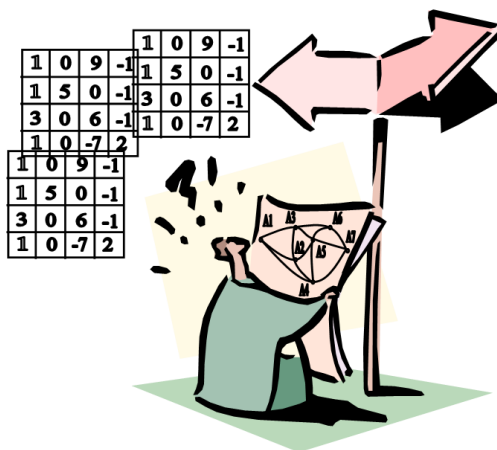




*Мічківський С. М., Тимофєєва К.В., Гаркуша В.В.*

## **СИСТЕМИ ТА МЕТОДИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

*для студентів галузей знань F (12) «Інформаційні технології» (0613 Software and applications development and analysis)*



Система оцінювання академічних досягнень студентів з дисципліни

«Системи та методи прийняття рішень»

№ з/п	Тип контролю	Оцінка в балах	Примітка
<b>Поточний контроль</b>			
1.	<b>Індивідуальне завдання № 1.</b> Визначення множини Еджворта–Парето	5	17 варіантів (100 % до кінця 10 тижня навчання)
2.	<b>Індивідуальне завдання № 2.</b> Метод лексикографічного впорядкування	2	13 варіантів (100 % до кінця 10 тижня навчання)
3.	<b>Індивідуальне завдання № 3.</b> Метод варіювання зваженої суми критеріїв (лінійної згортки)	5	15 варіантів (100 % до кінця 10 тижня навчання)
4.	<b>Індивідуальне завдання № 4.</b> Метод аналізу ієрархій (метод аналітичної ієрархії)	7	11 варіантів (100 % до кінця 14 тижня навчання)
5.	<b>Індивідуальне завдання № 5.</b> Методи аналізу колективних рішень (вибори)	7	7 варіантів (100 % до кінця 14 тижня навчання)
6.	<b>Індивідуальне завдання № 6.</b> Метод Дельфі (метод прийняття колективних рішень у малих групах)	4	Самостійне визначення предметної області (100 % до кінця 14 тижня навчання)
7.	<b>Активність</b> – участь в обговоренні на лекціях та практичних заняттях	20	
<b>Всього за поточним контролем</b>		<b>50</b>	
<b>Підсумковий контроль</b>			
Підсумковий контроль у формі тестів та завдань		40	
Екзамен/залік (усне опитування)		10	
<b>Всього за дисципліною</b>		<b>100</b>	
<b>Додаткові види завдань (додаткові бали)</b>			
<b>1. Підготовка реферату та доповідь</b>		10	Теми доповідей погоджуються з викладачем
<b>2. Розробка комп'ютерної програми реалізації одного із методів</b>		30	Технічне завдання на програмне забезпечення погоджується з викладачем

ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД  
УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ ТА ПРАВА "КРОК"

*С. М. Мічківський, Тимофєєва К.В., Гаркуша В.В.*

**СИСТЕМИ ТА МЕТОДИ  
ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ  
МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**

*для студентів галузей знань F (12) «Інформаційні технології» (0613 Software  
and applications development and analysis)*

2025 р.

**Мічківський С. М., Тимофєєва К.В., Гаркуша В.В.**

**М 706** Системи та методи прийняття рішень: методичні вказівки. Київ: Університет економіки та права "КРОК", 2025. 87 с.

**Автори:** *Мічківський Сергій Миколайович*, кандидат економічних наук, доцент, старший науковий співробітник, директор навчально-наукового інституту інформаційних та комунікаційних технологій, завідувач кафедри комп'ютерних наук Університету економіки та права "КРОК";

*Тимофєєва Катерина Володимирівна*, асистент кафедри інформаційного менеджменту, математики та статистики Університету економіки та права "КРОК";

*Гаркуша Віктор Володимирович*, кандидат фізико-математичних наук, доцент, доцент кафедри інформаційного менеджменту, математики та статистики, начальник навчально-методичного управління Університету економіки та права "КРОК".

**Рецензент:** *В. Б. Гіміс*, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інтелектуальних систем прийняття рішень, Донбаської державної машинобудівної академії.

Методичні вказівки містять основні положення теорії прийняття рішень, вимоги, що пред'являються до результатів виконання індивідуальних завдань, інструкції з визначення варіанта індивідуального завдання, варіанти індивідуальних завдань для самостійної роботи студентів.

Для студентів галузей знань F (12) «Інформаційні технології» (0613 Software and applications development and analysis).

Розглянуто і затверджено на засіданні комп'ютерних наук та кафедри інформаційного менеджменту, математики та статистики, протокол № 4 від 28 листопада 2025 р.

© Мічківський С.М., 2025

© Тимофєєва К.В., 2025

© Гаркуша В.В., 2025

© Університет "КРОК", 2025

## ЗМІСТ

<b>ВСТУП</b> .....	<b>5</b>
<b>ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ</b> .....	<b>8</b>
Вимоги до оформлення результатів виконання індивідуального завдання ...	8
Система оцінювання.....	8
Методика визначення номера варіанта .....	10
<b>1. МНОЖИНА ЕДЖВОРТА–ПАРЕТО</b> .....	<b>12</b>
1.1. Теоретичні положення .....	12
1.2. Варіанти індивідуальних завдань .....	13
<b>2. МЕТОД ЛЕКСИКОГРАФІЧНОГО УПОРЯДКУВАННЯ</b> .....	<b>20</b>
2.1. Теоретичні положення .....	20
2.2. Варіанти індивідуальних завдань .....	21
<b>3. МЕТОД ВАРІЮВАННЯ ЗВАЖЕНОЇ СУМИ КРИТЕРІЇВ (ЛІНІЙНА ЗГОРТКА)</b> .....	<b>29</b>
3.1. Теоретичні положення .....	29
3.2. Варіанти індивідуальних завдань .....	34
<b>4. МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ (МЕТОД АНАЛІТИЧНОЇ ІЄРАРХІЇ)</b> .....	<b>50</b>
4.1. Теоретичні положення .....	50
4.2. Варіанти індивідуальних завдань .....	55
<b>5. МЕТОДИ АНАЛІЗУ КОЛЕКТИВНИХ РІШЕНЬ (ВИБОРИ)</b> .....	<b>67</b>
5.1. Теоретичні положення .....	67
5.2. Варіанти індивідуальних завдань .....	68
<b>6. МЕТОД ДЕЛЬФІ</b> .....	<b>73</b>
6.1. Теоретичні положення .....	73
6.2. Варіанти індивідуальних завдань .....	76

<b>7. ДОДАТКОВЕ ЗАВДАННЯ З ПІДГОТОВКИ РЕФЕРАТУ ТА ДОПОВІДЬ (ДОДАТКОВІ БАЛИ) .....</b>	<b>77</b>
7.1. Вимоги щодо підготовки реферату та доповіді .....	77
7.2. Варіанти тем рефератів .....	77
<b>8. ДОДАТКОВЕ ЗАВДАННЯ З РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ОДНОГО ІЗ МЕТОДІВ (ДОДАТКОВІ БАЛИ) .....</b>	<b>80</b>
<b>СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....</b>	<b>81</b>
Базова література.....	81
Додаткова література .....	81
<b>ДОДАТОК А.....</b>	<b>86</b>
<b>ДОДАТОК Б.....</b>	<b>87</b>

## ВСТУП

Людям доводиться приймати рішення майже всюди і завжди. Цей процес супроводжує людство з часів початку розвитку розумного усвідомлення пріоритетів у виборі дій. Однак його формалізація і усвідомлення того, що схема процесу прийняття рішення не залежить від тієї предметної області, в якій рішення приймається, відбулись (за історичними мірками) нещодавно – незабаром після Другої світової війни. Виявилось, що встановлені закони прийняття рішень діють незалежно від наукової галузі.

Отже, теорія прийняття рішень – це прикладна наукова дисципліна [17]. Основну роль у її розвитку відіграють практики, що допомагають людям вирішувати проблеми вибору. Розробка методів прийняття рішень вимагає розгляду математичних, психологічних і комп'ютерних проблем. У зв'язку з цим у розвитку теорії прийняття рішень як науковому напрямі беруть участь фахівці з математики, комп'ютерних наук, інформатики та психології.

У теорії прийняття рішень використовуються «розумні» процедури вибору найкращої з декількох можливих альтернатив. Наскільки правильним буде вибір, насамперед залежить від якості даних, що використовуються при описі ситуації, в якій приймається рішення. Залежно від цього процес прийняття рішень може належати до одного з трьох можливих класів умов:

1. Прийняття рішень в умовах визначеності, коли дані відомі точно.
2. Прийняття рішень в умовах ризику, коли дані можна описати за допомогою імовірнісних розподілів.
3. Прийняття рішень в умовах невизначеності, коли даним неможливо прописати відносні ваги (вагові коефіцієнти), які представляли б ступінь їх значимості у процесі прийняття рішень.

Далі процес прийняття рішень розглядається в умовах визначеності.

Головним чинником процесу прийняття рішень на основі аналізу та системного підходу є визначення та формалізація кінцевої мети (цільові переваги) особи, що приймає рішення.

Складність багатьох проблем прийняття рішень пов'язана з наявністю декількох суперечливих цілей (цільових функцій). Часто не існує домінуючої альтернативи, яка краща за інші альтернативи з погляду всіх цих цілей. Можливо, що деякі з альтернатив можуть бути виключені з подальшого розгляду, оскільки вони домінують, але загалом просто неможливо оптимізувати кілька цільових функцій одночасно. Неможливо максимізувати прибуток і водночас мінімізувати витрати; не можна максимізувати прибуток і мінімізувати ризик; неможливо розділити торт так, щоб кожній дитині дати найбільший шматок [9].

Завданням дисципліни є дослідження можливості взаємної компенсації значень різних критеріїв або, інакше кажучи, можливості «заміщення за цінністю».

Якщо аналізована проблема не пов'язана з невизначеністю, тобто нам заздалегідь точно відомі наслідки (нехай і багатовимірні) кожної з розглянутих альтернатив, то суть питання така:

*«Наскільки в мірі досягнення мети 1 особа, яка приймає рішення, згодна поступитися для того, щоб збільшити значення в мірі досягнення мети 2 на деяку фіксовану величину?»*

або

*«Наскільки особа, яка приймає рішення, згодна поступитися за критерієм 1 для того, щоб отримати можливість використовувати альтернативу, в якій за критерієм 2 значення оцінки збільшиться на деяку фіксовану величину?»*

Питання про заміщення часто виявляється питанням особистої оцінки, і в такому разі потрібна суб'єктивна думка особи, яка приймає рішення (ОПР). Питання про заміщення вимагає глибокого роздуму, при якому існують дві можливості для вирішення:

1) особа, яка приймає рішення, може неформально подумки розглянути можливість заміщення;

2) особа, яка приймає рішення, може явно формалізувати свою структуру цінностей і використовувати її для оцінювання конкуруючих альтернатив.

Отже, одним із ключових напрямів у прийнятті рішень є формалізація переваг особи, що приймає рішення, щодо багатовимірних наслідків на основі аналізу та системного підходу.

## ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

### **Вимоги до оформлення результатів виконання індивідуального завдання**

Індивідуальні завдання містять варіанти з 6 типів задач (табл. 1.1). Для кожного типу задачі визначається номер варіанта для кожного студента (методику розрахунку номера варіанта наведено далі).

Результатом виконання індивідуального завдання *є рішення відповідного варіанту індивідуального завдання для кожного типу задачі*, яке надається на паперовому носії.

*Для кожного виконаного індивідуального завдання проводиться процедура його захисту студентом* (захист кожного типу задачі проводиться окремо). Для захисту виконаного індивідуального завдання необхідно *надати супровідний звіт* (роздрукований або написаний від руки). Звіт має містити:

- *титульний аркуш* – приклад титульного аркуша результатів виконання індивідуального завдання наведено в додатку А;
- *коротку постановку задачі* (умова завдання);
- *опис змінних і математичного апарату* (основні формули розрахунку та ін.), які використовуються у процесі розв'язування;
- *детальний опис розв'язання задачі*;
- *відповідь на поставлене питання* – розв'язання має закінчуватися відповіддю на поставлене запитання (слово «Відповідь» обов'язково присутнє у кінці рішення задачі).

### **Система оцінювання**

Система оцінювання академічних досягнень студентів з дисципліни «Системи та методи прийняття рішень» представлена в табл. 1.1.

Таблиця 1.1 – Система оцінювання академічних досягнень студентів з дисципліни «Системи та методи прийняття рішень»

№ з/п	Тип контролю	Оцінка в балах	Примітка
<b><i>Поточний контроль</i></b>			
1.	<b>Індивідуальне завдання № 1.</b> Визначення множини Еджворта–Парето	5	17 варіантів (100 % до кінця 10 тижня навчання)
2.	<b>Індивідуальне завдання № 2.</b> Метод лексикографічного впорядкування	2	13 варіантів (100 % до кінця 10 тижня навчання)
3.	<b>Індивідуальне завдання № 3.</b> Метод варіювання зваженої суми критеріїв (лінійної згортки)	5	15 варіантів (100 % до кінця 10 тижня навчання)
4.	<b>Індивідуальне завдання № 4.</b> Метод аналізу ієрархій (метод аналітичної ієрархії)	7	11 варіантів (100 % до кінця 14 тижня навчання)
5.	<b>Індивідуальне завдання № 5.</b> Методи аналізу колективних рішень (вибори)	7	7 варіантів (100 % до кінця 14 тижня навчання)
6.	<b>Індивідуальне завдання № 6.</b> Метод Дельфі (метод прийняття колективних рішень у малих групах)	4	Самостійне визначення предметної області (100 % до кінця 14 тижня навчання)
7.	<b>Активність</b> – участь в обговоренні на лекціях та практичних заняттях	20	
<b><i>Всього за поточним контролем</i></b>		<b>50</b>	
<b><i>Підсумковий контроль</i></b>			
Підсумковий контроль у формі тестів та завдань		40	
Екзамен/залік (усне опитування)		10	
<b>Всього за дисципліною</b>		<b>100</b>	
<b><i>Додаткові види завдань (додаткові бали)</i></b>			
1.	<b>Підготовка реферату та доповідь</b>	10	Теми доповідей погоджуються з викладачем
2.	<b>Розробка комп'ютерної програми реалізації одного із методів</b>	30	Технічне завдання на програмне забезпечення погоджується з викладачем

Індивідуальне завдання оцінюється без «штрафних балів» у термін, зазначений у примітках табл. 1.1. Після зазначеного терміну передбачаються штрафні бали у вигляді 30 % від отриманої оцінки.

Під час вивчення дисципліни надається можливість отримати додаткові бали за рахунок підготовки доповіді та / або розробки комп'ютерної програми, що реалізує один із методів наведених у методичних вказівках. Вимоги до виконання додаткової роботи наведені у відповідних розділах далі, а додаткові бали у табл. 1.1.

### **Методика визначення номера варіанта**

Індивідуальні завдання містять варіанти з 6 типів задач (див. табл. 1.1).

Номер варіанта в кожному типі задачі дорівнює залишку від ділення номера телефону на кількість варіантів в цьому типі задачі плюс одиниця.

Опишемо процес визначення номера варіанта в заданому типі задачі за допомогою Microsoft Excel. Для цього необхідно використовувати таку формулу MS Excel:

$$A1 = \text{MOD}(B1; C1) + 1,$$

де  $A1$  – клітинка, що містить номер варіанта в завданні;

$B1$  – клітинка, що містить номер телефону;

$C1$  – клітинка, що містить кількість варіантів у цьому типі задачі;

$\text{MOD}$  («число», «дільник») – функція, яка повертає залишок від ділення першого аргументу «число» на другий аргумент «дільник».

Приклад. Нехай номер вашого телефону  $B1 = 0987654321 = 987654321$ . Тоді для типу задачі «Множина Еджворта–Парето» номер варіанта вашого завдання:

$$A1 = \text{MOD}(B1; C1) + 1 = \text{MOD}(987654321; 17) + 1 = 1$$

(з табл. 1.1, представленої вище, впливає, що кількість варіантів  $C1 = 17$  для типу задачі «Множина Еджворта–Парето»). Отже, ваш варіант для типу задачі «Множина Еджворта–Парето» дорівнює «1».

Для типу задачі «Метод лексикографічного впорядкування» номер варіанта вашого завдання:

$$A1 = \text{MOD}(B1; C1) + 1 = \text{MOD}(987654321; 13) + 1 = 5$$

(з табл. 1.1, представленої вище, впливає, що кількість варіантів  $C1 = 13$  для типу задачі «Метод лексикографічного впорядкування»). Отже, ваш варіант для типу задачі «Метод лексикографічного впорядкування» дорівнює 5.



Список відео «Методика визначення номера варіанта»  
ви можете переглянути за посиланням  
[https://www.youtube.com/playlist?list=PLta9G\\_Gbp7L3nPeRRlzVgHLa2agcVm0Sb](https://www.youtube.com/playlist?list=PLta9G_Gbp7L3nPeRRlzVgHLa2agcVm0Sb)

*Для переходу на посилання скануйте QR-код.*



# 1. МНОЖИНА ЕДЖВОРТА–ПАРЕТО

## 1.1. Теоретичні положення

Множина Еджворта-Парето є фундаментом численних теоретичних досліджень, а також надійним інструментом при вирішенні різних прикладних багатокритеріальних задач.

Множина Еджворта-Парето названа так іменами вчених<sup>1</sup>, які вперше звернули увагу на альтернативи, що поступаються одна одній при оцінці за кожним критерієм.

Ідея формування множини Еджворта-Парето у «відсіюванні» альтернатив, у яких оцінки за всіма критеріями гірші, ніж у інших. Реалізація цієї ідеї потребує введення визначення відношення домінування на множині альтернатив.

**Домінуюча альтернатива.** Альтернативу А будемо називати домінуючою відносно альтернативи В, якщо значення оцінки альтернативи А за всіма критеріями не гірше, ніж значення оцінки альтернативи В, а хоча б за одним критерієм значення оцінки альтернативи А – краще.

При цьому альтернатива В називається **домінована** (самостійно сформулюйте визначення **домінованої альтернативи**).

**Непорівнювані альтернативи.** Альтернативи А і В будемо називати непорівнюваними відносно одна одної, якщо значення оцінки альтернативи А за одним із критеріїв краще за значення цього ж критерію альтернативи В, але водночас за одним з інших критеріїв значення альтернативи А гірше за значення цього критерію альтернативи В.

**Абсолютно домінуюча альтернатива** – це альтернатива, яка є домінуючою відносно кожної з наданих альтернатив.

---

<sup>1</sup> Італійський економіст і соціолог Вільфредо Парето (1848–1923) першим звернув увагу на ту обставину, що починати впорядкування багатокритеріальних альтернатив потрібно з видалення явно гірших.

