

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

**ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ**

**МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ДОСЛІДЖЕННЯ
ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА УПРАВЛІННЯ
ПРОЕКТАМИ У ТУРИЗМІ**

**Методичні рекомендації
до лабораторних робіт
для студентів спеціальності 242 "Туризм"
другого (магістерського) рівня**

**Харків
ХНЕУ ім. С. Кузнеця
2019**

УДК 005.8(07.034)+338.48(07.034)

М54

Укладачі: Т. С. Клебанова
О. В. Панасенко

Затверджено на засіданні кафедри економічної кібернетики.
Протокол № 9 від 28.12.2018 р.

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Методи та моделі дослідження економічних процесів та управління проектами у туризмі [Електронний ресурс] : методичні рекомендації до лабораторних робіт для студентів спеціальності 242 "Туризм" другого (магістерського) рівня / уклад. Т. С. Клебанова, О. В. Панасенко. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – 70 с.

Розглянуто основні питання дослідження економічних процесів на основі застосування методів і моделей класифікації та редукції, а також управління проектами у туризмі за допомогою пакета прикладних програм Excel. Подано завдання для лабораторних робіт із навчальної дисципліни та наведено методичні рекомендації до їхнього виконання.

Рекомендовано для студентів спеціальності 242 "Туризм" другого (магістерського) рівня.

УДК 005.8(07.034)+338.48(07.034)

© Харківський національний економічний університет імені Семена Кузнеця, 2019

Вступ

Лабораторні роботи призначені для закріплення теоретичного та практичного матеріалу, набуття навичок роботи з пакетами прикладних програм (ППП), що забезпечують побудову й дослідження різних типів моделей, а також для розширення знань студентів у галузі застосування нового інструментарію економіко-математичного моделювання, що припускає зменшення первинної невизначеності завдяки підвищенню якості інформації, використовуваної в процесі керування.

Для виконання лабораторних робіт пропонується використати ППП *Excel*, який дозволяє застосувати сучасний спектр методів моделювання поведінки складних економічних систем в умовах невизначеності.

Так, наявність безлічі вихідних ознак, що характеризують економічні системи як багатомірні об'єкти, викликає необхідність відбирати найбільш істотні та вивчати менший набір показників. Це може бути забезпечено методами редукції. Ці методи розкривають об'єктивно наявні закономірності, що безпосередньо не спостерігаються.

Методи багатомірної класифікації призначені для поділу сукупності об'єктів на групи. Кожний з об'єктів характеризується великою кількістю різних і стохастично зв'язаних ознак. Для виконання таких завдань класифікації застосовується кластерний і дискримінантний аналіз.

Для формування стратегії поведінки економічних систем в умовах невизначеності, неповноти інформації однією з сучасних методологій організаційного управління в умовах ринку є управління проектами. Зростання масштабів туристичних проєктів, часова обмеженість їхньої тривалості, обмеженість необхідних ресурсів, неповторність, комплексність викликали необхідність розроблення спеціальних методів планування, контролю термінів виконання й організації, взаємодії виконавців проєкту, а широке впровадження обчислювальної техніки для оброблення даних зробило великий внесок у прискорення процесу розвитку методів управління проектами у туризмі.

Кожна лабораторна робота розглянута на прикладі вирішення конкретного завдання та постачена докладними коментарями й рисунками. Лабораторні роботи рекомендується виконувати послідовно, оскільки дії та прийоми, загальні для всіх робіт, будуть указуватися один раз. Крім того, послідовне виконання дозволяє краще засвоїти та закріпити матеріал навчальної дисципліни.

Лабораторні роботи стосуються основних тем навчальної дисципліни та ґрунтуються на теоретичному матеріалі відповідної теми, а також попередніх тем. Кожна робота містить мету та завдання для виконання, методичні рекомендації до виконання.

Для здачі лабораторної роботи студентові необхідно оформити індивідуальний звіт, що має містити: постановку задачі, роздруківки основних результатів побудови моделі, аналіз розрахунків і висновки. На титульному аркуші вказуються номер роботи, її назва, П. І. Б. студента, що виконав роботу й П. І. Б. викладача, що прийняв роботу.

Оцінка за виконання роботи ставиться за результатами виконання та захисту лабораторної роботи. Особлива увага приділяється знанню теоретичного матеріалу, правильності висновків і повноті економічної інтерпретації отриманих результатів.

Лабораторна робота 1

"Методи кластерного аналізу. Класифікація без навчання"

Мета – закріплення теоретичного та практичного матеріалу, набуття навичок кластеризації за ієрархічними агломеративними процедурами в середовищі *Microsoft Excel*.

Умови завдання

У табл. 1.1 – 1.10 наведені вісім країн, які характеризуються двома показниками туристичної привабливості: X_1 – площа, яку займають туристичні ресурси, км²; X_2 – інвестиції в основний капітал готелів і ресторанів, млн дол. США.