У 1881 р. Ф. Еджворт запропонував геометричну інтерпретацію моделі економіки чистого обміну з двома учасниками, яка згодом отримала назву «ящик Еджворта». Міркування, використані автором при аналізі зазначеної моделі в разі двох критеріїв, по суті, спиралися на поняття, що наразі відоме як «оптимальність за Парето». Останнє найменування пов'язане з ім'ям італійського економіста і соціолога В. Парето, який ввів його пізніше.

Отже, процедура формування множини Еджворта–Парето полягає у пошуку всіх домінованих альтернатив та виключення їх із процесу прийняття рішення.

Для множини Еджворта-Парето справедливі такі твердження:

- до множини Еджворта-Парето входять альтернативи, які хоча б за одним критерієм не гірші, ніж інші;
- множина Еджворта-Парето складається із непорівнювальних альтернатив або тільки однієї абсолютно домінуючої альтернативи;
- множину Еджворта-Парето називають множиною непокращуваних рішень [2].

Задача виділення множини Еджворта-Парето зазвичай розглядається як попередня, і якщо не виявлено абсолютно домінуючої альтернативи, то для прийняття рішень використовують інші методи вже на суттєво меншій множині альтернатив.

## 1.2. Варіанти індивідуальних завдань

**ЗАВДАННЯ.** Нехай існує необхідність вибору будинку при покупці. Обрано такі критерії оцінки: вартість, розмір, загальний стан, відстань до центру міста. Підібрано 10 альтернатив (A1 – A10) із певними значеннями за критеріями (див. нижче варіанти завдань). **Необхідно визначити множину Еджворта–Парето.**

*Примітка до завдання.* При оцінці «відстань до центру міста» розглядається з погляду витраченого часу на дорогу від дому до роботи у центрі міста.



Список відео «Множина Еджворта-Парето» ви можете переглянути за посиланням  
[https://www.youtube.com/playlist?list=PLta9G\\_Gbp7L3fuv\\_pXHgS2t2OOiWRcGJNC](https://www.youtube.com/playlist?list=PLta9G_Gbp7L3fuv_pXHgS2t2OOiWRcGJNC)

Для переходу на посилання скануйте QR-код.



### Варіант 1

Альтернативи	Критерії оцінки			
	вартість	розмір	загальний стан	відстань до центру міста
<b>A1</b>	недорого	великий	проведено євроремонт	далеко
<b>A2</b>	дорого	великий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A3</b>	недорого	великий	потребує косметичного ремонту	недалеко
<b>A4</b>	недорого	великий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A5</b>	дорого	великий	проведено євроремонт	в центрі
<b>A6</b>	дорого	малий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A7</b>	дорого	середній	проведено євроремонт	поза містом
<b>A8</b>	недорого	середній	потребує косметичного ремонту	недалеко
<b>A9</b>	недорого	середній	проведено євроремонт	в центрі
<b>A10</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	недалеко

### Варіант 2

Альтернативи	Критерії оцінки			
	вартість	розмір	загальний стан	відстань до центру міста
<b>A1</b>	недорого	великий	вимагає капітального ремонту	поза містом
<b>A2</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	недалеко
<b>A3</b>	недорого	середній	потребує косметичного ремонту	в центрі
<b>A4</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	поза містом
<b>A5</b>	дорого	великий	проведено євроремонт	в центрі
<b>A6</b>	недорого	малий	проведено євроремонт	далеко
<b>A7</b>	дорого	середній	проведено євроремонт	поза містом
<b>A8</b>	недорого	середній	потребує косметичного ремонту	далеко
<b>A9</b>	недорого	малий	проведено євроремонт	поза містом
<b>A10</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	недалеко

### Варіант 3

Альтернативи	Критерії оцінки			
	вартість	розмір	загальний стан	відстань до центру міста
<b>A1</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	поза містом
<b>A2</b>	дорого	малий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A3</b>	недорого	великий	вимагає капітального ремонту	в центрі
<b>A4</b>	недорого	малий	проведено євроремонт	недалеко
<b>A5</b>	дорого	великий	проведено євроремонт	в центрі
<b>A6</b>	недорого	малий	проведено євроремонт	далеко
<b>A7</b>	дорого	великий	проведено євроремонт	недалеко
<b>A8</b>	недорого	малий	потребує косметичного ремонту	далеко
<b>A9</b>	недорого	середній	проведено євроремонт	поза містом
<b>A10</b>	недорого	малий	потребує косметичного ремонту	поза містом

### Варіант 4

Альтернативи	Критерії оцінки			
	вартість	розмір	загальний стан	відстань до центру міста
<b>A1</b>	недорого	великий	проведено євроремонт	далеко
<b>A2</b>	дорого	великий	проведено євроремонт	недалеко
<b>A3</b>	недорого	великий	потребує косметичного ремонту	поза містом
<b>A4</b>	недорого	великий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A5</b>	дорого	великий	проведено євроремонт	в центрі
<b>A6</b>	дорого	малий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A7</b>	дорого	середній	проведено євроремонт	поза містом
<b>A8</b>	недорого	середній	потребує косметичного ремонту	недалеко
<b>A9</b>	недорого	середній	проведено євроремонт	в центрі
<b>A10</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	недалеко

### Варіант 5

Альтернативи	Критерії оцінки			
	вартість	розмір	загальний стан	відстань до центру міста
<b>A1</b>	недорого	великий	вимагає капітального ремонту	поза містом
<b>A2</b>	дорого	малий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A3</b>	дорого	середній	потребує косметичного ремонту	в центрі
<b>A4</b>	недорого	малий	потребує косметичного ремонту	поза містом
<b>A5</b>	дорого	великий	проведено євроремонт	в центрі
<b>A6</b>	недорого	малий	проведено євроремонт	далеко
<b>A7</b>	дорого	середній	проведено євроремонт	поза містом
<b>A8</b>	недорого	середній	проведено євроремонт	далеко
<b>A9</b>	недорого	малий	проведено євроремонт	поза містом
<b>A10</b>	недорого	великий	вимагає капітального ремонту	недалеко

### Варіант 6

Альтернативи	Критерії оцінки			
	вартість	розмір	загальний стан	відстань до центру міста
<b>A1</b>	дорого	великий	проведено євроремонт	недалеко
<b>A2</b>	дорого	середній	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A3</b>	недорого	малий	потребує косметичного ремонту	в центрі
<b>A4</b>	недорого	малий	потребує косметичного ремонту	поза містом
<b>A5</b>	дорого	великий	проведено євроремонт	поза містом
<b>A6</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	далеко
<b>A7</b>	недорого	малий	проведено євроремонт	в центрі
<b>A8</b>	недорого	великий	проведено євроремонт	поза містом
<b>A9</b>	дорого	малий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A10</b>	недорого	середній	потребує косметичного ремонту	поза містом

### Варіант 7

Альтернативи	Критерії оцінки			
	вартість	розмір	загальний стан	відстань до центру міста
<b>A1</b>	недорого	великий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A2</b>	дорого	середній	проведено євроремонт	далеко
<b>A3</b>	недорого	малий	потребує косметичного ремонту	далеко
<b>A4</b>	недорого	великий	потребує косметичного ремонту	поза містом
<b>A5</b>	недорого	середній	проведено євроремонт	поза містом
<b>A6</b>	дорого	великий	проведено євроремонт	далеко
<b>A7</b>	недорого	середній	потребує косметичного ремонту	далеко
<b>A8</b>	дорого	малий	проведено євроремонт	поза містом
<b>A9</b>	недорого	малий	потребує косметичного ремонту	недалеко
<b>A10</b>	дорого	великий	вимагає капітального ремонту	в центрі

### Варіант 8

Альтернативи	Критерії оцінки			
	вартість	розмір	загальний стан	відстань до центру міста
<b>A1</b>	дорого	середній	проведено євроремонт	недалеко
<b>A2</b>	дорого	середній	проведено євроремонт	далеко
<b>A3</b>	дорого	великий	потребує косметичного ремонту	далеко
<b>A4</b>	дорого	малий	проведено євроремонт	поза містом
<b>A5</b>	недорого	середній	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A6</b>	дорого	малий	проведено євроремонт	далеко
<b>A7</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	далеко
<b>A8</b>	недорого	середній	вимагає капітального ремонту	поза містом
<b>A9</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	недалеко
<b>A10</b>	недорого	великий	проведено євроремонт	поза містом

### Варіант 9

Альтернативи	Критерії оцінки			
	вартість	розмір	загальний стан	відстань до центру міста
<b>A1</b>	недорого	малий	потребує косметичного ремонту	далеко
<b>A2</b>	недорого	середній	проведено євроремонт	далеко
<b>A3</b>	дорого	великий	потребує косметичного ремонту	в центрі
<b>A4</b>	недорого	середній	потребує косметичного ремонту	поза містом
<b>A5</b>	недорого	великий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A6</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	в центрі
<b>A7</b>	дорого	середній	потребує косметичного ремонту	далеко
<b>A8</b>	дорого	середній	потребує косметичного ремонту	в центрі
<b>A9</b>	недорого	великий	вимагає капітального ремонту	далеко
<b>A10</b>	дорого	середній	потребує косметичного ремонту	поза містом

### Варіант 10

Альтернативи	Критерії оцінки			
	вартість	розмір	загальний стан	відстань до центру міста
<b>A1</b>	недорого	великий	проведено євроремонт	далеко
<b>A2</b>	дорого	малий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A3</b>	недорого	великий	потребує косметичного ремонту	далеко
<b>A4</b>	недорого	великий	вимагає капітального ремонту	поза містом
<b>A5</b>	дорого	великий	проведено євроремонт	в центрі
<b>A6</b>	дорого	великий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A7</b>	дорого	середній	проведено євроремонт	поза містом
<b>A8</b>	недорого	середній	потребує косметичного ремонту	недалеко
<b>A9</b>	недорого	середній	проведено євроремонт	в центрі
<b>A10</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	недалеко

### Варіант 11

Альтернативи	Критерії оцінки			
	вартість	розмір	загальний стан	відстань до центру міста
<b>A1</b>	дорого	великий	проведено євроремонт	далеко
<b>A2</b>	дорого	малий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A3</b>	недорого	великий	потребує косметичного ремонту	далеко
<b>A4</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	поза містом
<b>A5</b>	дорого	великий	проведено євроремонт	поза містом
<b>A6</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A7</b>	дорого	середній	проведено євроремонт	поза містом
<b>A8</b>	недорого	середній	потребує косметичного ремонту	недалеко
<b>A9</b>	дорого	середній	потребує косметичного ремонту	в центрі
<b>A10</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	недалеко

### Варіант 12

Альтернативи	Критерії оцінки			
	вартість	розмір	загальний стан	відстань до центру міста
<b>A1</b>	дорого	великий	потребує косметичного ремонту	поза містом
<b>A2</b>	дорого	малий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A3</b>	недорого	великий	потребує косметичного ремонту	далеко
<b>A4</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	поза містом
<b>A5</b>	дорого	великий	вимагає капітального ремонту	поза містом
<b>A6</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A7</b>	дорого	середній	проведено євроремонт	поза містом
<b>A8</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	поза містом
<b>A9</b>	дорого	середній	потребує косметичного ремонту	далеко
<b>A10</b>	дорого	малий	вимагає капітального ремонту	далеко

### Варіант 13

Альтернативи	Критерії оцінки			
	вартість	розмір	загальний стан	відстань до центру міста
<b>A1</b>	дорого	великий	потребує косметичного ремонту	поза містом
<b>A2</b>	дорого	малий	проведено євроремонт	недалеко
<b>A3</b>	дорого	великий	потребує косметичного ремонту	далеко
<b>A4</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	поза містом
<b>A5</b>	дорого	великий	вимагає капітального ремонту	поза містом
<b>A6</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A7</b>	дорого	середній	проведено євроремонт	поза містом
<b>A8</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	поза містом
<b>A9</b>	недорого	середній	проведено євроремонт	далеко
<b>A10</b>	недорого	малий	потребує косметичного ремонту	недалеко

### Варіант 14

Альтернативи	Критерії оцінки			
	вартість	розмір	загальний стан	відстань до центру міста
<b>A1</b>	недорого	середній	вимагає капітального ремонту	поза містом
<b>A2</b>	дорого	малий	проведено євроремонт	недалеко
<b>A3</b>	дорого	великий	потребує косметичного ремонту	далеко
<b>A4</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	поза містом
<b>A5</b>	недорого	великий	вимагає капітального ремонту	поза містом
<b>A6</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A7</b>	недорого	середній	проведено євроремонт	поза містом
<b>A8</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	поза містом
<b>A9</b>	недорого	середній	проведено євроремонт	далеко
<b>A10</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	недалеко

### Варіант 15

Альтернативи	Критерії оцінки			
	вартість	розмір	загальний стан	відстань до центру міста
<b>A1</b>	недорого	середній	вимагає капітального ремонту	в центрі
<b>A2</b>	дорого	малий	проведено євроремонт	недалеко
<b>A3</b>	дорого	середній	потребує косметичного ремонту	далеко
<b>A4</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	поза містом
<b>A5</b>	дорого	великий	вимагає капітального ремонту	в центрі
<b>A6</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A7</b>	недорого	середній	проведено євроремонт	поза містом
<b>A8</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	поза містом
<b>A9</b>	дорого	середній	проведено євроремонт	недалеко
<b>A10</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	недалеко

### Варіант 16

Альтернативи	Критерії оцінки			
	вартість	розмір	загальний стан	відстань до центру міста
<b>A1</b>	дорого	середній	вимагає капітального ремонту	в центрі
<b>A2</b>	дорого	малий	проведено євроремонт	недалеко
<b>A3</b>	дорого	середній	потребує косметичного ремонту	далеко
<b>A4</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	поза містом
<b>A5</b>	дорого	великий	вимагає капітального ремонту	в центрі
<b>A6</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A7</b>	недорого	середній	проведено євроремонт	поза містом
<b>A8</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	поза містом
<b>A9</b>	недорого	середній	проведено євроремонт	недалеко
<b>A10</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	недалеко

### Варіант 17

Альтернативи	Критерії оцінки			
	вартість	розмір	загальний стан	відстань до центру міста
<b>A1</b>	недорого	середній	вимагає капітального ремонту	далеко
<b>A2</b>	дорого	малий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A3</b>	дорого	середній	потребує косметичного ремонту	далеко
<b>A4</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	в центрі
<b>A5</b>	дорого	середній	вимагає капітального ремонту	в центрі
<b>A6</b>	недорого	малий	вимагає капітального ремонту	недалеко
<b>A7</b>	недорого	середній	проведено євроремонт	поза містом
<b>A8</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	поза містом
<b>A9</b>	дорого	малий	проведено євроремонт	недалеко
<b>A10</b>	дорого	малий	потребує косметичного ремонту	недалеко

## 2. МЕТОД ЛЕКСИКОГРАФІЧНОГО УПОРЯДКУВАННЯ

### 2.1. Теоретичні положення

Як один з методів прийняття рішень розглянемо лексикографічного упорядкування, яке подібне до впорядковування, встановленого у словнику.

Нехай задано множину припустимих альтернатив  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ , які оцінюються за  $k$  критеріями. Кожній альтернативі (дії)  $a_i \in A$  визначено у відповідність  $k$  числових показників  $p_{i1} = X_1(a_i), \dots, p_{ik} = X_k(a_i)$ , які упорядковані за важливістю, і нехай для зручності це упорядкування відображається нумерацією критеріїв, представленою  $k$ -мірною оцінкою  $X_1(a_i), \dots, X_k(a_i)$ .

При реалізації методу лексикографічного упорядкування будемо використовувати правило: альтернатива  $a_i \succ a_r$  (де знак  $\succ$  позначає «краще») тоді і тільки тоді, коли виконується одна з умов:

$$1) X_1(a_i) > X_1(a_r)$$

або

$$2) \exists L < m : \forall j=1, \dots, L \Rightarrow X_j(a_i) = X_j(a_r) \text{ и } X_{(L+1)}(a_i) > X_{(L+1)}(a_r).$$

Наприклад, якщо записати значення результатів за альтернативами у вигляді рядків матриці  $A$  ( $n, k$ ), то результат лексикографічного впорядкування за рядками представлятиме матрицю  $A'(n, k)$ , подану нижче:

$$\begin{aligned} \text{Варіант 1. } A &= \begin{pmatrix} 8 & 12 & 2 & 4 \\ 11 & 1 & 3 & 4 \\ 9 & 6 & 5 & 3 \\ 10 & 2 & 7 & 5 \end{pmatrix} \Rightarrow A' = \begin{pmatrix} 11 & 1 & 3 & 4 \\ 10 & 2 & 7 & 5 \\ 9 & 6 & 5 & 3 \\ 8 & 12 & 2 & 4 \end{pmatrix} \\ \text{Варіант 2. } A &= \begin{pmatrix} 8 & 10 & 5 & 4 \\ 10 & 1 & 3 & 4 \\ 9 & 6 & 5 & 3 \\ 9 & 6 & 7 & 5 \end{pmatrix} \Rightarrow A' = \begin{pmatrix} 10 & 1 & 3 & 4 \\ 9 & 6 & 7 & 5 \\ 9 & 6 & 5 & 3 \\ 8 & 10 & 5 & 4 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

Іншими словами, ми вважаємо, що критерії  $X_1(a_i), \dots, X_m(a_i)$  впорядковані за важливістю.

Перевага надається дії  $a_i$  порівняно з дією  $a_r$ , якщо вона має більше значення за  $X_1(a_i)$ , незважаючи на те, наскільки вона має хороші або ж погані значення за іншими критеріями. Тільки якщо значення  $X_1(a_i)$  і  $X_1(a_r)$  збігаються, тоді розглядається другий критерій. Лише якщо має місце збіг і за другим критерієм – розглядається третій критерій і т. д.

Відзначимо, якщо точки  $a_i (p_{i1}, \dots, p_{ik})$  і  $a_r (p_{r1}, \dots, p_{rk})$  – різні в просторі результатів, то вони не можуть бути однаковими за перевагами при лексикографічному упорядкуванні.

Лексикографічне упорядкування легко тлумачити, і в деяких випадках воно може відображати «дійсну» думку особи, що приймає рішення. Яскравим прикладом використання методу лексикографічного упорядкування є формування списків рекомендованих до зарахування під час приймальної кампанії у вищих навчальних закладах.

Метод лексикографічного впорядкування «легко» реалізується і в «ручному» режимі, і за допомогою засобів автоматизації, а також результати застосування методу «легко» трактуються і обґрунтовуються учасниками процесу прийняття рішення і не вимагають спеціальної кваліфікації для сприйняття.

## 2.2. Варіанти індивідуальних завдань

**ЗАВДАННЯ.** Університет «КРОК» організував поїздку викладачів, аспірантів і студентів різних факультетів/інститутів/кафедр на науково-практичну конференцію. *Для визначення «старшинства» в групі і ступеня відповідальності, необхідно упорядкувати список учасників конференції методом лексикографічного упорядкування*, використовуючи такий порядок пріоритетності характеристик викладачів, аспірантів і студентів: посаду, звання та ступінь, вік, стаж на займаній посаді (стаж на ЗП), стаж науково-педагогічного досвіду (стаж НПД).

Ієрархія залежності посад університету визначається таким впорядкованим списком: ректор, проректор, декан, завідувач кафедри, професор, доцент, старший викладач, асистент, аспірант, студент.

Характеристика «звання і ступінь» визначаються за такою впорядкованою множиною значень: {(академік, доктор наук), (професор, доктор наук), (професор, кандидат наук), (доцент, кандидат наук), (доцент, без ступеня), ( без звання, кандидат наук), (без звання, без ступеня)}.



Список відео «Метод лексикографічного упорядкування» ви можете переглянути за посиланням [https://www.youtube.com/playlist?list=PLta9G\\_Gbp7L2p1u\\_rTzsopXDlVlvSIbpeP](https://www.youtube.com/playlist?list=PLta9G_Gbp7L2p1u_rTzsopXDlVlvSIbpeP)

Для переходу на посилання скануйте QR-код.



### Варіант 1

Учасник конференції		Характеристики				
ПІБ	Код	посада	звання і ступінь	вік	стаж на ЗП	стаж НПД
Абрамов А. А.	С1	проректор	(професор, доктор наук)	55	5	28
Алабанов А. Б.	С2	декан	(доцент, кандидат наук)	55	1	15
Андерс А. В.	С3	зав. кафедри	(доцент, кандидат наук)	40	2	6
Богданов Б. Б.	С4	студент	(без звання, без ступеня)	22	5	0
Добров Д. А.	С5	доцент	(доцент, без ступеня)	36	2	6
Дозоров Е. А.	С6	ст. викладач	(без звання, кандидат наук)	27	1	4
Зубов М. А.	С7	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	1	1
Лобов Л. Б.	С8	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	4	3
Молох М. А.	С9	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	2	0
Носков Н. Б.	С10	асистент	(без звання, без ступеня)	38	1	6
Петров П. П.	С11	доцент	(доцент, без ступеня)	36	2	5
Семенов С. А.	С12	студент	(без звання, без ступеня)	21	4	0
Юкос Ю. Ю.	С13	ст. викладач	(без звання, кандидат наук)	27	3	5
Якимов Я. Б.	С14	студент	(без звання, без ступеня)	21	5	0
Якосов Я. Я.	С15	аспірант	(без звання, без ступеня)	28	3	5

## Варіант 2

Учасник конференції		Характеристики				
ПІБ	Код	посада	звання і ступінь	вік	стаж на ЗП	стаж НПД
Абрамов А. А.	С1	проректор	(професор, доктор наук)	55	5	28
Алабанов А. Б.	С2	декан	(доцент, кандидат наук)	55	1	15
Андерс А. В.	С3	зав. кафедри	(доцент, кандидат наук)	40	2	6
Богданов Б. Б.	С4	студент	(без звання, без ступеня)	22	5	0
Добров Д. А.	С5	доцент	(доцент, без ступеня)	36	2	6
Дозоров Е. А.	С6	ст. викладач	(без звання, кандидат наук)	27	1	4
Зубов М. А.	С7	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	1	1
Лобов Л. Б.	С8	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	4	3
Молох М. А.	С9	ректор	(академік, доктор наук)	60	5	35
Носков Н. Б.	С10	проректор	(доцент, кандидат наук)	55	1	15
Петров П. П.	С11	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	1	6
Семенов С. А.	С12	студент	(без звання, без ступеня)	21	4	0
Юкос Ю. Ю.	С13	ст. викладач	(без звання, кандидат наук)	27	3	5
Якимов Я. Б.	С14	студент	(без звання, без ступеня)	21	5	0
Якосов Я. Я.	С15	аспірант	(без звання, без ступеня)	28	3	5

## Варіант 3

Учасник конференції		Характеристики				
ПІБ	Код	посада	звання і ступінь	вік	стаж на ЗП	стаж НПД
Абрамов А. А.	С1	проректор	(професор, доктор наук)	55	5	28
Алабанов А. Б.	С2	декан	(доцент, кандидат наук)	55	1	15
Андерс А. В.	С3	зав. кафедри	(доцент, кандидат наук)	40	2	6
Богданов Б. Б.	С4	студент	(без звання, без ступеня)	22	5	0
Добров Д. А.	С5	доцент	(доцент, без ступеня)	36	2	6
Дозоров Е. А.	С6	ст. викладач	(без звання, кандидат наук)	27	1	4
Зубов М. А.	С7	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	1	1
Лобов Л. Б.	С8	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	4	3
Молох М. А.	С9	ректор	(академік, доктор наук)	60	5	35
Носков Н. Б.	С10	асистент	(без звання, без ступеня)	38	1	6
Петров П. П.	С11	доцент	(доцент, без ступеня)	36	2	5
Семенов С. А.	С12	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	2	0
Юкос Ю. Ю.	С13	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	1	6
Якимов Я. Б.	С14	студент	(без звання, без ступеня)	21	5	0
Якосов Я. Я.	С15	аспірант	(без звання, без ступеня)	28	3	5

### Варіант 4

Учасник конференції		Характеристики				
ПІБ	Код	посада	звання і ступінь	вік	стаж на ЗП	стаж НПД
Абрамов А. А.	С1	проректор	(професор, доктор наук)	55	5	28
Алабанов А. Б.	С2	декан	(доцент, кандидат наук)	55	1	15
Андерс А. В.	С3	зав. кафедри	(доцент, кандидат наук)	40	2	6
Богданов Б. Б.	С4	студент	(без звання, без ступеня)	22	5	0
Добров Д. А.	С5	доцент	(доцент, без ступеня)	36	2	6
Дозоров Е. А.	С6	ст. викладач	(без звання, кандидат наук)	27	1	5
Зубов М. А.	С7	ст. викладач	(без звання, кандидат наук)	27	1	4
Лобов Л. Б.	С8	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	1	1
Молох М. А.	С9	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	4	3
Носков Н. Б.	С10	студент	(без звання, без ступеня)	22	5	0,1
Петров П. П.	С11	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	2	0
Семенов С. А.	С12	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	1	6
Юкос Ю. Ю.	С13	асистент	(без звання, без ступеня)	38	1	6
Якимов Я. Б.	С14	доцент	(доцент, без ступеня)	36	2	5
Якосов Я. Я.	С15	студент	(без звання, без ступеня)	21	4	0

### Варіант 5

Учасник конференції		Характеристики				
ПІБ	Код	посада	звання і ступінь	вік	стаж на ЗП	стаж НПД
Абрамов А. А.	С1	проректор	(професор, доктор наук)	55	5	28
Алабанов А. Б.	С2	декан	(доцент, кандидат наук)	55	1	15
Андерс А. В.	С3	зав. кафедри	(доцент, кандидат наук)	40	2	6
Богданов Б. Б.	С4	студент	(без звання, без ступеня)	22	5	0
Добров Д. А.	С5	доцент	(доцент, без ступеня)	36	2	6
Дозоров Е. А.	С6	ст. викладач	(без звання, кандидат наук)	27	1	4
Зубов М. А.	С7	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	1	1
Лобов Л. Б.	С8	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	4	3
Молох М. А.	С9	зав. кафедри	(академік, доктор наук)	60	5	35
Носков Н. Б.	С10	асистент	(без звання, без ступеня)	38	1	6
Петров П. П.	С11	зав. кафедри	(доцент, без ступеня)	36	2	5
Семенов С. А.	С12	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	2	0
Юкос Ю. Ю.	С13	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	1	6
Якимов Я. Б.	С14	студент	(без звання, без ступеня)	21	5	0
Якосов Я. Я.	С15	аспірант	(без звання, без ступеня)	28	3	5

### Варіант 6

Учасник конференції		Характеристики				
ПІБ	Код	посада	звання і ступінь	вік	стаж на ЗП	стаж НПД
Абрамов А. А.	С1	проректор	(професор, доктор наук)	55	5	28
Алабанов А. Б.	С2	декан	(доцент, кандидат наук)	55	1	15
Андерс А. В.	С3	зав. кафедри	(доцент, кандидат наук)	40	2	6
Богданов Б. Б.	С4	студент	(без звання, без ступеня)	22	5	0
Добров Д. А.	С5	доцент	(доцент, без ступеня)	36	2	6
Дозоров Е. А.	С6	ст. викладач	(без звання, кандидат наук)	27	1	4
Зубов М. А.	С7	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	1	1
Лобов Л. Б.	С8	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	4	3
Молох М. А.	С9	ректор	(академік, доктор наук)	60	5	35
Носков Н. Б.	С10	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	3	1
Петров П. П.	С11	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	2	0
Семенов С. А.	С12	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	1	0
Юкос Ю. Ю.	С13	ст. викладач	(без звання, кандидат наук)	27	3	5
Якимов Я. Б.	С14	студент	(без звання, без ступеня)	21	5	0
Якосов Я. Я.	С15	аспірант	(без звання, без ступеня)	28	3	5

### Варіант 7

Учасник конференції		Характеристики				
ПІБ	Код	посада	звання і ступінь	вік	стаж на ЗП	стаж НПД
Абрамов А. А.	С1	проректор	(професор, доктор наук)	55	5	28
Алабанов А. Б.	С2	декан	(доцент, кандидат наук)	55	1	15
Андерс А. В.	С3	зав. кафедри	(доцент, кандидат наук)	40	2	6
Богданов Б. Б.	С4	студент	(без звання, без ступеня)	22	5	0
Добров Д. А.	С5	доцент	(доцент, без ступеня)	36	2	6
Дозоров Е. А.	С6	доцент	(доцент, кандидат наук)	27	1	4
Зубов М. А.	С7	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	1	1
Лобов Л. Б.	С8	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	4	3
Молох М. А.	С9	студент	(без звання, без ступеня)	19	3	0
Носков Н. Б.	С10	асистент	(без звання, без ступеня)	38	1	6
Петров П. П.	С11	зав. кафедри	(доцент, без ступеня)	36	2	5
Семенов С. А.	С12	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	2	0
Юкос Ю. Ю.	С13	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	1	6
Якимов Я. Б.	С14	студент	(без звання, без ступеня)	21	5	0
Якосов Я. Я.	С15	аспірант	(без звання, без ступеня)	28	3	5

### Варіант 8

Учасник конференції		Характеристики				
ПІБ	Код	посада	звання і ступінь	вік	стаж на ЗП	стаж НПД
Абрамов А. А.	С1	проректор	(професор, доктор наук)	55	5	28
Алабанов А. Б.	С2	декан	(доцент, кандидат наук)	55	1	15
Андерс А. В.	С3	зав. кафедри	(доцент, кандидат наук)	40	2	6
Богданов Б. Б.	С4	проректор	(професор, доктор наук)	55	5	17
Добров Д. А.	С5	доцент	(доцент, без ступеня)	36	2	6
Дозоров Е. А.	С6	ст. викладач	(без звання, кандидат наук)	27	1	4
Зубов М. А.	С7	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	1	1
Лобов Л. Б.	С8	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	4	3
Молох М. А.	С9	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	3	1
Носков Н. Б.	С10	асистент	(без звання, без ступеня)	38	1	6
Петров П. П.	С11	ст. викладач	(доцент, без ступеня)	36	10	15
Семенов С. А.	С12	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	2	0
Юкос Ю. Ю.	С13	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	1	6
Якимов Я. Б.	С14	декан	(академік, доктор наук)	70	15	45
Якосов Я. Я.	С15	аспірант	(без звання, без ступеня)	28	3	5

### Варіант 9

Учасник конференції		Характеристики				
ПІБ	Код	посада	звання і ступінь	вік	стаж на ЗП	стаж НПД
Абрамов А. А.	С1	проректор	(професор, доктор наук)	55	5	28
Алабанов А. Б.	С2	ректор	(академік, доктор наук)	55	1	25
Андерс А. В.	С3	студент	(без звання, без ступеня)	19	2	0
Богданов Б. Б.	С4	проректор	(професор, доктор наук)	55	5	17
Добров Д. А.	С5	доцент	(доцент, без ступеня)	36	2	6
Дозоров Е. А.	С6	ст. викладач	(без звання, кандидат наук)	27	1	4
Зубов М. А.	С7	студент	(без звання, без ступеня)	25	5	0
Лобов Л. Б.	С8	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	4	3
Молох М. А.	С9	доцент	(доцент, кандидат наук)	43	18	20
Носков Н. Б.	С10	асистент	(без звання, без ступеня)	38	1	6
Петров П. П.	С11	ст. викладач	(доцент, без ступеня)	36	10	15
Семенов С. А.	С12	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	2	0
Юкос Ю. Ю.	С13	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	1	6
Якимов Я. Б.	С14	декан	(академік, доктор наук)	70	15	45
Якосов Я. Я.	С15	аспірант	(без звання, без ступеня)	28	3	5

### Варіант 10

Учасник конференції		Характеристики				
ПІБ	Код	посада	звання і ступінь	вік	стаж на ЗП	стаж НПД
Абрамов А. А.	С1	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	2	0
Алабанов А. Б.	С2	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	1	6
Андерс А. В.	С3	декан	(академік, доктор наук)	70	15	45
Богданов Б. Б.	С4	аспірант	(без звання, без ступеня)	28	3	5
Добров Д. А.	С5	проректор	(професор, доктор наук)	55	5	28
Дозоров Е. А.	С6	декан	(доцент, кандидат наук)	55	1	15
Зубов М. А.	С7	зав. кафедри	(доцент, кандидат наук)	40	2	6
Лобов Л. Б.	С8	студент	(без звання, без ступеня)	23	4	0
Молох М. А.	С9	доцент	(доцент, без ступеня)	36	2	6
Носков Н. Б.	С10	студент	(без звання, без ступеня)	22	5	0
Петров П. П.	С11	доцент	(доцент, без ступеня)	33	3	6
Семенов С. А.	С12	ст. викладач	(без звання, кандидат наук)	27	1	4
Юкос Ю. Ю.	С13	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	1	1
Якимов Я. Б.	С14	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	4	3
Якосов Я. Я.	С15	ректор	(академік, доктор наук)	55	1	25

### Варіант 11

Учасник конференції		Характеристики				
ПІБ	Код	посада	звання і ступінь	вік	стаж на ЗП	стаж НПД
Абрамов А. А.	С1	зав. кафедри	(доцент, без ступеня)	40	2	6
Алабанов А. Б.	С2	студент	(без звання, без ступеня)	22	5	0
Андерс А. В.	С3	доцент	(доцент, без ступеня)	36	2	6
Богданов Б. Б.	С4	ст. викладач	(без звання, кандидат наук)	27	1	4
Добров Д. А.	С5	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	1	1
Дозоров Е. А.	С6	ректор	(академік, доктор наук)	60	5	35
Зубов М. А.	С7	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	3	1
Лобов Л. Б.	С8	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	2	0
Молох М. А.	С9	зав. кафедрою	(доцент, без ступеня)	36	2	5
Носков Н. Б.	С10	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	2	0
Петров П. П.	С11	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	1	6
Семенов С. А.	С12	декан	(доцент, кандидат наук)	55	1	15
Юкос Ю. Ю.	С13	зав. кафедри	(доцент, кандидат наук)	40	2	6
Якимов Я. Б.	С14	студент	(без звання, без ступеня)	22	5	0
Якосов Я. Я.	С15	доцент	(доцент, без ступеня)	36	2	5

### Варіант 12

Учасник конференції		Характеристики				
ПІБ	Код	посада	звання і ступінь	вік	стаж на ЗП	стаж НПД
Абрамов А. А.	С1	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	2	5
Алабанов А. Б.	С2	зав. кафедри	(без звання, кандидат наук)	35	1	6
Андерс А. В.	С3	декан	(академік, доктор наук)	70	15	45
Богданов Б. Б.	С4	аспірант	(без звання, без ступеня)	28	3	5
Добров Д. А.	С5	проректор	(академік, доктор наук)	55	5	28
Дозоров Е. А.	С6	декан	(доцент, кандидат наук)	55	1	15
Зубов М. А.	С7	зав. кафедри	(доцент, кандидат наук)	40	2	6
Лобов Л. Б.	С8	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	2	2
Молох М. А.	С9	зав. кафедри	(доцент, кандидат наук)	35	1	6
Носков Н. Б.	С10	професор	(академік, доктор наук)	70	15	45
Петров П. П.	С11	доцент	(доцент, без ступеня)	55	2	6
Семенов С. А.	С12	ст. викладач	(без звання, кандидат наук)	27	1	4
Юкос Ю. Ю.	С13	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	1	1
Якимов Я. Б.	С14	студент	(без звання, без ступеня)	35	4	7
Якосов Я. Я.	С15	проректор	(професор, доктор наук)	55	1	25

### Варіант 13

Учасник конференції		Характеристики				
ПІБ	Код	посада	звання і ступінь	вік	стаж на ЗП	стаж НПД
Абрамов А. А.	С1	зав. кафедри	(доцент, кандидат наук)	40	2	6
Алабанов А. Б.	С2	студент	(без звання, без ступеня)	22	5	1
Андерс А. В.	С3	доцент	(доцент, без ступеня)	36	2	6
Богданов Б. Б.	С4	ст. викладач	(без звання, кандидат наук)	27	1	4
Добров Д. А.	С5	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	1	3
Дозоров Е. А.	С6	ректор	(академік, доктор наук)	60	5	35
Зубов М. А.	С7	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	3	3
Лобов Л. Б.	С8	аспірант	(без звання, без ступеня)	25	2	3
Молох М. А.	С9	зав. кафедри	(доцент, без ступеня)	36	2	5
Носков Н. Б.	С10	аспірант	(без звання, без ступеня)	30	2	2
Петров П. П.	С11	асистент	(без звання, кандидат наук)	35	1	6
Семенов С. А.	С12	декан	(доцент, кандидат наук)	55	1	15
Юкос Ю. Ю.	С13	зав. кафедри	(доцент, кандидат наук)	40	7	14
Якимов Я. Б.	С14	студент	(без звання, без ступеня)	22	5	0
Якосов Я. Я.	С15	доцент	(доцент, без ступеня)	36	2	5

### 3. МЕТОД ВАРІЮВАННЯ ЗВАЖЕНОЇ СУМИ КРИТЕРІЇВ (ЛІНІЙНА ЗГОРТКА)

#### 3.1. Теоретичні положення

Метод варіювання зваженої суми критеріїв (або метод лінійної згортки) дає змогу структурувати множину альтернатив з використанням їх критеріїв. Іноді цей метод називають мультиплікативною згорткою (мультиплікативною лінійною згорткою).

Нехай задано:

- множина допустимих альтернатив  $A = \{a_1, a_2, \dots, a_n\}$ , які оцінюються за  $m$  критеріям, кожній альтернативі  $a_i \in A$  визначено у відповідність  $m$  числових показників  $x_{i1} = X_1(a_i), \dots, x_{im} = X_m(a_i)$ , де  $X_j(a_i)$  – функція або механізм перетворення у числовий показник  $x_{ij}$  значення оцінки  $a_i$  альтернативи за  $j$ -м критерієм у межах вибраної числової шкали;
- набір  $m$  чисел  $(\omega_1, \dots, \omega_m)$ , які відповідають критеріям оцінки альтернатив і визначають за кожним критерієм переваги особи, що приймає рішення (далі ваговий коефіцієнт важливості критеріїв  $\omega_j$ ).