Необхідно: провести кластеризацію країн, описаних двома показниками, за агломеративними процедурами. Кластеризацію провести методом найближчого сусіда (варіант 1 – 3), далекого сусіда (варіант 4 – 6), середнього зв'язку (варіант 7 – 10). Під час обчислення відстаней використовувати просту Евклідову відстань. Результати кластеризації подати як дендрограму. Зробити висновки щодо наявності природного розбиття сукупності об'єктів на кластери.

Таблиця 1.1

Вихідні дані (варіант 1)

Країни Показники	1	2	3	4	5	6	7	8
X_1	119,4	121,0	16,6	114,2	115,8	15,2	17,9	117,5
X_2	16,6	18,1	15,5	19,4	23,2	16,7	15,7	15,2

Таблиця 1.2

Вихідні дані (варіант 2)

Країни Показники	1	2	3	4	5	6	7	8
X_1	121,4	123,0	18,6	116,2	117,8	17,2	19,9	119,5
X_2	18,6	10,1	17,5	11,4	15,2	18,7	17,7	17,2

Таблиця 1.3

Вихідні дані (варіант 3)

Країни \ Показники	1	2	3	4	5	6	7	8
X ₁	114,4	116,0	11,6	19,2	110,8	11,2	12,9	112,5
X ₂	12,6	14,1	12,5	15,4	19,2	11,7	12,7	12,2

Таблиця 1.4

Вихідні дані (варіант 4)

Країни \ Показники	1	2	3	4	5	6	7	8
X ₁	113,2	110,2	113,7	110,6	19,1	125,8	123,4	117,5
X ₂	24,2	29,6	26,6	26,7	53,1	12,1	56,5	14,2

Таблиця 1.5

Вихідні дані (варіант 5)

Країни \ Показники	1	2	3	4	5	6	7	8
X ₁	133,2	120,2	133,7	120,6	115,1	145,8	153,4	137,5
X ₂	24,2	20,6	16,6	36,7	35,1	72,1	56,5	54,2

Таблиця 1.6

Вихідні дані (варіант 6)

Країни \ Показники	1	2	3	4	5	6	7	8
X ₁	135,2	122,2	135,7	122,6	117,1	147,8	155,4	139,5
X ₂	14,2	10,6	6,6	26,7	25,1	62,1	46,5	44,2

Таблиця 1.7

Вихідні дані (варіант 7)

Країни \ Показники	1	2	3	4	5	6	7	8
X ₁	73,2	60,2	63,7	70,6	95,1	75,8	93,4	50,5
X ₂	12,2	11,6	1,6	13,7	16,1	11,1	16,5	1,2

Таблиця 1.8

Вихідні дані (варіант 8)

Показники \ Країни	Країни							
	1	2	3	4	5	6	7	8
X_1	145,0	138,5	155,3	124,0	137,8	130,5	150,0	125,5
X_2	20,3	24,3	48,9	14,3	15,7	30,1	40,6	48,9

Таблиця 1.9

Вихідні дані (варіант 9)

Показники \ Країни	Країни							
	1	2	3	4	5	6	7	8
X_1	173,2	160,2	163,7	170,6	195,1	175,8	193,4	150,5
X_2	20,3	24,3	48,9	14,3	15,7	30,1	40,6	48,9

Таблиця 1.10

Вихідні дані (варіант 10)

Показники \ Країни	Країни							
	1	2	3	4	5	6	7	8
X_1	214,4	216,0	111,6	119,2	210,8	111,2	112,9	212,5
X_2	14,2	10,6	6,6	26,7	25,1	62,1	46,5	44,2

Методичні рекомендації до виконання завдання

Маємо шість об'єктів, описаних трьома показниками $X_1 - X_3$ (табл. 1.11).

Таблиця 1.11

Вихідні дані для кластерного аналізу

Номер об'єкта	Характеристики		
	X_1	X_2	X_3
1	2	12	5
2	3	15	6
3	2	14	5
4	7	16	2
5	8	17	4
6	5	17	2

Кластеризація об'єктів за агломеративною процедурою припускає, що на першому етапі всі N об'єктів розглядаються як окремі кластери. Розраховується відстань між ними та об'єднуються найближчі кластери. Матриця відстаней перераховується для отриманої меншої кількості кластерів (зазвичай $N - 1$) і найближчі кластери знову об'єднуються. Потім знову перераховується матриця відстаней між кластерами і т. д. Процедура триває до тих пір, доки всі об'єкти не об'єднуються в один кластер. Найближчі кластери можуть об'єднуватися за методами: найближчого сусіда, далекого сусіда, середнього зв'язку.

Агломеративна процедура за методом найближчого сусіда

Для цього спочатку розрахуємо матрицю відстаней між об'єктами. Евклідова відстань розраховується за формулою:

$$d_{ij} = \sqrt{\sum_{k=1}^m (x_{ik} - x_{jk})^2},$$

де d_{ij} – відстань між i -м та j -м об'єктами;

x_{ik} – k -та координата i -го об'єкта (значення k -го показника для i -го об'єкта);

x_{jk} – k -та координата j -го об'єкта (значення k -го показника для j -го об'єкта);

m – кількість характеристик (показників), за якими описані об'єкти.