Тоді завдання особи що приймає рішення – вибрати альтернативу  $a_i \in A$  так, щоб максимізувати функцію цінності  $v_i$ , представлену таким виразом:

$$v_i = \sum_{j=1}^m \omega_j x_{ij}, \quad (3.1)$$

$$\sum_{j=1}^m \omega_j = 1, \quad (3.2)$$

$$i=1..n, 0 < \omega_j. \quad (3.3)$$

Водночас виконання основної властивості функції цінності залежить від підходів в отриманні аналітичних (скалярних) значень за кожним критерієм, тобто у способах визначення значень  $X_j(a_i)$ .

Важливим аспектом у процесах прийняття рішення є вибір шкали оцінки критеріїв. Необхідною умовою ефективності оцінки альтернатив є

порівнянність значень оцінки їх критеріїв за одиницями вимірювань.

Наприклад, порівняння альтернатив характеристик ноутбуків, критеріями оцінки яких є зовнішня («вінчестер») і внутрішня (оперативна) пам'ять. Незважаючи на значення вагових коефіцієнтів важливості критеріїв  $\omega_j$ , значення функції цінності буде насамперед визначатися значенням розміру зовнішньої пам'яті, і тільки при відносній рівності зовнішньої пам'яті на оцінку ноутбуків буде впливати внутрішня пам'ять.

Розглянемо конкретний приклад порівняння.

Приклад 3.1. Нехай:

- 1) ваговий коефіцієнт важливості критерія «зовнішня пам'ять»  $\omega_1 = 0.1$ , а ваговий коефіцієнт важливості критерія «внутрішня пам'ять»  $\omega_2 = 0.9$  (тобто виконується умова  $\sum_{j=1}^2 \omega_j = 0,1 + 0,9 = 1$ , та для особи, яка приймає рішення, показники ноутбука за внутрішньою пам'яттю суттєво важливіші за показники зовнішньої пам'яті);
- 2) дано множину альтернатив  $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4\}$  (пам'ять вимірюється у гігабайтах, хоча це й не впливає на наведені розрахунки):
  - $a_1 (x_{11} = 500, x_{12} = 32)$ ;
  - $a_2 (x_{21} = 1000, x_{22} = 16)$ ;
  - $a_3 (x_{31} = 1000, x_{32} = 32)$ ;
  - $a_4 (x_{41} = 1500, x_{42} = 2)$ .

Розрахуймо значення оцінки за функцією цінності (2.1):

- $v_1 = \sum_{j=1}^2 \omega_j x_{1j} = \omega_1 x_{11} + \omega_2 x_{12} = 0,1 \cdot 500 + 0,9 \cdot 32 = 78,8$ ;
- $v_2 = 0,1 \cdot 1000 + 0,9 \cdot 16 = 114,4$ ;
- $v_3 = 0,1 \cdot 1000 + 0,9 \cdot 32 = 128,8$ ;
- $v_4 = 0,1 \cdot 1500 + 0,9 \cdot 2 = 151,8$ .

Зважаючи на результати розрахунків, альтернатива  $a_4$  має найкращі показники функції цінності. Але імовірніше,  $a_3$  є кращою за  $a_4$ , оскільки для особи, яка приймає рішення, показники ноутбука за внутрішньою пам'яттю значно важливіші за показники зовнішньої пам'яті.

Також суттєвим обмеженням застосування формули (2.1) є необхідність «прямої» залежності показників  $x_{ij}$  від переваг особи, яка приймає рішення, тобто чим більше значення показника  $x_{ij}$ , тим краща  $i$ -та альтернатива. Таке обмеження потребує додаткової обробки значень за критеріями оцінки альтернатив, наприклад, вага вантажу під час перевезення, ціна при покупці товару.

Одним з підходів до отримання порівнянних числових показників за критеріями, які характеризують альтернативи, є нормалізація значень (зведення до єдиної шкали значень). Розглянемо один із таких підходів у нормалізації значень.

Нехай дано  $x_{ij}$  – числове значення за  $j$ -тим критерієм  $i$ -тої альтернативи. Позначимо:

$$x_{max j} = \text{Max}(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj});$$

$$x_{min j} = \text{Min}(x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{nj});$$

Тоді нормалізоване значення за критеріями буде розраховуватися за формулою:

$$p_{ij} = \frac{x_{ij} - x_{min j}}{x_{max j} - x_{min j}}. \quad (3.4)$$

Але застосування формули (3.4) доцільне тільки при виконанні «прямої» залежності величини значення показника і привабливості  $i$ -тої альтернативи за  $j$ -тим критерієм для особи, що приймає рішення: «чим більше значення  $x_{ij}$ , тим краща альтернатива» (наприклад, вартість товару для особи, яка продає товар).

Водночас для особи, яка купує товар, застосування формули (3.4) не раціональне.

Приклад 3.2. Нехай під час покупки відома ціна 4 альтернатив:

$$x_{11} = 1000 \text{ грн}, x_{21} = 2000 \text{ грн}, x_{31} = 5000 \text{ грн}, x_{41} = 6000 \text{ грн},$$

тоді застосування описаного методу нормалізації дає можливість отримати такі показники:

$$\begin{aligned} x_{max\ 1} &= 6000, x_{min\ 1} = 1000; \\ p_{11} &= \frac{x_{11} - x_{min\ 1}}{x_{max\ 1} - x_{min\ 1}} = \frac{1000 - 1000}{6000 - 1000} = 0; \\ p_{21} &= \frac{2000 - 1000}{6000 - 1000} = 0,2; \\ p_{31} &= \frac{5000 - 1000}{6000 - 1000} = 0,8; \\ p_{41} &= \frac{6000 - 1000}{6000 - 1000} = 1. \end{aligned}$$

Показник  $p_{41}$  найкращий (максимальний), але це найдорожча альтернатива, що вводить нас у протиріччя та спонукає до нераціональної поведінки: «купити найдорожче».

Отже, застосування підходів у розрахунку нормалізованих значень показників  $p_{ij}$  вимагає розгляду випадку «зворотної» залежності між величиною значення показника і привабливістю альтернативи за критерієм для особи, яка приймає рішення: «чим менше значення  $x_{ij}$ , тим краща альтернатива». Розрахунок значення нормалізованої оцінки для таких критеріїв буде здійснюватися за формулою:

$$p_{ij} = \frac{x_{max\ j} - x_{ij}}{x_{max\ j} - x_{min\ j}}. \quad (3.5)$$

Застосуємо нормалізацію (3.5) до раніше описаних даних із прикладу 3.2:

$$\begin{aligned} p_{11} &= \frac{x_{max\ 1} - x_{11}}{x_{max\ 1} - x_{min\ 1}} = \frac{6000 - 1000}{6000 - 1000} = 1; \\ p_{21} &= \frac{6000 - 2000}{6000 - 1000} = 0,8; \end{aligned}$$

$$p_{31} = \frac{6000-5000}{6000-1000} = 0,2;$$

$$p_{41} = \frac{6000-6000}{6000-1000} = 0.$$

Отримані нормалізовані показники за критерієм відображають раціональні переваги особи, яка приймає рішення.

З урахуванням застосування нормалізації значення показників оцінки альтернатив за критеріями, формулами (3.4) і (3.5) зміняться і формули оцінки альтернатив:

$$v_i = \sum_{j=1}^m \omega_j p_{ij}, \quad (3.6)$$

$$\sum_{j=1}^m \omega_j = 1, \quad (3.7)$$

$$i=1..n, 0 \leq p_{ij} \leq 1, 0 < \omega_j. \quad (3.8)$$

Застосуємо нормалізацію за формулою (3.4) до даних прикладу 3.1:

$$x_{max\ 1} = 1500, x_{min\ 1} = 500;$$

$$x_{max\ 2} = 32, x_{min\ 2} = 2;$$

$$\blacksquare a_1 (p_{11} = \frac{x_{11}-x_{min\ 1}}{x_{max\ 1}-x_{min\ 1}} = \frac{500-500}{1500-500} = 0;$$

$$p_{12} = \frac{x_{12}-x_{min\ 2}}{x_{max\ 2}-x_{min\ 2}} = \frac{32-2}{32-2} = 1);$$

$$\blacksquare a_2 (p_{21} = 0.5, p_{22} = 0.4667);$$

$$\blacksquare a_3 (p_{31} = 0.5, p_{32} = 1);$$

$$\blacksquare a_4 (p_{41} = 1, p_{42} = 0).$$

Розрахуємо значення оцінки за функцією цінності (3.6):

$$\blacksquare v_1 = \sum_{j=1}^2 \omega_j p_{1j} = \omega_1 p_{11} + \omega_2 p_{12} = 0.1 \cdot 0 + 0.9 \cdot 1 = 0.9;$$

$$\blacksquare v_2 = 0.1 \cdot 0.5 + 0.9 \cdot 0.4667 = 0.47;$$

$$\blacksquare v_3 = 0.1 \cdot 0.5 + 0.9 \cdot 1 = 0.95;$$

$$\blacksquare v_4 = 0.1 \cdot 1 + 0.9 \cdot 0 = 0.1.$$

Зважаючи на результати розрахунків за (3.6), альтернатива  $a_3$  має найкращі показники функції цінності, що пояснюється перевагами особи, яка приймає рішення, максимальний показник за внутрішньою пам'яттю та достатньо високий показник зовнішньої пам'яті.

Лінійна згортка базується на неявному постулаті: «низька оцінка хоча б за одним критерієм тягне за собою низьке значення функції корисності».

Водночас цей метод має використовуватися тільки для задач, що задовольняють таким припущенням: «низька оцінка за одним критерієм може бути компенсована високою оцінкою за іншим».

Наприклад, для задачі порівняльної оцінки деяких «якостей» телевізорів він буде некоректним, оскільки зображення телевізора не може бути компенсоване поліпшенням якості його звуку.

### 3.2. Варіанти індивідуальних завдань

**ЗАВДАННЯ.** Дано характеристики ноутбуків у вигляді множини альтернатив  $A = \{a_1, a_2, a_3, a_4, a_5\}$ , показники за критеріями яких наведено в таблиці. **Необхідно визначити найкращу альтернативу для покупки ноутбука.**

*Примітка до завдання.* Під час розв'язання (зокрема при використанні формул нормалізації) необхідно використовувати максимум та мінімум тільки ті, які можливо визначити у вхідних даних.



Список відео «Метод варіювання зваженої суми критеріїв (лінійна згортка)» ви можете переглянути за посиланням  
[https://www.youtube.com/playlist?list=PLta9G\\_Gbp7L2wB\\_BZTRb\\_mRFMCueHJCogn](https://www.youtube.com/playlist?list=PLta9G_Gbp7L2wB_BZTRb_mRFMCueHJCogn)

*Для переходу на посилання скануйте QR-код.*



Варіант 1

w	0,1	0,1	0,1	0,15	0,05	0,1	0,05	0,35
j	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер альтернативи	Виробник	Тип зовнішньої пам'яті	Пам'ять зовнішня	Пам'ять внутрішня	Діагональ	Вага	Операційна система	Ціна
A1	Prestigio	eMMC	32 Гб	2 Гб	14,1"	1,45 кг	Windows 10 Home	6 999,00 грн
A2	Asus	HDD	500 Гб	4 Гб	15,6"	1,86 кг	DOS	9 899,00 грн
A3	HP	HDD	500 Гб	4 Гб	15,6"	1,9 кг	Endless	7 399,00 грн
A4	HP	HDD	1 000 Гб	8 Гб	15,6"	1,96 кг	Endless	27 085,00 грн
A5	Lenovo	SDD	256 Гб	8 Гб	15,6"	2,2 кг	DOS	17 999,00 грн
A6	Prestigio	SDD	128 Гб	8 Гб	13,3"	2,2 кг	macOS	26 789,00 грн

Переваги особи, яка приймає рішення, щодо критеріїв, заданих нечисловою шкалою:

Виробник	
Значення	Оцінка
Apple	100
Asus	50
HP	50
Lenovo	40
Prestigio	30

Тип зовнішньої пам'яті	
Значення	Оцінка
eMMC	50
HDD	0
SDD	100

Операційна система	
Значення	Оцінка
DOS	0
Endless	50
macOS	100
Windows 10 Home	90

Варіант 2

w	0,1	0,15	0,1	0,15	0,05	0,15	0,05	0,25
j	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер альтернативи	Виробник	Тип зовнішньої пам'яті	Пам'ять зовнішня	Пам'ять внутрішня	Діагональ	Вага	Операційна система	Ціна
A1	Prestigio	eMMC	32 Гб	2 Гб	14,1"	1,45 кг	Windows 10 Home	6 999,00 грн
A2	Asus	HDD	500 Гб	4 Гб	15,6"	1,86 кг	DOS	9 899,00 грн
A3	HP	HDD	500 Гб	4 Гб	15,6"	1,9 кг	Endless	7 399,00 грн
A4	HP	HDD	1 000 Гб	8 Гб	15,6"	1,86 кг	DOS	13 989,00 грн
A5	Lenovo	SDD	256 Гб	8 Гб	15,6"	2,2 кг	DOS	17 999,00 грн
A6	Prestigio	SDD	128 Гб	8 Гб	13,3"	2,2 кг	macOS	26 789,00 грн

Переваги особи, яка приймає рішення, щодо критеріїв, заданих нечисловою шкалою:

Виробник	
Значення	Оцінка
Apple	100
Asus	50
HP	50
Lenovo	40
Prestigio	100

Тип зовнішньої пам'яті	
Значення	Оцінка
eMMC	50
HDD	0
SDD	100

Операційна система	
Значення	Оцінка
DOS	0
Endless	50
macOS	100
Windows 10 Home	90

Варіант 3

W	0,1	0,05	0,1	0,15	0,15	0,05	0,05	0,35
J	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер альтернативи	Виробник	Тип зовнішньої пам'яті	Пам'ять зовнішня	Пам'ять внутрішня	Діагональ	Вага	Операційна система	Ціна
A1	Prestigio	eMMC	32 Гб	2 Гб	14,1"	1,45 кг	Windows 10 Home	6 999,00 грн
A2	Asus	HDD	1 000 Гб	4 Гб	17,1"	2,1 кг	Endless	11 699,00 грн
A3	HP	HDD	500 Гб	4 Гб	15,6"	1,9 кг	Endless	7 399,00 грн
A4	HP	HDD	1 000 Гб	8 Гб	15,6"	1,86 кг	DOS	13 989,00 грн
A5	Lenovo	SDD	256 Гб	8 Гб	15,6"	2,2 кг	DOS	17 999,00 грн
A6	Prestigio	SDD	128 Гб	8 Гб	13,3"	2,2 кг	macOS	26 789,00 грн

Переваги особи, яка приймає рішення, щодо критеріїв, заданих нечисловою шкалою:

Виробник	
Значення	Оцінка
Apple	100
Asus	50
HP	50
Lenovo	40
Prestigio	30

Тип зовнішньої пам'яті	
Значення	Оцінка
eMMC	50
HDD	0
SDD	100

Операційна система	
Значення	Оцінка
DOS	0
Endless	50
macOS	100
Windows 10 Home	90

Варіант 4

W	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,05	0,05	0,35
J	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер альтернативи	Виробник	Тип зовнішньої пам'яті	Пам'ять зовнішня	Пам'ять внутрішня	Діагональ	Вага	Операційна система	Ціна
A1	Prestigio	eMMC	32 Гб	2 Гб	14,1"	1,45 кг	Windows 10 Home	6 999,00 грн
A2	Asus	HDD	1 000 Гб	4 Гб	17,1"	2,1 кг	Endless	11 699,00 грн
A3	HP	HDD	500 Гб	4 Гб	15,6"	1,9 кг	Endless	7 399,00 грн
A4	HP	HDD	1 000 Гб	8 Гб	15,6"	1,96 кг	Endless	27 085,00 грн
A5	Lenovo	SDD	256 Гб	8 Гб	15,6"	2,2 кг	DOS	17 999,00 грн
A6	Prestigio	SDD	128 Гб	8 Гб	13,3"	2,2 кг	macOS	26 789,00 грн

Переваги особи, яка приймає рішення, щодо критеріїв, заданих нечисловою шкалою:

Виробник	
Значення	Оцінка
Apple	100
Asus	50
HP	50
Lenovo	40
Prestigio	30

Тип зовнішньої пам'яті	
Значення	Оцінка
eMMC	50
HDD	0
SDD	100

Операційна система	
Значення	Оцінка
DOS	0
Endless	50
macOS	100
Windows 10 Home	90

Варіант 5

w	0,1	0,15	0,1	0,1	0,15	0,1	0,1	0,2
j	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер альтернативи	Виробник	Тип зовнішньої пам'яті	Пам'ять зовнішня	Пам'ять внутрішня	Діагональ	Вага	Операційна система	Ціна
A1	Prestigio	eMMC	32 Гб	2 Гб	14,1"	1,45 кг	Windows 10 Home	6 999,00 грн
A2	Asus	HDD	1 000 Гб	4 Гб	17,1"	2,1 кг	Endless	11 699,00 грн
A3	HP	HDD	500 Гб	4 Гб	15,6"	1,9 кг	Endless	7 399,00 грн
A4	HP	HDD	1 000 Гб	8 Гб	15,6"	1,96 кг	Endless	27 085,00 грн
A5	Lenovo	SDD	256 Гб	8 Гб	15,6"	2,2 кг	DOS	17 999,00 грн
A6	Apple	SDD	128 Гб	8 Гб	13,3"	1,35 кг	macOS	23 999,00 грн

Переваги особи, яка приймає рішення, щодо критеріїв, заданих нечисловою шкалою:

Виробник	
Значення	Оцінка
Apple	100
Asus	50
HP	50
Lenovo	40
Prestigio	30

Тип зовнішньої пам'яті	
Значення	Оцінка
eMMC	50
HDD	0
SDD	100

Операційна система	
Значення	Оцінка
DOS	0
Endless	50
macOS	100
Windows 10 Home	90

Варіант 6

w	0,15	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,35
j	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер альтернативи	Виробник	Тип зовнішньої пам'яті	Пам'ять зовнішня	Пам'ять внутрішня	Діагональ	Вага	Операційна система	Ціна
A1	Prestigio	eMMC	32 Гб	2 Гб	14,1"	1,45 кг	Windows 10 Home	6 999,00 грн
A2	Asus	HDD	1 000 Гб	4 Гб	17,1"	2,1 кг	Endless	11 699,00 грн
A3	HP	HDD	500 Гб	4 Гб	15,6"	1,9 кг	Endless	7 399,00 грн
A4	HP	HDD	1 000 Гб	8 Гб	15,6"	1,96 кг	Endless	27 085,00 грн
A5	Lenovo	SDD	256 Гб	8 Гб	15,6"	2,2 кг	DOS	17 999,00 грн
A6	Apple	SDD	128 Гб	8 Гб	13,3"	1,35 кг	macOS	23 999,00 грн

Переваги особи, яка приймає рішення, щодо критеріїв, заданих нечисловою шкалою:

Виробник	
Значення	Оцінка
Apple	50
Asus	100
HP	90
Lenovo	40
Prestigio	30

Тип зовнішньої пам'яті	
Значення	Оцінка
eMMC	50
HDD	0
SDD	100

Операційна система	
Значення	Оцінка
DOS	50
Endless	100
macOS	0
Windows 10 Home	50

Варіант 7

w	0,15	0,1	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
j	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер альтернативи	Виробник	Тип зовнішньої пам'яті	Пам'ять зовнішня	Пам'ять внутрішня	Діагональ	Вага	Операційна система	Ціна
A1	Prestigio	eMMC	32 Гб	2 Гб	14,1"	1,45 кг	Windows 10 Home	6 999,00 грн
A2	Asus	HDD	1 000 Гб	4 Гб	17,1"	2,1 кг	Endless	11 699,00 грн
A3	HP	HDD	500 Гб	4 Гб	15,6"	1,9 кг	Endless	7 399,00 грн
A4	HP	HDD	1 000 Гб	8 Гб	15,6"	1,96 кг	Endless	27 085,00 грн
A5	Lenovo	SDD	256 Гб	8 Гб	15,6"	2,2 кг	DOS	17 999,00 грн
A6	Asus	SDD	128 Гб	4 Гб	13,3"	1,2 кг	Endless	13 989,00 грн

Переваги особи, яка приймає рішення, щодо критеріїв, заданих нечисловою шкалою:

Виробник	
Значення	Оцінка
Apple	50
Asus	100
HP	90
Lenovo	40
Prestigio	30

Тип зовнішньої пам'яті	
Значення	Оцінка
eMMC	50
HDD	0
SDD	100

Операційна система	
Значення	Оцінка
DOS	50
Endless	100
macOS	0
Windows 10 Home	50

Варіант 8

w	0,15	0,1	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,3
j	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер альтернативи	Виробник	Тип зовнішньої пам'яті	Пам'ять зовнішня	Пам'ять внутрішня	Діагональ	Вага	Операційна система	Ціна
A1	Prestigio	eMMC	32 Гб	2 Гб	14,1"	1,45 кг	Windows 10 Home	6 999,00 грн
A2	Apple	SDD	128 Гб	8 Гб	13,3"	1,35 кг	macOS	23 999,00 грн
A3	HP	HDD	500 Гб	4 Гб	15,6"	1,9 кг	Endless	7 399,00 грн
A4	HP	HDD	1 000 Гб	8 Гб	15,6"	1,96 кг	Endless	27 085,00 грн
A5	Lenovo	SDD	256 Гб	8 Гб	15,6"	2,2 кг	DOS	17 999,00 грн
A6	Asus	SDD	128 Гб	4 Гб	13,3"	1,2 кг	Endless	13 989,00 грн

Переваги особи, яка приймає рішення, щодо критеріїв, заданих нечисловою шкалою:

Виробник	
Значення	Оцінка
Apple	50
Asus	100
HP	90
Lenovo	40
Prestigio	30

Тип зовнішньої пам'яті	
Значення	Оцінка
eMMC	50
HDD	0
SDD	100

Операційна система	
Значення	Оцінка
DOS	50
Endless	100
macOS	0
Windows 10 Home	50

Варіант 9

w	0,15	0,05	0,05	0,1	0,1	0,1	0,1	0,35
j	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер альтернативи	Виробник	Тип зовнішньої пам'яті	Пам'ять зовнішня	Пам'ять внутрішня	Діагональ	Вага	Операційна система	Ціна
A1	Asus	SDD	128 Гб	4 Гб	13,3"	1,2 кг	Endless	13 989,00 грн
A2	Asus	HDD	1 000 Гб	4 Гб	17,1"	2,1 кг	Endless	11 699,00 грн
A3	HP	HDD	500 Гб	4 Гб	15,6"	1,9 кг	Endless	7 399,00 грн
A4	HP	HDD	1 000 Гб	8 Гб	15,6"	1,96 кг	Endless	27 085,00 грн
A5	Lenovo	SDD	256 Гб	8 Гб	15,6"	2,2 кг	DOS	17 999,00 грн
A6	Apple	SDD	128 Гб	8 Гб	13,3"	1,35 кг	macOS	23 999,00 грн

Переваги особи, яка приймає рішення, щодо критеріїв, заданих нечисловою шкалою:

Виробник	
Значення	Оцінка
Apple	50
Asus	100
HP	90
Lenovo	40
Prestigio	30

Тип зовнішньої пам'яті	
Значення	Оцінка
eMMC	50
HDD	0
SDD	100

Операційна система	
Значення	Оцінка
DOS	50
Endless	100
macOS	0
Windows 10 Home	50

Варіант 10

w	0,1	0,1	0,1	0,1	0,15	0,05	0,05	0,35
j	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер альтернативи	Виробник	Тип зовнішньої пам'яті	Пам'ять зовнішня	Пам'ять внутрішня	Діагональ	Вага	Операційна система	Ціна
A1	Asus	SDD	128 Гб	4 Гб	13,3"	1,2 кг	Endless	13 989,00 грн
A2	Asus	HDD	1 000 Гб	4 Гб	17,1"	2,1 кг	Endless	11 699,00 грн
A3	HP	HDD	500 Гб	4 Гб	15,6"	1,9 кг	Endless	7 399,00 грн
A4	HP	HDD	1 000 Гб	8 Гб	15,6"	1,96 кг	Endless	27 085,00 грн
A5	Lenovo	SDD	256 Гб	8 Гб	15,6"	2,2 кг	DOS	17 999,00 грн
A6	Apple	SDD	128 Гб	8 Гб	13,3"	1,35 кг	macOS	23 999,00 грн

Переваги особи, яка приймає рішення, щодо критеріїв, заданих нечисловою шкалою:

Виробник	
Значення	Оцінка
Apple	100
Asus	50
HP	50
Lenovo	40
Prestigio	30

Тип зовнішньої пам'яті	
Значення	Оцінка
eMMC	50
HDD	0
SDD	100

Операційна система	
Значення	Оцінка
DOS	0
Endless	50
macOS	100
Windows 10 Home	90

Варіант 11

w	0,1	0,05	0,1	0,15	0,1	0,05	0,1	0,35
j	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер альтернативи	Виробник	Тип зовнішньої пам'яті	Пам'ять зовнішня	Пам'ять внутрішня	Діагональ	Вага	Операційна система	Ціна
A1	Prestigio	eMMC	32 Гб	2 Гб	14,1"	1,45 кг	Windows 10 Home	6 999,00 грн
A2	Asus	HDD	1 000 Гб	4 Гб	17,1"	2,1 кг	Endless	11 699,00 грн
A3	HP	HDD	500 Гб	4 Гб	15,6"	1,9 кг	Endless	7 399,00 грн
A4	HP	HDD	1 000 Гб	8 Гб	15,6"	1,86 кг	DOS	13 989,00 грн
A5	Lenovo	SDD	256 Гб	8 Гб	15,6"	2,2 кг	DOS	17 999,00 грн
A6	Apple	SDD	128 Гб	8 Гб	13,3"	1,35 кг	macOS	23 999,00 грн

Переваги особи, яка приймає рішення, щодо критеріїв, заданих нечисловою шкалою:

Виробник	
Значення	Оцінка
Apple	100
Asus	30
HP	30
Lenovo	0
Prestigio	50

Тип зовнішньої пам'яті	
Значення	Оцінка
eMMC	50
HDD	0
SDD	100

Операційна система	
Значення	Оцінка
DOS	0
Endless	50
macOS	100
Windows 10 Home	90

Варіант 12

w	0,15	0,1	0,1	0,15	0,15	0,05	0,1	0,2
j	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер альтернативи	Виробник	Тип зовнішньої пам'яті	Пам'ять зовнішня	Пам'ять внутрішня	Діагональ	Вага	Операційна система	Ціна
A1	Prestigio	eMMC	32 Гб	2 Гб	14,1"	1,45 кг	Windows 10 Home	6 999,00 грн
A2	Asus	HDD	1 000 Гб	4 Гб	17,1"	2,1 кг	Endless	11 699,00 грн
A3	HP	HDD	500 Гб	4 Гб	15,6"	1,9 кг	Endless	7 399,00 грн
A4	HP	HDD	1 000 Гб	8 Гб	15,6"	1,86 кг	DOS	13 989,00 грн
A5	Lenovo	SDD	256 Гб	8 Гб	15,6"	2,2 кг	DOS	17 999,00 грн
A6	Apple	SDD	128 Гб	8 Гб	13,3"	1,35 кг	macOS	23 999,00 грн

Переваги особи, яка приймає рішення, щодо критеріїв, заданих нечисловою шкалою:

Виробник	
Значення	Оцінка
Apple	100
Asus	30
HP	30
Lenovo	0
Prestigio	50

Тип зовнішньої пам'яті	
Значення	Оцінка
eMMC	50
HDD	0
SDD	100

Операційна система	
Значення	Оцінка
DOS	0
Endless	50
macOS	100
Windows 10 Home	90

Варіант 13

w	0,15	0,05	0,15	0,15	0,05	0,05	0,1	0,3
j	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер альтернативи	Виробник	Тип зовнішньої пам'яті	Пам'ять зовнішня	Пам'ять внутрішня	Діагональ	Вага	Операційна система	Ціна
A1	Prestigio	eMMC	32 Гб	2 Гб	14,1"	1,45 кг	Windows 10 Home	6 999,00 грн
A2	Asus	HDD	1 000 Гб	4 Гб	17,1"	2,1 кг	DOS	11 899,00 грн
A3	HP	HDD	500 Гб	4 Гб	15,6"	1,9 кг	Endless	7 399,00 грн
A4	HP	HDD	1 000 Гб	8 Гб	15,6"	1,96 кг	Endless	27 085,00 грн
A5	Lenovo	SDD	256 Гб	8 Гб	15,6"	2,2 кг	DOS	17 999,00 грн
A6	Apple	SDD	128 Гб	8 Гб	13,3"	1,35 кг	macOS	23 999,00 грн

Переваги особи, яка приймає рішення, щодо критеріїв, заданих нечисловою шкалою:

Виробник	
Значення	Оцінка
Apple	30
Asus	100
HP	90
Lenovo	40
Prestigio	30

Тип зовнішньої пам'яті	
Значення	Оцінка
eMMC	50
HDD	0
SDD	100

Операційна система	
Значення	Оцінка
DOS	50
Endless	100
macOS	0
Windows 10 Home	50

Варіант 14

w	0,1	0,15	0,1	0,1	0,15	0,1	0,1	0,2
j	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер альтернативи	Виробник	Тип зовнішньої пам'яті	Пам'ять зовнішня	Пам'ять внутрішня	Діагональ	Вага	Операційна система	Ціна
A1	Apple	SDD	128 Гб	16 Гб	13,3"	1,25 кг	macOS	30 479,00 грн
A2	Asus	HDD	1 000 Гб	4 Гб	17,1"	2,1 кг	Endless	11 699,00 грн
A3	HP	HDD	500 Гб	4 Гб	15,6"	1,9 кг	Endless	7 399,00 грн
A4	HP	HDD	1 000 Гб	8 Гб	15,6"	1,96 кг	Endless	27 085,00 грн
A5	Lenovo	SDD	256 Гб	8 Гб	15,6"	2,2 кг	DOS	17 999,00 грн
A6	Apple	SDD	128 Гб	8 Гб	13,3"	1,35 кг	macOS	23 999,00 грн

Переваги особи, яка приймає рішення, щодо критеріїв, заданих нечисловою шкалою:

Виробник	
Значення	Оцінка
Apple	100
Asus	50
HP	50
Lenovo	40
Prestigio	30

Тип зовнішньої пам'яті	
Значення	Оцінка
eMMC	50
HDD	0
SDD	100

Операційна система	
Значення	Оцінка
DOS	0
Endless	50
macOS	100
Windows 10 Home	90

Варіант 15

w	0,15	0,1	0,05	0,15	0,05	0,1	0,1	0,3
j	1	2	3	4	5	6	7	8
Номер альтернативи	Виробник	Тип зовнішньої пам'яті	Пам'ять зовнішня	Пам'ять внутрішня	Діагональ	Вага	Операційна система	Ціна
A1	Asus	SDD	128 Гб	4 Гб	13,3"	1,2 кг	DOS	13 989,00 грн
A2	Asus	HDD	1 000 Гб	4 Гб	17,1"	2,1 кг	Endless	11 699,00 грн
A3	Apple	SDD	128 Гб	16 Гб	13,3"	1,25 кг	macOS	30 479,00 грн
A4	HP	HDD	1 000 Гб	8 Гб	15,6"	1,96 кг	Endless	27 085,00 грн
A5	Lenovo	SDD	256 Гб	8 Гб	15,6"	2,2 кг	DOS	17 999,00 грн
A6	Apple	SDD	128 Гб	8 Гб	13,3"	1,35 кг	macOS	23 999,00 грн

Переваги особи, яка приймає рішення, щодо критеріїв, заданих нечисловою шкалою:

Виробник	
Значення	Оцінка
Apple	70
Asus	90
HP	100
Lenovo	40
Prestigio	30

Тип зовнішньої пам'яті	
Значення	Оцінка
eMMC	50
HDD	0
SDD	100

Операційна система	
Значення	Оцінка
DOS	50
Endless	100
macOS	0
Windows 10 Home	50

## 4. МЕТОД АНАЛІЗУ ІЄРАРХІЙ (МЕТОД АНАЛІТИЧНОЇ ІЄРАРХІЇ)

### 4.1. Теоретичні положення

Одним з ефективних методів рішень багатокритеріальних задач з ієрархічними структурами, що містять явні і неявні фактори, є метод аналізу ієрархій (МАІ, англ. Analytic Hierarchy Process, АНР), розроблений Т. Сааті.

Для задач, що вирішуються МАІ, дано:

- загальна мета (або цілі) вирішення задач;
- критерії, за якими оцінюються альтернативи;
- альтернативи.

Зазвичай потрібно вибрати найкращу альтернативу або зробити їх упорядкування.

Використання МАІ передбачає реалізацію таких етапів.

1. Структуризація задачі у вигляді ієрархічної структури з декількома рівнями: цілі – критерії – альтернативи.

2. Формування матриць попарних порівнянь і обчислення оціночних коефіцієнтів для елементів кожного рівня. Водночас перевіряється узгодженість суджень ОПР.

3. Підраховується кількісний індикатор якості кожної з альтернатив і визначається найкраща альтернатива або проводиться їх упорядкування за цим значенням.

Обчислювальну основу МАІ визначають матриці попарних порівнянь об'єктів (табл. 4.1).

Для формування матриць попарних порівнянь (наприклад, об'єктів А і В) використовується шкала значень (балів) [19, 20, 22]:

- «1» – А і В однаково важливі;
- «2»–«3» – А незначно важливіше, ніж В;
- «4»–«5» – А значно важливіше за В;
- «6»–«7» – А явно важливіше за В;
- «8»–«9» – А за своєю значущістю абсолютно перевершує В.

Таблиця 4.1 – Приклад матриці попарних порівнянь об'єктів А, В, С, D

	A	B	C	D
A	1	5	6	7
B	1/5	1	4	6
C	1/6	1/4	1	4
D	1/7	1/6	1/4	1

Матриця попарних порівнянь є обернено-симетричною, тобто якщо в позиції (клітинки матриці) з номерами  $ij$  розташоване значення  $p_{ij}$ , то в клітинці матриці з номером  $ji$  має розташовуватися зворотна величина, рівна  $1/p_{ij}$ .

Матриця порівняння формується шляхом порівняння об'єкта, що розташований у рядку, відносно об'єкта, що розташований у стовпці. Тобто для прикладу, наведеного в табл. 4.1, об'єкт А значно важливіший за об'єкт В, відповідно значення клітинки таблиці парних порівнянь 1-го рядка і 2-го стовпчика дорівнює 5.

При порівнянні елемента з собою маємо рівну значущість, так що на перетині рядка А зі стовпчиком А в позиції (А, А) заносимо 1.

Заносимо відповідні зворотні величини: 1, 1/3, ..., або 1/9 на перетинах стовпчика А і рядка В, тобто в позицію (В, А) для зворотного порівняння В з А.

Обчислення вектору пріоритетів за матрицею попарних порівнянь у математичних термінах – це обчислення головного власного вектору, який після нормалізації стає вектором пріоритетів.

Грубі оцінки значення головного власного вектору можна отримати такими чотирма способами [12, 13]:

*Спосіб 1. «Суми за рядками».* Підсумувати елементи кожного рядка і нормалізувати розподілом кожної суми на суму всіх елементів. Сума отриманих результатів буде дорівнювати одиниці. Перший елемент результуючого вектору буде пріоритетом першого об'єкта, другий – другого

об'єкта і т. д. (приклад розрахунку в табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Приклад розрахунку вектору пріоритетів першим способом

	A	B	C	D	$\Sigma$	$\Sigma/37,18$
A	1,00	5,00	6,00	7,00	19,00	<b>0,5111</b>
B	0,20	1,00	4,00	6,00	11,20	<b>0,3013</b>
C	0,17	0,25	1,00	4,00	5,42	<b>0,1457</b>
D	0,14	0,17	0,25	1,00	1,56	<b>0,0419</b>
					37,18	

*Спосіб 2. «Суми за стовпцями».* Підсумувати елементи кожного стовпця і отримати зворотні величини цих сум. Нормалізувати їх так, щоб їх сума дорівнювала одиниці, розділити кожен зворотну величину на суму всіх зворотних величин (приклад розрахунку в табл. 4.3).

Таблиця 4.3 – Приклад розрахунку вектору пріоритетів другим способом

	A	B	C	D	
A	1,00	5,00	6,00	7,00	
B	0,20	1,00	4,00	6,00	
C	0,17	0,25	1,00	4,00	
D	0,14	0,17	0,25	1,00	
$\Sigma$	1,51	6,42	11,25	18,00	
$1/\Sigma$	0,66	0,16	0,09	0,06	<b>0,96</b>
$\Sigma/0,96$	<b>0,69</b>	<b>0,16</b>	<b>0,09</b>	<b>0,06</b>	

*Спосіб 3. «Зворотні величини».* Розділити елементи кожного стовпця на суму елементів цього стовпчика (тобто нормалізувати стовпець), потім додати елементи кожного отриманого рядка і розділити цю суму на число елементів рядка. Це називається процесом усереднення за нормалізованими стовпцями (приклад розрахунку в табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Приклад розрахунку вектору пріоритетів третім способом

	A	B	C	D	$\Sigma$	$\Sigma/4$
A	0,66	0,78	0,53	0,39	2,36	<b>0,591</b>
B	0,13	0,16	0,36	0,33	0,98	<b>0,244</b>
C	0,11	0,04	0,09	0,22	0,46	<b>0,115</b>
D	0,09	0,03	0,02	0,06	0,20	<b>0,050</b>

Спосіб 4. «Середньогоометричні значення за рядком». Необхідно перемножити  $n$  елементів кожного рядка і витягти корінь  $n$ -го ступеня з отриманого добутку (приклад розрахунку в табл. 4.5).