Щоб отримати матрицю відстаней у Excel набираємо таблицю з відповідними даними двічі: так як дані були надані в завданні та транспоновану матрицю (рис. 1.1). Це дозволить ввести формулу для розрахунку Евклідової відстані в першу з комірок таблиці відстаней, зафіксувати потрібні комірки знаком "\$", та потім розтягнути такий тип на всю таблицю (рис. 1.1).

У комірку I8 вводимо формулу: =КОРЕНЬ((C4-I\$3)^2+(D4-I\$4)^2+(E4-I\$5)^2).

Завдяки тому, що в формулі поставлені знаки "\$", маємо можливість розтягнути введену формулу на весь діапазон I8-N13. Перевіряємо, якщо формула введена правильно, матриця відстаней буде симетричною матрицею з нулями на головній діагоналі.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1																		
2		Характеристики							1	2	3	4	5	6				
3		№ об'єкта	x1	x2	x3			x1	2	3	2	7	8	5				
4		1	2	12	5			x2	12	15	14	16	17	17				
5		2	3	15	6			x3	5	6	5	2	4	2				
6		3	2	14	5													
7		4	7	16	2			1 етап	1	2	3	4	5	6	Матриця евклідових відстаней			
8		5	8	17	4			1	=SQRT((C4-I\$3)^2+(D4-I\$4)^2+(E4-I\$5)^2)					6,557439				
9		6	5	17	2			2	3,316625	0	1,732051	5,744563	5,744563	4,898979				
10								3	2	1,732051	0	6,164414	6,78233	5,196152				
11								4	7,071068	5,744563	6,164414	0	2,44949	2,236068				
12		№ етапу	Об'єкти	Відстань				5	7,874008	5,744563	6,78233	2,44949	0	3,605551				
13		1	2+3	1,732				6	6,557439	4,898979	5,196152	2,236068	3,605551	0				
14		2																

Рис. 1.1. Розрахунок матриці відстаней між об'єктами

Знаходимо мінімальну відстань між об'єктами. Як видно з рис. 1.1, це відстань між об'єктами 2 і 3. Об'єднуємо їх у новий кластер.

Для того, щоб формалізувати результати розрахунків, сформуємо маленьку таблицю з трьох стовпців, які будуть містити номер етапу, назви об'єктів, що на цьому етапі об'єднані, та відстані, на яких об'єднано об'єкти (див. рис. 1.1). Вносимо в цю таблицю дані щодо першого об'єднання (об'єкти 2 і 3).

Після цього будуюмо нову таблицю для матриці відстаней між кластерами (рис. 1.2). На цьому етапі кластерів уже п'ять, а не шість. Їх представляють об'єкти "1", "2+3", "4", "5" та "6", відповідно.

Відстані між кластерами "1", "4", "5" та "6" уже розраховані в попередній таблиці. Перерахувати треба тільки відстані між новим кластером "2+3" та "1", "2+3" і "4", "2+3" та "5", "2+3" і "6" кластерами.

За методом найближчого сусіда за відстань між кластерами береться відстань між найближчими об'єктами двох кластерів. Тож, наприклад, відстань між кластером "2+3" та "1" кластером, що містить тільки один об'єкт, розраховується, як мінімальна відстань з $d_{13} = 2$ та $d_{12} = 3,316$ і дорівнює, відповідно, $\min d = d_{2+3,1} = 2$.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1																		
2		Характеристики							1	2	3	4	5	6				
3		№ об'єкта	x1	x2	x3			x1	2	3	2	7	8	5				
4		1	2	12	5			x2	12	15	14	16	17	17				
5		2	3	15	8			x3	5	6	5	2	4	2				
6		3	2	14	5													
7		4	7	18	2			1 етап	1	2	3	4	5	6				
8		5	8	17	4			1	0	3,316625	2,7071068	7,874008	6,557439					
9		6	5	17	2			2	3,316625	0	1,732051	5,744563	5,744563	4,898979				
10								3	2,1732051	0	6,164414	6,78233	5,196152					
11								4	7,071068	5,744563	6,164414	0	2,44949	2,236068				
12		№ етапа	Об'єкти	Відстань				5	7,874008	5,744563	6,78233	2,44949	0	3,605551				
13		1	2+3	1,732				6	6,557439	4,898979	5,196152	2,236068	3,605551	0				
14		2	1+2+3	2,000				2 етап	1	2+3	4	5	6					
15		3						1	0	2	7,071068	7,874008	6,557439					
16		4						2+3	2	0	5,744563	5,744563	4,898979					
17		5	все					4	7,071068	5,744563	0	2,44949	2,236068					
18								5	7,874008	5,744563	2,44949	0	3,605551					
19								6	6,557439	4,898979	2,236068	3,605551	0					
20																		
21																		

Рис. 1.2. Розрахунки другого етапу кластеризації за методом найближчого сусіда

Для розрахунків використовуємо вбудовану функцію Excel – МИН(_).

Після розрахунку матриці відстаней знову знаходимо найближчі кластери. Оскільки мінімальна відстань, яка дорівнює 2, знаходиться між кластерами "1" та "2+3", на наступному етапі об'єднуємо саме їх.