Таблиця 4.5 – Приклад розрахунку вектору пріоритетів четвертим способом

	A	B	C	D	$\Pi$	$\sqrt[n]{\Pi}$	$\sqrt[n]{\Pi} / 6,20$
A	1,00	5,00	6,00	7,00	210,00	3,81	<b>0,61</b>
B	0,20	1,00	4,00	6,00	4,80	1,48	<b>0,24</b>
C	0,17	0,25	1,00	4,00	0,17	0,64	<b>0,10</b>
D	0,14	0,17	0,25	1,00	0,01	0,28	<b>0,04</b>
						<b>6,20</b>	

Порівнюючи отримані результати, зазначимо, що точність розрахунків підвищується від 1-го до 4-го способу, проте одночасно ускладнюється обчислення.

Під час використання таблиць попарного порівняння розглядаються індекси узгодженості. Для їх розрахунку помножимо матрицю порівнянь справа на розраховану оцінку вектору рішення, отримаємо новий вектор (табл. 4.6).

Розділивши першу компоненту цього вектору на першу компоненту оцінки вектору рішення, другу компоненту нового вектору на другу компоненту оцінки вектору рішення і т. д., визначимо ще один вектор. Розрахуємо середнє арифметичне отриманого вектору. Отримане значення  $\lambda_{\max}$  називають максимальним або головним власним значенням і використовують для оцінки узгодженості, що відображає пропорційність переваг.

Чим ближче  $\lambda_{\max}$  до  $n$  (числа об'єктів у матриці), тим більше узгоджений результат [19, 20].

Таблиця 4.6 – Приклад розрахунків для індексу узгодженості

	A	B	C	D	П	$\sqrt[4]{\Pi}$	$w_i = \sqrt[4]{\Pi} / 6,20$	НОВИЙ вектор $v_i$	$v_i/w_i$
A	1,00	5,00	6,00	7,00	2,10	3,81	0,61	<b>2,74</b>	4,462
B	0,20	1,00	4,00	6,00	4,80	1,48	0,24	<b>1,04</b>	4,367
C	0,17	0,25	1,00	4,00	0,17	0,64	0,10	<b>0,44</b>	4,311
D	0,14	0,17	0,25	1,00	0,01	0,28	0,04	<b>0,20</b>	4,421
								$\Sigma$	17,561
								$\lambda_{\max}$	<b>4,390</b>

Індексом узгодженості (ІУ) назвемо величину:

$$IY = (\lambda_{\max} - n) / (n-1).$$

Випадковим індексом (ВІ) назвемо індекс узгодженості, розрахований за даними оцінок, які згенеровано<sup>1</sup> у випадковий спосіб за шкалою від 1 до 15 (табл. 4.7).

Таблиця 4.7 – Значення випадкового індексу узгодженості

n, порядок матриці	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
ВІ	0,00	0,00	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49	1,51	1,48	1,56	1,57	1,59

Відношення узгодженості (ВУ) – це відношення індексу узгодженості (ІУ) до випадкового індексу (ВІ) для матриці того ж порядку:

$$VU = IY / VI.$$

<sup>1</sup> У школі Уортона згенерували середні випадкові індекси для матриць порядку від 1 до 15. Використовувалося 500 величин випадкової вибірки в матрицях порядку до 11\*11, а для  $n = 12, 13, 14, 15$  на базі 100 випадкових вибірок.

У табл. 4.6 наведено приклад розрахунку  $\lambda_{\max}$ . Проведемо розрахунок наближеного значення індексу узгодженості і його аналіз відносно узгодженості.

$$IY = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) = (4,39 - 4) / (4 - 1) = 0,130088;$$

$$VI = 0,9;$$

$$VY = IY / VI = 0,130088 / 0,9 = 0,144542.$$

Значення  $VY \leq 0,1$  вважається прийнятним.

#### 4.2. Варіанти індивідуальних завдань

ЗАВДАННЯ. Дано (у вигляді таблиць попарного порівняння) критерії оцінки будинку і варіанти, доступні для покупки (альтернативи). **Використовуючи метод аналізу ієрархій, упорядкувати альтернативи від найкращої до найгіршої.**

*Примітка до завдання.* Під час розв'язання необхідно застосувати два способи грубої оцінки значення головного власного вектору:

- одне розв'язання з застосуванням Способу 4 «Середньогоометричні значення за рядком»;
- друге розв'язання з застосуванням або Способу 1 «Суми за рядками», або Способу 2 «Суми за стовпцями» або Способу 3 «Зворотні величини».



Список відео «Метод аналізу ієрархій (метод аналітичної ієрархії)» ви можете переглянути за посиланням  
[https://www.youtube.com/playlist?list=PLta9G\\_Gbp7L0XCW3EEupcdk7nVn5bA3hX](https://www.youtube.com/playlist?list=PLta9G_Gbp7L0XCW3EEupcdk7nVn5bA3hX)

Для переходу на посилання скануйте QR-код.



Варіант 1

**Матриця парних порівнянь за критеріями**

Критерії		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
		Розмір будинку	Зручність автобусних маршрутів	Околиця	Коли побудований будинок	Двір	Сучасне обладнання	Загальний стан	Фінансові умови
C1	Розмір будинку	1	5	3	9	6	5	1/3	1/4
C2	Зручність автобусних маршрутів	1/5	1	1/3	5	3	3	1/5	1/7
C3	Околиця	1/3	3	1	6	3	5	9	1/5
C4	Коли побудований будинок	1/9	1/5	1/6	1	1/3	1/4	1/7	1/8
C5	Двір	1/6	1/3	1/3	3	1	1/2	1/5	1/6
C6	Сучасне обладнання	1/5	1/3	1/5	4	2	1	1/5	1/6
C7	Загальний стан	3	5	1/9	7	5	5	1	1/2
C8	Фінансові умови	4	7	5	8	6	6	2	1

**Матриця парних порівнянь оцінки альтернатив А, Б, В за кожним критерієм**

Розмір будинку	А	Б	В	Зручність автобусних маршрутів	А	Б	В
А	1	1/8	1/3	А	1	5	1/5
Б	8	1	4	Б	1/5	1	1/8
В	3	1/4	1	В	5	8	1

Околиця	А	Б	В	Коли побудований будинок	А	Б	В
А	1	8	6	А	1	1	9
Б	1/8	1	1/4	Б	1	1	9
В	1/6	4	1	В	1/9	1/9	1

Двір	А	Б	В	Сучасне обладнання	А	Б	В
А	1	5	4	А	1	8	6
Б	1/5	1	1/3	Б	1/8	1	1/5
В	1/4	3	1	В	1/6	5	1

Загальний стан	А	Б	В	Фінансові умови	А	Б	В
А	1	1/2	1/2	А	1	1/7	1/5
Б	2	1	1	Б	7	1	3
В	2	1	1	В	5	1/3	1

Варіант 2

*Матриця парних порівнянь за критеріями*

Критерії		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
		Розмір будинку	Зручність автобусних маршрутів	Околиця	Коли побудований будинок	Двір	Сучасне обладнання	Загальний стан	Фінансові умови
C1	Розмір будинку	1	5	3	7	6	6	1/3	1/4
C2	Зручність автобусних маршрутів	1/5	1	1/3	5	3	3	1/5	1/7
C3	Околиця	1/3	3	1	6	3	4	6	1/5
C4	Коли побудований будинок	1/7	1/5	1/6	1	1/3	1/4	1/7	1/8
C5	Двір	1/6	1/3	1/3	3	1	1/2	1/5	1/6
C6	Сучасне обладнання	1/6	1/3	1/4	4	2	1	1/5	1/6
C7	Загальний стан	3	5	1/6	7	5	5	1	1/2
C8	Фінансові умови	4	7	5	8	6	6	2	1

*Матриця парних порівнянь оцінки альтернатив А, Б, В за кожним критерієм*

Розмір будинку	А	Б	В	Зручність автобусних маршрутів	А	Б	В
А	1	6	8	А	1	5	1/5
Б	1/6	1	4	Б	1/5	1	1/8
В	1/8	1/4	1	В	5	8	1

Околиця	А	Б	В	Коли побудований будинок	А	Б	В
А	1	8	6	А	1	1	1
Б	1/8	1	1/4	Б	1	1	1
В	1/6	4	1	В	1	1	1

Двір	А	Б	В	Сучасне обладнання	А	Б	В
А	1	5	4	А	1	8	6
Б	1/5	1	1/3	Б	1/8	1	1/5
В	1/4	3	1	В	1/6	5	1

Загальний стан	А	Б	В	Фінансові умови	А	Б	В
А	1	1/2	1/2	А	1	1/7	1/5
Б	2	1	1	Б	7	1	3
В	2	1	1	В	5	1/3	1

### Варіант 3

**Завдання «Купівля будинку»: матриця парних порівнянь за критеріями**

Критерії		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
		Розмір будинку	Зручність автобусних маршрутів	Околиця	Коли побудований будинок	Двір	Сучасне обладнання	Загальний стан	Фінансові умови
C1	Розмір будинку	1	5	3	7	6	6	1/3	1/4
C2	Зручність автобусних маршрутів	1/5	1	1/3	7	3	3	1/5	1/7
C3	Околиця	1/3	3	1	6	3	6	6	1/5
C4	Коли побудований будинок	1/7	1/7	1/6	1	1/3	3	1/7	1/8
C5	Двір	1/6	1/3	1/3	3	1	1/2	1/5	1/6
C6	Сучасне обладнання	1/6	1/3	1/6	1/3	2	1	1/5	1/6
C7	Загальний стан	3	5	1/6	7	5	5	1	1/2
C8	Фінансові умови	4	7	5	8	6	6	2	1

**Матриця парних порівнянь оцінки альтернатив А, Б, В за кожним критерієм**

Розмір будинку	A	Б	В	Зручність автобусних маршрутів	A	Б	В
A	1	6	8	A	1	5	1/5
Б	1/6	1	4	Б	1/5	1	1/8
В	1/8	1/4	1	В	5	8	1

Околиця	A	Б	В	Коли побудований будинок	A	Б	В
A	1	7	6	A	1	3	7
Б	1/7	1	1/4	Б	1/3	1	3
В	1/6	4	1	В	1/7	1/3	1

Двір	A	Б	В	Сучасне обладнання	A	Б	В
A	1	5	4	A	1	8	6
Б	1/5	1	1/3	Б	1/8	1	1/5
В	1/4	3	1	В	1/6	5	1

Загальний стан	A	Б	В	Фінансові умови	A	Б	В
A	1	1/2	1/5	A	1	1/7	1/5
Б	2	1	4	Б	7	1	3
В	5	1/4	1	В	5	1/3	1

Варіант 4

**Матриця парних порівнянь за критеріями**

Критерії		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
		Розмір будинку	Зручність автобусних маршрутів	Околиця	Коли побудований будинок	Двір	Сучасне обладнання	Загальний стан	Фінансові умови
C1	Розмір будинку	1	5	3	7	6	6	1/3	1/4
C2	Зручність автобусних маршрутів	1/5	1	1/3	7	3	3	1/5	1/7
C3	Околиця	1/3	3	1	6	3	6	6	1/5
C4	Коли побудований будинок	1/7	1/7	1/6	1	1/3	3	1/7	1/8
C5	Двір	1/6	1/3	1/3	3	1	1/2	1/5	1/6
C6	Сучасне обладнання	1/6	1/3	1/6	1/3	2	1	1/5	1/6
C7	Загальний стан	3	5	1/6	7	5	5	1	1/2
C8	Фінансові умови	4	7	5	8	6	6	2	1

**Матриця парних порівнянь оцінки альтернатив А, Б, В за кожним критерієм**

Розмір будинку	A	Б	В	Зручність автобусних маршрутів	A	Б	В
A	1	6	8	A	1	5	1/5
Б	1/6	1	4	Б	1/5	1	1/8
В	1/8	1/4	1	В	5	8	1

Околиця	A	Б	В	Коли побудований будинок	A	Б	В
A	1	7	6	A	1	3	7
Б	1/7	1	1/4	Б	1/3	1	3
В	1/6	4	1	В	1/7	1/3	1

Двір	A	Б	В	Сучасне обладнання	A	Б	В
A	1	5	4	A	1	8	6
Б	1/5	1	1/3	Б	1/8	1	1/5
В	1/4	3	1	В	1/6	5	1

Загальний стан	A	Б	В	Фінансові умови	A	Б	В
A	1	1/2	1/5	A	1	1/7	1/5
Б	2	1	4	Б	7	1	3
В	5	1/4	1	В	5	1/3	1

Варіант 5

**Матриця парних порівнянь за критеріями**

Критерії		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
		Розмір будинку	Зручність автобусних маршрутів	Околиця	Коли побудований будинок	Двір	Сучасне обладнання	Загальний стан	Фінансові умови
C1	Розмір будинку	1	5	3	1/5	6	6	1/3	1/4
C2	Зручність автобусних маршрутів	1/5	1	1/3	1/3	7	5	1/5	1/7
C3	Околиця	1/3	3	1	6	3	5	6	1/5
C4	Коли побудований будинок	5	3	1/6	1	1/3	3	1/9	1/8
C5	Двір	1/6	1/7	1/3	3	1	1/2	1/5	1/6
C6	Сучасне обладнання	1/6	1/5	1/5	1/3	2	1	1/5	1/6
C7	Загальний стан	3	5	1/6	9	5	5	1	1/2
C8	Фінансові умови	4	7	5	8	6	6	2	1

**Матриця парних порівнянь оцінки альтернатив А, Б, В за кожним критерієм**

Розмір будинку	А	Б	В	Зручність автобусних маршрутів	А	Б	В
А	1	6	9	А	1	7	5
Б	1/6	1	4	Б	1/7	1	1/8
В	1/9	1/4	1	В	1/5	8	1

Околиця	А	Б	В	Коли побудований будинок	А	Б	В
А	1	4	7	А	1	7	2
Б	1/4	1	1/4	Б	1/7	1	3
В	1/7	4	1	В	1/2	1/3	1

Двір	А	Б	В	Сучасне обладнання	А	Б	В
А	1	6	4	А	1	9	6
Б	1/6	1	1/3	Б	1/9	1	1/5
В	1/4	3	1	В	1/6	5	1

Загальний стан	А	Б	В	Фінансові умови	А	Б	В
А	1	1/2	5	А	1	1/7	1/5
Б	2	1	4	Б	7	1	3
В	1/5	1/4	1	В	5	1/3	1

Варіант 6

**Матриця парних порівнянь за критеріями**

Критерії		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
		Розмір будинку	Зручність автобусних маршрутів	Околиця	Коли побудований будинок	Двір	Сучасне обладнання	Загальний стан	Фінансові умови
C1	Розмір будинку	1	1/6	1	1/5	1/6	1/5	1/9	1/4
C2	Зручність автобусних маршрутів	6	1	1/3	1/7	1/8	1/4	1/5	1/4
C3	Околиця	1	3	1	1/5	3	1/6	1/7	1/5
C4	Коли побудований будинок	5	7	5	1	1/8	1/7	1/9	1/8
C5	Двір	6	8	1/3	8	1	1/2	1/5	3
C6	Сучасне обладнання	5	4	6	7	2	1	4	1/6
C7	Загальний стан	9	5	7	9	5	1/4	1	1/2
C8	Фінансові умови	4	4	5	8	1/3	6	2	1

**Матриця парних порівнянь оцінки альтернатив А, Б, В за кожним критерієм**

Розмір будинку	А	Б	В	Зручність автобусних маршрутів	А	Б	В
А	1	3	2	А	1	1/5	5
Б	1/3	1	4	Б	5	1	7
В	1/2	1/4	1	В	1/5	1/7	1

Околиця	А	Б	В	Коли побудований будинок	А	Б	В
А	1	2	1/5	А	1	7	2
Б	1/2	1	1/4	Б	1/7	1	3
В	5	4	1	В	1/2	1/3	1

Двір	А	Б	В	Сучасне обладнання	А	Б	В
А	1	1/3	1/3	А	1	3	1/3
Б	3	1	7	Б	1/3	1	1/4
В	3	1/7	1	В	3	4	1

Загальний стан	А	Б	В	Фінансові умови	А	Б	В
А	1	3	8	А	1	2	1/5
Б	1/3	1	1/2	Б	1/2	1	1/4
В	1/8	2	1	В	5	4	1

Варіант 7

**Матриця парних порівнянь за критеріями**

Критерії		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
		Розмір будинку	Зручність автобусних маршрутів	Околиця	Коли побудований будинок	Двір	Сучасне обладнання	Загальний стан	Фінансові умови
C1	Розмір будинку	1	7	3	6	3	6	7	1/3
C2	Зручність автобусних маршрутів	1/7	1	1/3	5	4	7	1/5	1/6
C3	Околиця	1/3	3	1	3	3	1/2	6	1/3
C4	Коли побудований будинок	1/6	1/5	1/3	1	1/3	6	1/3	1/4
C5	Двір	1/3	1/4	1/3	3	1	2	1/5	1/5
C6	Сучасне обладнання	1/6	1/7	2	1/6	1/2	1	6	1/7
C7	Загальний стан	1/7	5	1/6	3	5	1/6	1	1/4
C8	Фінансові умови	3	6	3	4	5	7	4	1

**Матриця парних порівнянь оцінки альтернатив А, Б, В за кожним критерієм**

Розмір будинку	А	Б	В	Зручність автобусних маршрутів	А	Б	В
А	1	8	5	А	1	4	3
Б	1/8	1	1/3	Б	1/4	1	1/3
В	1/5	3	1	В	1/3	3	1

Околиця	А	Б	В	Коли побудований будинок	А	Б	В
А	1	1/7	1/5	А	1	1/4	5
Б	7	1	6	Б	4	1	2
В	5	1/6	1	В	1/5	1/2	1

Двір	А	Б	В	Сучасне обладнання	А	Б	В
А	1	5	6	А	1	7	1/3
Б	1/5	1	1/7	Б	1/7	1	1/5
В	1/6	7	1	В	3	5	1

Загальний стан	А	Б	В	Фінансові умови	А	Б	В
А	1	1/3	1/6	А	1	6	1/2
Б	3	1	1/7	Б	1/6	1	1/5
В	6	7	1	В	2	5	1

Варіант 8

**Матриця парних порівнянь за критеріями**

Критерії		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
		Розмір будинку	Зручність автобусних маршрутів	Околиця	Коли побудований будинок	Двір	Сучасне обладнання	Загальний стан	Фінансові умови
C1	Розмір будинку	1	4	3	6	4	5	1/3	3
C2	Зручність автобусних маршрутів	1/4	1	1/5	1/7	1/6	1/5	1/5	1/3
C3	Околиця	1/3	5	1	5	3	4	3	5
C4	Коли побудований будинок	1/6	7	1/5	1	6	5	1/3	1/8
C5	Двір	1/4	6	1/3	1/6	1	1/4	1/5	1/6
C6	Сучасне обладнання	1/5	5	1/4	1/5	4	1	3	8
C7	Загальний стан	3	5	1/3	3	5	1/3	1	3
C8	Фінансові умови	1/3	3	1/5	8	6	1/8	1/3	1

**Матриця парних порівнянь оцінки альтернатив А, Б, В за кожним критерієм**

Розмір будинку	А	Б	В	Зручність автобусних маршрутів	А	Б	В
А	1	1/9	1/3	А	1	1/3	3
Б	9	1	7	Б	3	1	1/2
В	3	1/7	1	В	1/3	2	1

Околиця	А	Б	В	Коли побудований будинок	А	Б	В
А	1	1/6	1/4	А	1	1/2	5
Б	6	1	3	Б	2	1	5
В	4	1/3	1	В	1/5	1/5	1

Двір	А	Б	В	Сучасне обладнання	А	Б	В
А	1	2	6	А	1	3	4
Б	1/2	1	4	Б	1/3	1	1/8
В	1/6	1/4	1	В	1/4	8	1

Загальний стан	А	Б	В	Фінансові умови	А	Б	В
А	1	6	1/6	А	1	1/8	1/5
Б	1/6	1	1/3	Б	8	1	3
В	6	3	1	В	5	1/3	1

Варіант 9

**Матриця парних порівнянь за критеріями**

Критерії		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
		Розмір будинку	Зручність автобусних маршрутів	Околиця	Коли побудований будинок	Двір	Сучасне обладнання	Загальний стан	Фінансові умови
C1	Розмір будинку	1	7	3	4	1/7	6	7	2
C2	Зручність автобусних маршрутів	1/7	1	1/8	1/6	1/9	3	3	2
C3	Околиця	1/3	8	1	8	1/6	5	6	5
C4	Коли побудований будинок	1/4	6	1/8	1	1/5	5	4	1/3
C5	Двір	7	9	6	5	1	7	5	3
C6	Сучасне обладнання	1/6	1/3	1/5	1/5	1/7	1	1/6	6
C7	Загальний стан	1/7	1/3	1/6	1/4	1/5	6	1	3
C8	Фінансові умови	1/2	1/2	1/5	3	1/3	1/6	1/3	1

**Матриця парних порівнянь оцінки альтернатив А, Б, В за кожним критерієм**

Розмір будинку	А	Б	В	Зручність автобусних маршрутів	А	Б	В
А	1	3	8	А	1	7	5
Б	1/3	1	1/6	Б	1/7	1	1/4
В	1/8	6	1	В	1/5	4	1

Околиця	А	Б	В	Коли побудований будинок	А	Б	В
А	1	3	1/5	А	1	1/2	1/4
Б	1/3	1	1/6	Б	2	1	1/3
В	5	6	1	В	4	3	1

Двір	А	Б	В	Сучасне обладнання	А	Б	В
А	1	5	1/4	А	1	1/6	1/5
Б	1/5	1	1/2	Б	6	1	1/8
В	4	2	1	В	5	8	1

Загальний стан	А	Б	В	Фінансові умови	А	Б	В
А	1	3	1/3	А	1	1/7	3
Б	1/3	1	2	Б	7	1	8
В	3	1/2	1	В	1/3	1/8	1

Варіант 10

**Матриця парних порівнянь за критеріями**

Критерії		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
		Розмір будинку	Зручність автобусних маршрутів	Околиця	Коли побудований будинок	Двір	Сучасне обладнання	Загальний стан	Фінансові умови
C1	Розмір будинку	1	8	1/7	7	5	6	1/2	1/7
C2	Зручність автобусних маршрутів	1/8	1	1/8	1/6	1/3	1/5	1/3	1/4
C3	Околиця	7	8	1	3	7	6	6	1/3
C4	Коли побудований будинок	1/7	6	1/3	1	8	5	3	1/6
C5	Двір	1/5	3	1/7	1/8	1	1/4	1/3	1/8
C6	Сучасне обладнання	1/6	5	1/6	1/5	4	1	1/7	1/4
C7	Загальний стан	2	3	1/6	1/3	3	7	1	1/5
C8	Фінансові умови	7	4	3	6	8	4	5	1

**Матриця парних порівнянь оцінки альтернатив А, Б, В за кожним критерієм**

Розмір будинку	А	Б	В	Зручність автобусних маршрутів	А	Б	В
А	1	2	6	А	1	8	1/2
Б	1/2	1	1/7	Б	1/8	1	1/9
В	1/6	7	1	В	2	9	1

Околиця	А	Б	В	Коли побудований будинок	А	Б	В
А	1	1/6	1/4	А	1	3	2
Б	6	1	1/6	Б	1/3	1	1/9
В	4	6	1	В	1/2	9	1

Двір	А	Б	В	Сучасне обладнання	А	Б	В
А	1	4	1/5	А	1	5	3
Б	1/4	1	1/7	Б	1/5	1	1/4
В	5	7	1	В	1/3	4	1

Загальний стан	А	Б	В	Фінансові умови	А	Б	В
А	1	3	1/3	А	1	2	4
Б	1/3	1	2	Б	1/2	1	5
В	3	1/2	1	В	1/4	1/5	1

Варіант 11

**Матриця парних порівнянь за критеріями**

Критерії		C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8
		Розмір будинку	Зручність автобусних маршрутів	Околиця	Коли побудований будинок	Двір	Сучасне обладнання	Загальний стан	Фінансові умови
C1	Розмір будинку	1	1/6	1/7	1/3	1/7	1/5	1/2	1/4
C2	Зручність автобусних маршрутів	6	1	1/5	1/3	5	1/5	1/2	2
C3	Околиця	7	5	1	3	6	5	6	8
C4	Коли побудований будинок	3	3	1/3	1	8	5	3	6
C5	Двір	7	1/5	1/6	1/8	1	1/4	1/3	3
C6	Сучасне обладнання	5	5	1/5	1/5	4	1	1/6	1/8
C7	Загальний стан	2	2	1/6	1/3	3	6	1	3
C8	Фінансові умови	4	1/2	1/8	1/6	1/3	8	1/3	1

**Матриця парних порівнянь оцінки альтернатив А, Б, В за кожним критерієм**

Розмір будинку	А	Б	В	Зручність автобусних маршрутів	А	Б	В
А	1	1/7	1/2	А	1	1/6	1/2
Б	7	1	5	Б	6	1	4
В	2	1/5	1	В	2	1/4	1

Околиця	А	Б	В	Коли побудований будинок	А	Б	В
А	1	1/3	2	А	1	1/4	1/5
Б	3	1	3	Б	4	1	1/7
В	1/2	1/3	1	В	5	7	1

Двір	А	Б	В	Сучасне обладнання	А	Б	В
А	1	6	1/2	А	1	5	7
Б	1/6	1	1/4	Б	1/5	1	1/5
В	2	4	1	В	1/7	5	1

Загальний стан	А	Б	В	Фінансові умови	А	Б	В
А	1	6	1/6	А	1	1/6	4
Б	1/6	1	1/7	Б	6	1	7
В	6	7	1	В	1/4	1/7	1

## 5. МЕТОДИ АНАЛІЗУ КОЛЕКТИВНИХ РІШЕНЬ (ВИБОРИ)

### 5.1. Теоретичні положення

Інтерес до різних систем голосування спостерігався приблизно з XVIII ст. у Франції. Одним із перших, хто зацікавився системами голосування, був французький вчений маркіз де Кондорсе (1743–1794). Він сформулював принцип або критерій, що дає змогу визначити переможця в демократичних виборах.

*Принцип де Кондорсе:* кандидат, який перемагає при порівнянні один на один з будь-яким з інших кандидатів, є переможцем на виборах.

Однак незабаром маркіз де Кондорсе зіткнувся з парадоксом, який отримав згодом його ім'я. При «парадоксі де Кондорсе» підрахунок голосів призводить до протиріччя, до порушення транзитивності відношення:  $A \succ B \succ C \succ A$ . Зіткнувшись із цим парадоксом, Кондорсе вибрав «найменше зло», а саме ту думку, яка підтримується більшістю голосів.

*Правило більшості голосів* визначає переможцем кандидата, який отримав найбільшу кількість голосів (розглядаються голоси, коли кандидат займає перше місце).

Ще одним з відомих методів визначення переможця при колективному голосуванні є *метод Борда*. Відповідно до цього методу результати голосування виражаються у вигляді числа балів, набраних кожним з кандидатів.

Нехай число кандидатів дорівнює  $n$ . Тоді за перше місце присуджується вага  $v = n$  балів, за друге  $v = (n-1)$ , за останнє  $v = 1$  бал. Отже, кількість балів, набрана  $i$ -м кандидатом, визначається формулою:

$$b_i = \sum_{j=0}^k v_{ij},$$

де  $v_{ij}$  – ваговий коефіцієнт  $i$ -го кандидата для  $j$ -го виборця, який

визначається його зайнятим місцем;  $k$  – кількість виборців.

Незважаючи на простоту методів підрахунку голосів, спосіб визначення переможця при демократичній системі голосування (одна людина – один голос) істотно залежить від процедури голосування.

## 5.2. Варіанти індивідуальних завдань

ЗАВДАННЯ. Нехай було проведено опитування виборців щодо уподобань у визначенні лідерських якостей чотирьох кандидатів «А», «В», «С», «D». Кожен з виборців упорядкував кандидатів відповідно до своїх уподобань. У таблицях наведено зведені дані результатів опитування (вихідні дані). **Необхідно визначити лідера (переможця на виборах),** використовуючи розрахунки методу аналізу колективних рішень (вибори):

- за принципом де Кондорсе;
- за правилом більшості голосів;
- за методом Борда.



Список відео «Методи аналізу колективних рішень (вибори)» ви можете переглянути за посиланням [https://www.youtube.com/playlist?list=PLta9G\\_Gbp7L2BY1Viu3V5SNXwnvw8a\\_vn](https://www.youtube.com/playlist?list=PLta9G_Gbp7L2BY1Viu3V5SNXwnvw8a_vn)

Для переходу на посилання скануйте QR-код.



Варіант 1

	Кількість голосів	Варіанти упорядкування кандидатів
1	27	A > C > B > D
2	41	A > D > C > B
3	26	B > A > D > C
4	12	B > C > D > A
5	21	B > D > C > A
6	40	C > A > B > D
7	31	C > A > D > B
8	42	C > D > A > B
9	21	D > A > B > C
10	28	D > A > C > B
11	21	D > C > A > B
310		<i>Всього голосів</i>

Варіант 2

	Кількість голосів	Варіанти упорядкування кандидатів
1	20	A > B > C > D
2	50	A > B > D > C
3	2	A > C > B > D
4	3	A > C > D > B
5	12	A > D > B > C
6	34	B > A > D > C
7	30	B > C > D > A
8	18	C > A > D > B
9	32	C > B > A > D
10	41	C > D > A > B
11	21	D > A > C > B
12	6	D > B > A > C
13	15	D > B > C > A
14	15	D > C > A > B
15	1	D > C > B > A
300		<i>Всього голосів</i>

Варіант 3

	Кількість голосів	Варіанти упорядкування кандидатів
1	11	A > B > C > D
2	22	A > B > D > C
3	6	A > C > B > D
4	3	A > C > D > B
5	21	A > D > B > C
6	23	B > A > D > C
7	5	B > C > D > A
8	5	B > D > A > C
9	6	B > D > C > A
10	26	C > B > A > D
11	89	C > D > A > B
12	21	D > A > C > B
13	6	D > B > A > C
14	15	D > C > A > B
15	41	D > C > B > A
300		<i>Всього голосів</i>

Варіант 4

	Кількість голосів	Варіанти упорядкування кандидатів
1	16	A > B > C > D
2	4	A > B > D > C
3	12	A > C > B > D
4	3	A > C > D > B
5	12	A > D > B > C
6	21	B > A > C > D
7	2	B > A > D > C
8	27	B > C > A > D
9	5	B > C > D > A
10	15	C > A > D > B
11	14	C > B > D > A
12	21	C > D > A > B
13	8	D > A > B > C
14	2	D > A > C > B
15	7	D > C > A > B
16	31	D > C > B > A
200		<i>Всього голосів</i>

Варіант 5

	Кількість голосів	Варіанти упорядкування кандидатів
1	12	A > C > D > B
2	7	A > D > B > C
3	21	B > A > C > D
4	4	B > A > D > C
5	35	B > C > A > D
6	21	B > C > D > A
7	16	B > D > C > A
8	34	C > A > B > D
9	16	C > A > D > B
10	17	C > B > A > D
11	2	C > B > D > A
12	21	C > D > A > B
13	29	D > A > B > C
14	31	D > A > C > B
15	7	D > C > A > B
16	27	D > C > B > A
	300	Всього голосів

Варіант 6

	Кількість голосів	Варіанти упорядкування кандидатів
1	12	A > C > D > B
2	7	A > D > B > C
3	21	B > A > C > D
4	4	B > A > D > C
5	35	B > C > A > D
6	21	B > C > D > A
7	16	B > D > C > A
8	34	C > A > B > D
9	16	C > A > D > B
10	17	C > B > A > D
11	2	C > B > D > A
12	21	C > D > A > B
13	29	D > A > B > C
14	31	D > A > C > B
15	7	D > C > A > B
16	27	D > C > B > A
	300	Всього голосів

Варіант 7

	Кількість голосів	Варіанти упорядкування кандидатів
1	3	A > B > D > C
2	15	A > C > D > B
3	26	B > A > D > C
4	24	B > C > A > D
5	12	B > C > D > A
6	24	B > D > A > C
7	21	B > D > C > A
8	4	C > A > B > D
9	3	C > A > D > B
10	27	C > B > D > A
11	6	C > D > A > B
12	31	C > D > B > A
13	8	D > A > C > B
14	19	D > B > A > C
15	26	D > C > A > B
16	31	D > C > B > A
	280	<i>Всього голосів</i>

## **6. МЕТОД ДЕЛЬФІ**

### **6.1. Теоретичні положення**

Одним з методів групового прийняття рішення (або групового опитування) є метод Дельфі і його модифікації. Метод Дельфі належить до класу кількісних методів групових експертних оцінок.

Метод Дельфі – багатоетапний метод, який передбачає початкове ізольоване винесення експертами своїх суджень з подальшим багаторазовим їх коригуванням на базі ознайомлення кожного експерта з судженнями інших експертів до тих пір, поки величина розподілу оцінок не буде знаходитись у границях заздалегідь встановленого бажаного інтервалу варіювання оцінок.

Процедура експертного опитування за методом Дельфі складається з декількох етапів.

**ЕТАП 1. ФОРМУВАННЯ РОБОЧОЇ ГРУПИ.** Для проведення опитування за методом Дельфі необхідно створити робочу (аналітичну) групу, яка після кожного туру здійснює статистичну обробку отриманої інформації. Завдання робочої групи полягає в організації процедури експертного опитування.

**ЕТАП 2. ФОРМУВАННЯ ЕКСПЕРТНОЇ ГРУПИ.** Відповідно до методу Дельфі група експертів має включати 10–15 фахівців за різними напрямками діяльності у обраній предметній області, до якої відносяться питання, що будуть сформульовані у подальшому.

**ЕТАП 3. ФОРМУЛЮВАННЯ ПИТАНЬ.** Питання мають бути чіткими та однозначно трактованими, припускати однозначні відповіді. Визначається допустима величина розподілу оцінок і який з параметрів (середнє значення, медіана) буде взятий як відповідь.

**ЕТАП 4. ПРОВЕДЕННЯ ЕКСПЕРТИЗИ.** Метод Дельфі передбачає повторення декількох турів проведення опитування. Під час проведення:

- перший тур – експертам надаються питання;
- кожен тур (крім першого) – експертам надаються результати попереднього туру (оцінки, обґрунтування оцінок, розрахунки

статистичної обробки результатів попереднього туру).

Експерт у кожному турі в обов'язковому порядку повинен надати:

- ✓ відповідь на поставлене запитання у вигляді кількісної оцінки;
- ✓ навести обґрунтування своєї кількісної оцінки.

Експерти в ході процесу прийняття рішення повинні обов'язково ознайомитися з оцінками, обґрунтуванням оцінок, розрахунками статистичної обробки результатів попереднього туру. Експерти за результатами представлених розрахунків можуть побачити, як корелюється їх думка з думкою всієї групи експертів. Вони можуть змінити свої думки або залишитися при своїй думці, але в цьому разі висунути контраргументи на свою користь. Водночас суворо дотримується принцип анонімності.

Якщо розподіл оцінок менший або дорівнює заданому інтервалу (на етапі 3), то експертиза вважається закінченою і визначаються її результати. Якщо протягом 4–5 турів не відбувається зменшення розподілу оцінок, проводиться аналіз на доцільність продовження проведення експертизи (наприклад, виявлені антагоністичні підгрупи експертів).

**ЕТАП 5. ПІДВЕДЕННЯ ПІДСУМКІВ ОПИТУВАННЯ.** За результатами експертизи проводиться аналіз ефективності дій експертів і допущених помилок в організації експертизи.

Розглянемо формули розрахунку статистичної обробки результатів кожного туру.

Нехай  $O = \{o_i\}$  – множина отриманих оцінок, де  $o_i$  – оцінка  $i$ -го експерта.

Аналітична група проводить статистичну обробку отриманої від усіх експертів інформації. Для цього розраховуються:

1. Середнє значення досліджуваного параметра:

$$SR = \frac{1}{n} \sum_{i=0}^n o_i.$$

2. Визначається медіана як середній член упорядкованої множини оцінок експертів (зауваження: упорядковуються оцінки експертів за зростанням;

береться оцінка з номером як ціла частина від  $(n / 2 + 1)$  при  $n$  непарному; при  $n$  парному середньоарифметичне значення оцінок з номерами  $(n / 2)$  і  $(n / 2 + 1)$ )).

3. Показник кватиль, значення якого дорівнює  $1/4$  різниці між максимальною і мінімальною оцінкою ряду:  $k_v = \frac{(o_{\max} - o_{\min})}{4}$ .

4. Область довіри, яка розраховується через показник кватиль, і початком якої є мінімальна оцінка плюс значення кватиль, а кінцем – максимальна оцінка мінус значення кватиль:

$$d_1 = o_{\min} + k_v, \quad d_2 = o_{\max} - k_v.$$

Недоліки методу Дельфі:

- суб'єктивність думок фахівців, які беруть участь в опитуванні (метод не дає можливості зіштовхувати в суперечці думки експертів);
- великі витрати часу;
- експерт може погодитися з думкою більшості, щоб уникнути необхідності пояснення, в чому полягає відмінність його рішення від інших варіантів (деякі фахівці вважають, що «припущення про те, щоб ті, хто різко розходиться з думкою більшості, обґрунтували свій погляд, може привести до посилення ефекту пристосування, а не зменшити його, як це було задумано»).

Переваги методу Дельфі.

Метод Дельфі має безсумнівні переваги порівняно з методами, заснованими на звичайній статистичній обробці результатів індивідуальних опитувань. Він дає змогу зменшити коливання за всією сукупністю індивідуальних відповідей, обмежує коливання всередині груп.

Водночас, як показують проведені експерименти, наявність малокваліфікованих експертів надає менший вплив на групову оцінку, ніж просте усереднення результатів відповідей, оскільки ситуація допомагає їм

виправити відповіді за рахунок отримання нової інформації від своєї групи.