На наступному етапі будуємо матрицю розміром 4 × 4, бо маємо лише чотири кластери: "1+2+3", "4", "5", "6" (рис. 1.3). Перераховуємо відстані. Обираємо мінімальну відстань та об'єднуємо кластери "4" і "6" ($\min d = d_{46} = 2,236$).

На наступному етапі маємо три кластери: "1+2+3", "4+6", "5". Будуємо матрицю відстаней розміром 3 × 3 (рис. 1.4). Знаходимо мінімальну відстань $\min d = d_{4+6,5} = 2,449$ та об'єднуємо кластери "4+6" і "5".

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
1																		
2			Характеристики						1	2	3	4	5	6				
3		№ об'єкта	x1	x2	x3			x1	2	3	2	7	8	5				
4		1	2	12	5			x2	12	15	14	16	17	17				
5		2	3	15	6			x3	5	6	5	2	4	2				
6		3	2	14	5													
7		4	7	16	2													
8		5	8	17	4													
9		6	5	17	2													
10																		
11																		
12		№ етапа	Об'єкти	Відстань														
13		1	2+3	1,732														
14		2	1+2+3	2,000														
15		3	4+6	2,236														
16		4																
17		5	все															
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		
26																		
27																		

Рис. 1. 3. Розрахунки третього етапу кластеризації за методом найближчого сусіда

На останньому етапі маємо два кластери – "1+2+3" і "4+5+6". Будемо матрицю (рис. 1.4), знаходимо мінімальну відстань $d = 4,898$ та об'єднуємо всі об'єкти в один кластер.

За результатами розрахунків будемо дендрограму. Будемо вручну на аркуші паперу, тому що пакети не дозволяють це зробити автоматично. На осі ординат відмічаємо об'єкти, а за віссю абсцис – відстані, на яких об'єкти об'єднуються у кластери. Отримуємо дендрограму, наведену на рис. 1.5.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
4		1	2	12	5			x2	12	15	14	16	17	17				
5		2	3	15	8			x3	5	6	5	2	4	2				
6		3	2	14	5													
7		4	7	18	2													
8		5	8	17	4													
9		6	5	17	2													
10																		
11																		
12		№ етапу	Об'єкти	Відстань														
13		1	2+3	1,73205														
14		2	1+2+3	2,00000														
15		3	4+6	2,23607														
16		4	4+6+5	2,44949														
17		5	все															
18																		
19																		
20																		
21																		
22																		
23																		
24																		
25																		
26																		
27																		
28																		
29																		
30																		
31																		
32																		
33																		
34																		
35																		
36																		

Рис. 1.4. Розрахунки третього етапу кластеризації за методом найближчого сусіда

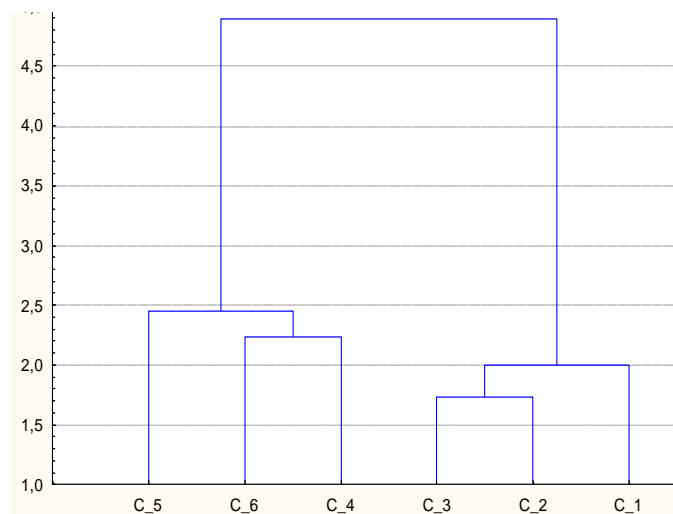


Рис. 1.5. Дендрограма за методом найближчого сусіда

Аналізуємо отриману дендрограму: проводимо лінію відсікання (рис. 1.6).

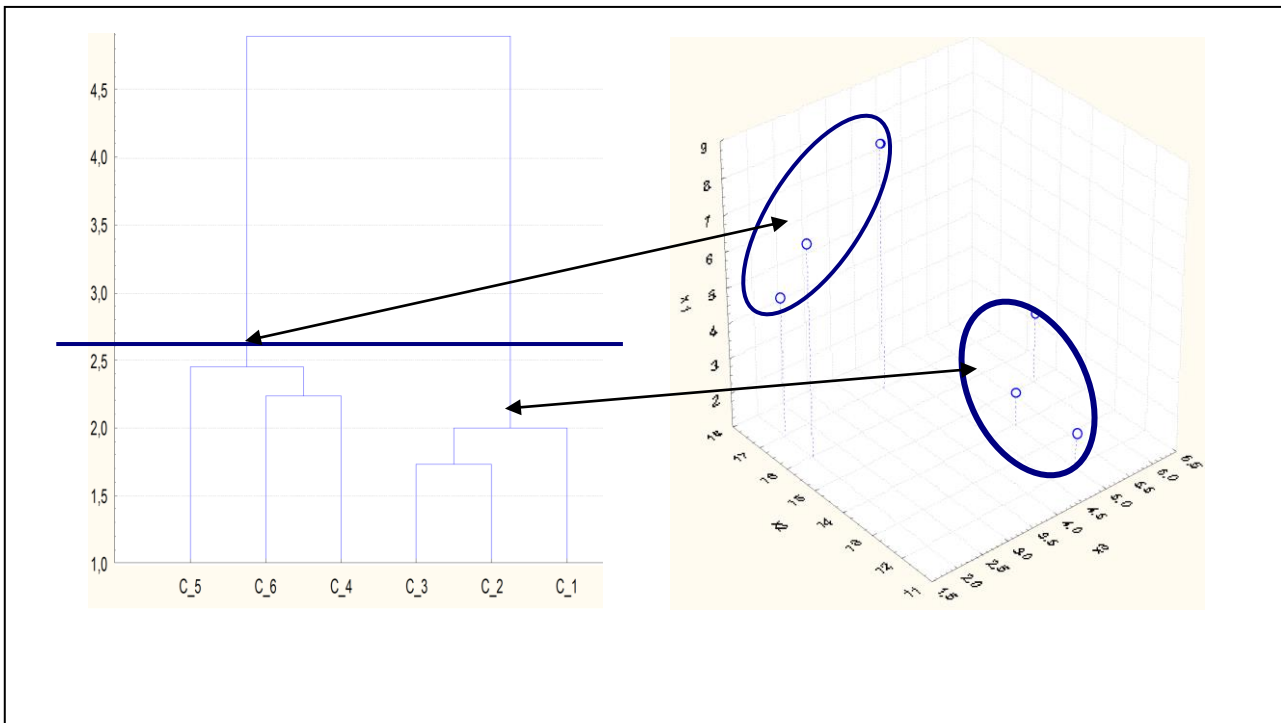


Рис. 1.6. Відповідність між дендрограмою та розташуванням об'єктів у просторі ознак

Бачимо, що існує природне розбиття сукупності об'єктів на кластери, а саме можна отримати два досить істотно відмінні кластери: у першому будуть міститися об'єкти "4", "5" та "6", у другому – "1", "2" і "3".

Агломеративна процедура за методом далекого сусіда

Процедура кластеризації за методом далекого сусіда здійснюється у такий самий спосіб.

Уся процедура за етапами наведена на рис. 1.7.

Єдина відмінність – за правилом далекого сусіда як відстань між кластерами береться відстань між найбільш далекими один від одного об'єктами у кластерах. Наприклад, на другому етапі кластеризації (рис. 1.7) у комірці J16 потрібно розрахувати відстань між кластерами "2+3" і "1". За таку відстань береться максимальне значення з відстаней між "1" та "2" і "1" та "3":