За допомогою цього методу можуть бути вирішені такі завдання: визначення термінів виконання робіт від видачі технічного завдання на роботу до початку експлуатації об'єкта; визначення пріоритетних напрямів розвитку підприємств галузі (наприклад, визначити бюджет фінансування проекту / напрямку діяльності) та іншого.

## 6.2. Варіанти індивідуальних завдань

ЗАВДАННЯ. Для реалізації індивідуального завдання за методом Дельфі (метод прийняття колективних рішень у малих групах) необхідно вибрати самостійно предметну область і сформулювати питання.

Наприклад:

*«Який курс долара відносно гривні буде у вересні наступного року».*

*«Який бюджет виділити для придбання монітору»*

*«В якому році буде досягнена сингулярність III» [26]*

*«Яку суму має надати кожен для організації колективної поїздки на екскурсію до Одеси»*

Реалізація методу має містити результати декількох турів, водночас відображати всі дані, що надаються експертам (оцінка, пояснення, розрахункові значення).



Список відео «Метод Дельфі» ви можете переглянути за посиланням

[https://www.youtube.com/playlist?list=PLta9G\\_Gbp7L1BzIwz0LJ1JYzQugavYsFV](https://www.youtube.com/playlist?list=PLta9G_Gbp7L1BzIwz0LJ1JYzQugavYsFV)

Для переходу на посилання скануйте QR-код.



## 7. ДОДАТКОВЕ ЗАВДАННЯ З ПІДГОТОВКИ РЕФЕРАТУ ТА ДОПОВІДЬ (ДОДАТКОВІ БАЛИ)

### 7.1. Вимоги щодо підготовки реферату та доповіді

Необхідно підготувати презентацію, доповідь та реферат з обраної (або призначеної) теми.

Реферат повинен містити:

- титульний аркуш (приклад титульного листа наведено в додатку Б);
- зміст розділів реферату;
- текст реферату (розбитий на розділи);
- список використаних джерел (література, відкриті джерела в Інтернет), оформлений згідно з вимогами ДСТУ 8302:2015 .

Доповідь заслуховується на навчальному занятті (реферат не приймається без доповіді на навчальному занятті). Після доповіді на навчальному занятті презентацію, доповідь та реферат надаються в електронном вигляді на корпоративну пошту викладача.



Списки відео з прикладами доповідей ви можете переглянути за посиланням <https://www.youtube.com/@%D0%94%D0%BE%D0%BA%D0%BB%D0%B0%D0%B4%D1%8B-%D0%B1%D1%81/playlists>

Для переходу на посилання скануйте QR-код.



### 7.2. Варіанти тем рефератів

#### 1. Експертні системи

Загальні відомості про експертні системи (основні визначення та поняття, вимоги до експертних систем). Структура та етапи розробки експертних систем. Класифікація експертних систем. Найвідоміші експертні системи. Переваги та слабкі місця експертних систем. Сфера застосування та перспективи розвитку.

Приклади експертних систем: Akinator (<https://en.akinator.com/>) та інші.

## 2. Нечіткі множини та нечітка логіка

Введення в теорію нечітких множин та нечітку логіку (основні терміни та визначення, огляд ретроспективи та перспектив розвитку). Підходи та методи нечіткої логіки. Властивості нечітких множин та операції над ними.



Список відео «Нечіткі множини та нечітка логіка» ви можете переглянути за посиланням  
[https://www.youtube.com/playlist?list=PLhn0iezki\\_ts-ApgrLeMSLFqDDWV-1Osm](https://www.youtube.com/playlist?list=PLhn0iezki_ts-ApgrLeMSLFqDDWV-1Osm)  
Для переходу на посилання скануйте QR-код.



3. Системи та методи прийняття рішень (додатково, не відображені у лекціях)

ЧАСТИНА 1. Сімейство методів ELECTRE.

ЧАСТИНА 2. Спосіб STEM.

ЧАСТИНА 3. Методи колективного вибору: методи найбільших залишків (квоти Хара, Друпа та ін); методи дільників (Д'Онта, Сент-Лазі); методи квоти; порядкові способи (компроміс більшості, правило передачі голосів).

## 4. Data Mining

ЧАСТИНА 1. Загальні відомості про Data Mining (що таке Data Mining, відмінності Data Mining з інших методів аналізу даних). Історія виникнення терміну та перспективи розвитку Data Mining. Класифікація технологічних методів Data Mining. Стадії Data Mining. Завдання Data Mining. Области застосування та проблеми впровадження Data Mining.

ЧАСТИНА 2. Методи Data Mining: класифікація.

ЧАСТИНА 3. Методи Data Mining: кластеризації.

ЧАСТИНА 4. Методи Data Mining: пошук асоціативних правил; послідовні візерунки.

ЧАСТИНА 5. Методи Data Mining: аналіз відхилень чи викидів; аналіз зв'язків (Link Analysis).

ЧАСТИНА 6. Методи Data Mining: оцінювання (Estimation); регресія та завдання прогнозування.

ЧАСТИНА 7. Методи Data Mining: візуалізація (Visualization, Graph Mining); підбиття підсумків (Summarization).

## **8. ДОДАТКОВЕ ЗАВДАННЯ З РОЗРОБКИ КОМП'ЮТЕРНОЇ ПРОГРАМИ РЕАЛІЗАЦІЇ ОДНОГО ІЗ МЕТОДІВ (ДОДАТКОВІ БАЛИ)**

Додаткове завдання з розробки комп'ютерної програми реалізації одного із методів передбачає формулювання технічного завдання на програмне забезпечення, яке погоджується з викладачем.

Розроблене програмне забезпечення вирішення поставленого завдання повинно задовольняти вимогам:

1. Програма має передбачати контроль коректності даних (захист від "дурня"), тобто. аналіз відповідності введених даних встановленим правилам (наприклад, при введенні розмірності матриці, яка відображає кількість рядків і стовпців, необхідно вводити тільки натуральне число, тобто число більше нуля, при цьому обов'язково блокується введення літер та інших символів тих, що не є цифрами), перед розрахунком необхідно перевіряти коректність розрахунків введених даних.

2. Введення не коректних даних з клавіатури не призводить до завершення роботи програми, а забезпечується зрозумілим (українською мовою) повідомленням про помилку та повторним запитом на введення раніше введених некоректних даних.

3. При багатоваріантності правильного рішення (наприклад, кілька максимумів) на екрані повинні відобразитися всі дані результату розрахунку без повторення (рекомендується у вигляді таблиці).

4. Елементи інтерфейсу (поля введення та виведення величин, кнопки, меню, та інше) повинні бути забезпечені пояснювальними написами українською мовою.

5. Результати виконання програми повинні відображати введені дані та результат обробки. При цьому висновок даних має бути організований за допомогою зрозумілого (читабельного) формату, а при великих обсягах (наприклад, матриці) висновок здійснюється в таблиці.

## СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

### Базова література

1. Системи та методи прийняття рішень: методичні вказівки /уклад. С. М. Мічківський, О. В. Прігунов, П. В. Римар. Вінниця: ДонНУ імені Василя Стуса, 2019. 76 с. <http://dspace.lgnau.edu.ua/xmlui/handle/123456789/1264>
2. Saaty T. L. Decision making for leaders: the analytical hierarchy process for decisions in a complex world. Belmont: Wadsworth, 1982.
3. Taha H. A. Operations research: an introduction. 10 ed. Pearson Education Limited, 2017. 849 p. <https://zalamsyah.staff.unja.ac.id/wp-content/uploads/sites/286/2019/11/9-Operations-Research-An-Introduction-10th-Ed.-Hamdy-A-Taha.pdf>
4. Keeney R. L., Raiffa H. Decision making with multiple objectives: preferences and value tradeoffs. New York: Wiley, 1993. 569 p.

### Додаткова література

5. Бабенко Л. М. Інтелектуальний аналіз даних: навчальний посібник. Київ: КНЕУ, 2020. 276 с.
6. Бублик С. Г. Інтелектуальний аналіз даних: теорія, алгоритми, застосування. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2021. 310 с.
7. Теорія прийняття рішень: підручник / М. П. Бутко, І. М. Бутко, В. П. Мащенко, М. І. Мурашко, Л. Д. Оліфіренко, Т. В. Пепа, Г. М. Самійленко. Київ: ЦУЛ, 2018. 360 с.
8. Гаврилюк В. В., Коваль О. В. Багатокритеріальний аналіз рішень: метод ELECTRE. *Системи підтримки прийняття рішень*. 2020. № 3. С. 45–58.
9. Гриценко В. М., Лавренюк Г. В. Інтеграція STEM-підходів у процес прийняття рішень. *Інноваційна педагогіка*. 2022. № 48. С. 55–62.
10. Ільченко В. Р., Коваль Н. С. STEM-підхід як основа формування аналітичного мислення під час прийняття рішень. *Освіта та розвиток обдарованої особистості*. 2020. № 3. С. 19–24.

11. Каплан А. В. Теорія голосування і прийняття колективних рішень. Київ: КНЕУ, 2019. 284 с.
12. Караванов А. Н., Кузнецов О. П. Системи штучного інтелекту: навчальний посібник. Київ: КНЕУ, 2003. 312 с.
13. Мартинюк О. В. Науково-технологічний підхід до прийняття управлінських рішень. *Вісник Хмельницького національного університету. Економічні науки*. 2021. № 4. С. 120–126.
14. Математичне моделювання / А. М. Самойленко [та ін.] ; НАН України, Ін-т математики. Київ: Наукова думка, 2015. 327 с.
15. Мельник А. О., Тесленко В. І. Штучний інтелект: підручник. Київ: НАУ, 2015. 368 с.
16. Мельник Л. Г., Карінцева О. І. Моделі і методи колективного вибору в системах підтримки прийняття рішень. Суми: УАБС НБУ, 2017. 240 с.
17. Мельник Л. Г., Карінцева О. І. Системи підтримки прийняття рішень: Data Mining, OLAP, Big Data. Суми: СумДУ, 2020. 192 с.
18. Моделі і методи прийняття рішень в аналізі та аудиті: навч. посіб. / Н. М. Гаркуша, О. В. Цуканова, О. О. Горошанська. 2-ге вид., стер. Київ: Знання, 2012. 591 с.
19. Олійник І. В. Виборчі системи і математичні методи розподілу мандатів. *Наукові записки НаУКМА. Математичні науки*. 2020. Т. 3. С. 45–56.
20. Поляков О. В. Методи Data Mining у бізнес-аналітиці. *Бізнес Інформ*. 2022. № 1. С. 112–118.
21. Пономаренко В. С., Кузнецов О. О. Методи інтелектуального аналізу даних у системах підтримки прийняття рішень. Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. 232 с.
22. Романов О. С. Методи колективного вибору у виборчих системах пропорційного типу. Харків: ХНУ ім. В. Н. Каразіна, 2021. 112 с.
23. Романюк С. А., Козловський В. І. Методи багатокритеріального прийняття рішень: теорія та застосування. Київ: НАУ, 2019. 212 с.

24. Руа Б. Багатокритеріальний аналіз прийняття рішень. ELECTRE та інші методи / пер. з англ. Київ: Логос, 2021. 280 с.
25. Савчук В. С. Інтелектуальні інформаційні системи: навчальний посібник. Львів: Новий Світ - 2000, 2010. 276 с.
26. Саннікова А. Сингулярність ШІ – це не страшно. Pitch Avatar. URL: <https://pitchavatar.com/uk/the-ai-singularity-is-nothing-to-fear/> (дата звернення: 31.08.2025).
27. Семенов С. Г. Теорія нечітких множин і нечітка логіка: навч. посіб. Київ: Ліра-К, 2018. 312 с.
28. Слепцов А. І., Зоденко М. А. Прийняття рішень в складних системах. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2007. 182 с.
29. Яхно Т. В. Нечітка логіка та її застосування. Київ: КНУ ім. Т. Шевченка, 2010. 284 с.
30. Balinski M., Young H. P. Fair representation: meeting the ideal of one man, one vote. New Haven: Yale University Press, 2001. 328 p.
31. Durkin J. Expert systems: design and development. New York: Macmillan Publishing Company, 1994. 800 p.
32. Feigenbaum E. A., McCorduck P. The fifth generation: artificial intelligence and Japan's computer challenge to the world. Reading: Addison-Wesley, 1983. 263 p.
33. Figueira J., Greco S., Ehrgott M. Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys. 2nd ed. New York: Springer, 2016. 1284 p.
34. Семенов С. Г. Теорія нечітких множин і нечітка логіка: навч. посіб. Київ: Ліра-К, 2018. 312 с.
35. Слепцов А. І., Зоденко М. А. Прийняття рішень в складних системах. Київ: Вид-во НПУ імені М. П. Драгоманова, 2007. 182 с.
36. Яхно Т. В. Нечітка логіка та її застосування. Київ: КНУ ім. Т. Шевченка, 2010. 284 с.
37. Balinski M., Young H. P. Fair Representation: Meeting the Ideal of One Man, One Vote. New Haven: Yale University Press, 2001. 328 p.

38. Durkin J. *Expert Systems: Design and Development*. New York: Macmillan Publishing Company, 1994. 800 p.
39. Feigenbaum E. A., McCorduck P. *The Fifth Generation: Artificial Intelligence and Japan's Computer Challenge to the World*. Reading: Addison-Wesley, 1983. 263 p.
40. Figueira J., Greco S., Ehrgott M. *Multiple Criteria Decision Analysis: State of the Art Surveys* / eds. J. Figueira, S. Greco, M. Ehrgott. 2nd ed. New York: Springer, 2016. 1284 p.
41. Gallagher M., Mitchell P. *The Politics of Electoral Systems* / eds. M. Gallagher, P. Mitchell. Oxford: Oxford University Press, 2008. 688 p.
42. Giarratano J., Riley G. *Expert Systems: Principles and Programming*. 4th ed. Boston: Course Technology, 2005. 750 p.
43. Han J., Kamber M., Pei J. *Data Mining: Concepts and Techniques*. 4th ed. Cambridge: Morgan Kaufmann, 2022. 744 p.
44. Jackson P. *Introduction to Expert Systems*. 3rd ed. Harlow: Addison Wesley Longman, 1998. 548 p.
45. Jackson P. *Introduction to Expert Systems*. 3rd ed. Harlow: Addison Wesley Longman, 1998. 548 p.
46. Lijphart A. *Patterns of Democracy: Government Forms and Performance in Thirty-Six Countries*. New Haven: Yale University Press, 2012. 366 p.
47. Mamdani E. H., Assilian S. An experiment in linguistic synthesis with a fuzzy logic controller. *International Journal of Man-Machine Studies*. 1975. Vol. 7. P. 1–13.
48. Mousseau V., Slowinski R. ELECTRE Tri: a multiple criteria sorting method based on outranking relations. *European Journal of Operational Research*. 1998. Vol. 107(3). P. 541–562.
49. Naylor S. S. *Public Policy: Goals, Means and Methods*. Lanham: University Press of America, 1984.
50. Nurmi H. *Comparative Study of Voting Systems*. Berlin: Springer-Verlag, 1998. 174 p.

51. Roy B. The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods. *Theory and Decision*. 1991. Vol. 31(1). P. 49–73.
52. Roy B., Bouyssou D. Aide multicritère à la décision: méthodes et cas. Paris: Economica, 1993. 426 p.
53. Simon H. A. The New Science of Management Decision. New York: Harper and Row Publishers, 1960.
54. Taagepera R., Shugart M. S. Seats and Votes: The Effects and Determinants of Electoral Systems. New Haven: Yale University Press, 1989. 292 p.
55. Witten I. H., Frank E., Hall M. A., Pal C. J. Data Mining: Practical Machine Learning Tools and Techniques. 5th ed. Burlington: Morgan Kaufmann, 2023. 716 p.
56. Zadeh L. A. Fuzzy sets. *Information and Control*. 1965. Vol. 8, No. 3. P. 338–353.
57. Zadeh L. A. The concept of a linguistic variable and its application to approximate reasoning. *Information Sciences*. 1975. Vol. 8, No. 3. P. 199–249.

## ДОДАТОК А

### Приклад титульного аркуша індивідуального завдання

УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ ТА ПРАВА "КРОК"



#### Індивідуальне завдання № 1

*Визначення множини Еджворта–Парето*

#### ВАРІАНТ 1

Дисципліна

*Системи та методи прийняття рішення*

Виконав:  
студент групи КН-23  
Іванов І.І,

Викладач:  
канд. екон. наук, старший науковий  
співробітник, доцент  
Мічківський С.М.

2025

## ДОДАТОК Б

### Приклад титульного аркуша реферату

УНІВЕРСИТЕТ ЕКОНОМІКИ ТА ПРАВА "КРОК"



РЕФЕРАТ-ДОПОВІДЬ

за дисципліною

«СИСТЕМИ ТА МЕТОДИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ»

на тему:

**„Data Mining”**

**ЧАСТИНА 2. Методи Data Mining: класифікації**

Доповів:  
студент групи КН-25  
І. І. Іванов

Викладач:  
к.е.н., с.н.с., доцент  
С. М. Мічківський

2025 р.

## Автори:



*Мічківський Сергій Миколайович,*  
кандидат економічних наук, доцент,  
старший науковий співробітник, директор  
навчально-наукового інституту  
інформаційних та комунікаційних  
технологій, завідувач кафедри  
комп'ютерних наук Університету економіки  
та права "КРОК";



*Тимофєєва Катерина Володимирівна,*  
асистент кафедри інформаційного  
менеджменту, математики та статистики  
Університету економіки та права "КРОК";



*Гаркуша Віктор Володимирович,*  
кандидат фізико-математичних наук,  
доцент, доцент кафедри інформаційного  
менеджменту, математики та статистики,  
начальник навчально-методичного  
управління Університету економіки та  
права "КРОК".

Нехай ніхто не думає, ніби можна завжди приймати безпомилкові рішення, навпаки, всякі рішення сумнівні; бо в порядку речей, якщо намагатися уникнути однієї неприємності, то потрапляєш в іншу. Мудрість полягає тільки в тому, щоб, зваживши всі можливі неприємності, найменше зло сприймати як благо.

*Н. Макіявеллі*  
*Володар*

Для переважної більшості людських рішень не можна точно розрахувати і оцінити наслідки. Можна лише припускати, що певний варіант рішення призведе до найкращого результату.

*О. І. Ларічев*  
*Теорія і методи прийняття рішень,*  
*а також Хроніка подій у Чарівних країнах*

Будь-яка спроба формального аналізу розв'язання складної проблеми вимагає формулювання цілей особи, що приймає рішення, і певних критеріїв, що застосовуються для вказівки ступеня досягнення цих цілей.

*Ральф Л Кіні, Говард Райффа*  
*Прийняття рішень при багатьох критеріях: переваги і заміщення*

Застосовуючи дедуктивну логіку, дослідники проходять важкий шлях побудови ретельно осмислених логічних ланцюгів тільки для того, щоб в результаті, покладаючись на одну лише інтуїцію, об'єднати різні висновки, отримані з цих дедуктивних посилок.

*Томас Л. Сааті*  
*Прийняття рішень. Метод аналізу ієрархій*