$$d_{2+3,1} = \max(d_{1,2}; d_{1,3}) = d_{1,2} = 3,31.$$

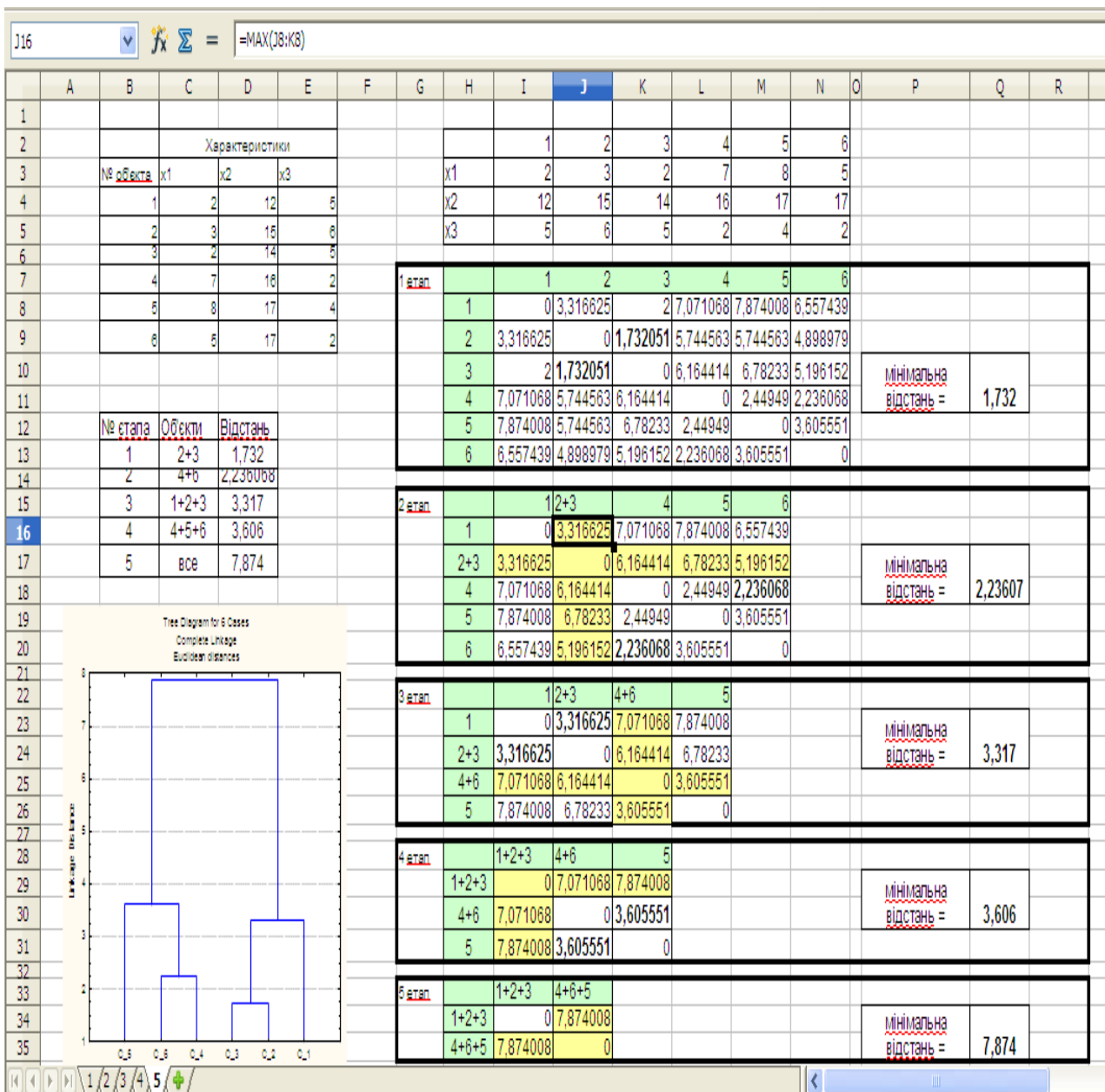


Рис. 1.7. Процедура кластеризації за методом далекого сусіда

Агломеративна процедура за методом середнього зв'язку

Відмінність від попередніх методів полягає у розрахунку відстаней між кластерами.

За відстань між двома кластерами береться середньоарифметичне всіх відстаней між об'єктами двох кластерів. Так на другому етапі відстань між кластерами "2+3" і "1", що міститься в комірці J16, треба розрахувати як:

$$d_{2+3,1} = \frac{d_{1,2} + d_{1,3}}{2} = \frac{3,31 + 2}{2} = 2,658.$$

Уся процедура за етапами наведена на рис. 1.8.

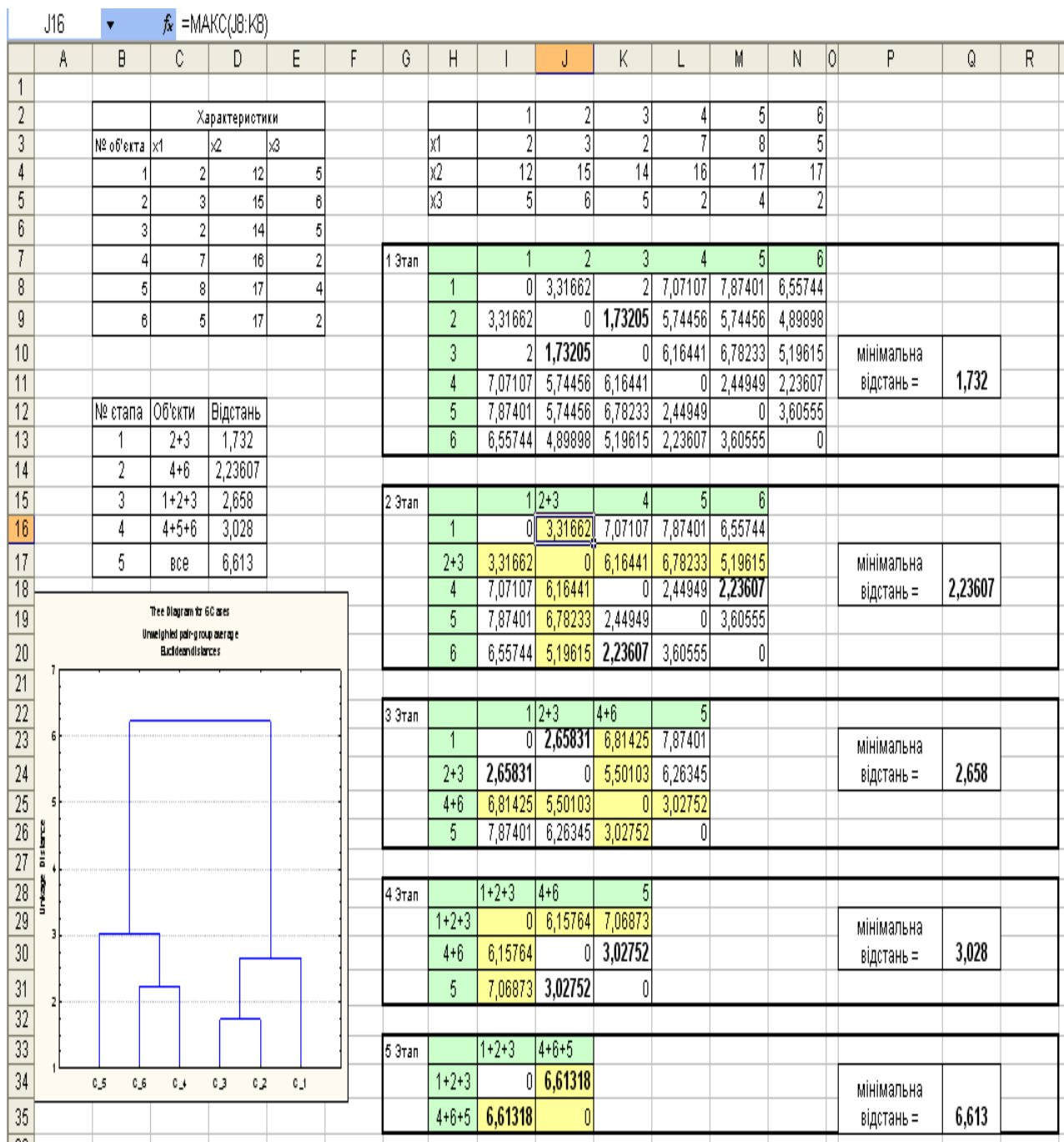


Рис. 1.8. Процедура кластеризації за методом середнього зв'язку

Отже, на основі проведеної кластеризації бачимо, що існує природне розбиття сукупності об'єктів на кластери. А саме можна отримати два досить істотно відмінні кластери: у першому будуть міститися об'єкти "4", "5" і "6", у другому – "1", "2" та "3".

Лабораторна робота 2

"Методи дискримінантного аналізу. Класифікація з навчанням"

Мета – закріплення теоретичного й практичного матеріалу, набуття навичок застосування дискримінантного аналізу в середовищі *Microsoft Excel*.

Умови завдання

У табл. 2.1 – 2.10 наведені вісім країн, які характеризуються трьома показниками туристичної привабливості: X_1 , X_2 , X_3 . Країни розділено на дві групи за рівнем туристичної привабливості – А та В.

Необхідно: за допомогою методів дискримінантного аналізу провести дискримінацію двох нових країн, зробити висновки, до якої з груп туристичної привабливості вони будуть відноситися.

Таблиця 2.1

Вихідні дані (варіант 1)

Клас	Номер країни	X_1	X_2	X_3
А	1	9,26	1,37	0,23
	2	9,38	1,49	0,39
	3	12,11	1,44	0,43
	4	10,81	1,42	0,18
В	5	5,49	1,1	0,05
	6	6,61	1,23	0,48
	7	4,32	1,39	0,41
	8	7,37	1,38	0,62
Підлягають дискримінації	9	6,7	0,79	0,39
	10	9,42	0,7	0,72

Таблиця 2.2

Вихідні дані (варіант 2)

Клас	Номер країни	X_1	X_2	X_3
1	2	3	4	5
А	1	9,26	1,37	1,45
	2	9,38	1,49	1,3
	3	12,11	1,44	1,37
	4	10,81	1,42	1,65

Закінчення табл. 2.2

1	2	3	4	5
В	5	5,49	1,1	1,02
	6	6,61	1,23	0,88
	7	4,32	1,39	0,62
	8	7,37	1,38	1,09
Підлягають дискримінації	9	6,7	0,79	1,24
	10	9,42	0,7	2,03

Таблиця 2.3

Вихідні дані (варіант 3)

Клас	Номер країни	X_1	X_2	X_3
А	1	9,42	0,7	0,72
	2	9,38	1,49	0,39
	3	12,11	1,44	0,43
	4	10,81	1,42	0,18
В	5	5,22	1,33	0,74
	6	6,7	0,79	0,39
	7	4,32	1,39	0,41
	8	7,37	1,38	0,62
Підлягають дискримінації	9	9,35	1,35	0,15
	10	6,61	1,23	0,48

Таблиця 2.4

Вихідні дані (варіант 4)

Клас	Номер країни	X_1	X_2	X_3
А	1	9,26	0,78	1,37
	2	9,38	0,75	1,49
	3	12,11	0,68	1,44
	4	10,81	0,7	1,42
В	5	5,49	0,74	1,10
	6	6,61	0,72	1,23
	7	4,32	0,68	1,39
	8	7,37	0,77	1,38
Підлягають дискримінації	9	6,7	0,79	0,79
	10	9,42	0,7	0,70

Таблиця 2.5

Вихідні дані (варіант 5)

Клас	Номер країни	X_1	X_2	X_3
А	1	9,26	0,78	1,37
	2	9,37	0,79	1,24
	3	10,02	0,76	1,22
	4	10,81	0,7	1,42
В	5	5,49	0,74	1,10
	6	6,64	0,77	1,35
	7	5,22	0,79	1,33
	8	7,37	0,77	1,38
Підлягають дискримінації	9	12,11	0,68	1,44
	10	4,32	0,68	1,39

Таблиця 2.6

Вихідні дані (варіант 6)

Клас	Номер країни	X_1	X_2	X_3
А	1	4,0	0,63	6,0
	2	4,9	0,6	6,3
	3	6,1	0,61	7,0
	4	5,3	0,62	7,1
В	5	8,7	0,7	9,0
	6	10,3	0,78	10,5
	7	11,6	0,75	10,9
	8	10,8	0,77	11,0
Підлягають дискримінації	9	5,5	0,73	6,1
	10	9,7	0,7	11,1

Таблиця 2.7

Вихідні дані (варіант 7)

Клас	Номер країни	X_1	X_2	X_3
1	2	3	4	5
А	1	4,0	80	6,0
	2	4,9	78,6	6,3
	3	6,1	75,9	7,0
	4	5,3	74,0	7,1

1	2	3	4	5
В	5	8,7	90,7	9,0
	6	10,3	94,6	10,5
	7	11,6	94,0	10,9
	8	10,8	92,5	11,0
Підлягають дискримінації	9	5,5	74,0	6,1
	10	9,7	92,5	11,1

Таблиця 2.8

Вихідні дані (варіант 8)

Клас	Номер країни	X_1	X_2	X_3
А	1	4,5	77,2	6,8
	2	4,9	78,6	6,3
	3	6,1	75,9	7,0
	4	5,7	81,2	6,9
В	5	12,2	96,4	10,8
	6	10,3	94,6	10,5
	7	11,6	94,0	10,9
	8	10,9	95,2	11,3
Підлягають дискримінації	9	9,7	92,1	11,2
	10	5,1	79,5	6,5

Таблиця 2.9

Вихідні дані (варіант 9)

Клас	Номер країни	X_1	X_2	X_3
А	1	170,5	10,0	250,95
	2	200,0	18,2	380,6
	3	186,4	15,8	300,2
	4	154,2	10,3	280,36
В	5	60,6	9,0	100,5
	6	90,8	9,7	147,6
	7	100,4	8,3	194,3
	8	85,2	7,9	170,2
Підлягають дискримінації	9	165,3	17,2	290,5
	10	78,3	8,8	160,3

Вихідні дані (варіант 10)

Клас	Номер країни	X_1	X_2	X_3
А	1	17,8	1,2	25,8
	2	20,3	1,4	38,6
	3	18,6	1,8	30,3
	4	15,2	1,3	28,4
В	5	6,6	0,9	15,5
	6	9,3	0,7	17,6
	7	10,4	0,83	19,3
	8	8,2	0,75	10,2
Підлягають дискримінації	9	15,3	1,72	22,5
	10	8,4	0,85	16,3

Методичні рекомендації до виконання завдання

Дискримінантний аналіз містить статистичні методи класифікації багатомірних об'єктів у ситуації, коли дослідник має так звані навчальні вибірки (класифікація з навчанням). Нехай результатом спостереження над об'єктом є реалізація k -вимірного випадкового вектора. Потрібно встановити правило, відповідно до якого за значенням вектора X об'єкт, що спостерігався, відноситься до однієї з можливих сукупностей. Для побудови правила дискримінації весь вибірковий простір k значень вектора X розбивається на області такі, що із потраплянням x в R_i об'єкт відноситься до сукупності n .

Правило дискримінації вибирається у відповідності з певним принципом оптимальності на основі апріорної інформації. Остання може бути подана як у вигляді деяких відомостей про функцію k -вимірного розподілу ознак у кожній сукупності, так і у вигляді вибірок із цих сукупностей. Апріорні ймовірності можуть бути задані або ні.

Звичайно в завданні розпізнавання переходять від вектора ознак, що характеризують об'єкт, до лінійної функції від них, дискримінантної функції – гіперплощини, яка якнайкраще розділяє сукупність вибірових точок. Ці точки використовуються для оцінювання параметрів статистичних функцій розподілу. Як правило, для побудови функції використовується нормальний розподіл.

Розглянемо алгоритм дискримінантного аналізу за нормального закону розподілу показників:

1. Задають вхідні матриці X і Y з об'єктами n_1 і n_2 , відповідно:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & x_{13} \\ x_{21} & x_{22} & x_{23} \\ x_{31} & x_{32} & x_{33} \end{pmatrix}; \quad Y = \begin{pmatrix} y_{11} & y_{12} & y_{13} \\ y_{21} & y_{22} & y_{23} \\ y_{31} & y_{32} & y_{33} \end{pmatrix}.$$

2. Записують нове спостереження (z), яке слід класифікувати у такий спосіб:

$$Z = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} & Z_{13} \\ Z_{21} & Z_{22} & Z_{23} \\ Z_{31} & Z_{32} & Z_{33} \end{pmatrix}.$$

3. Обчислюють вектори середніх значень кожного з підмножин:

$$\bar{x} = \begin{pmatrix} \bar{x}_1 \\ \bar{x}_2 \\ \bar{x}_3 \end{pmatrix} \quad \text{і} \quad \bar{y} = \begin{pmatrix} \bar{y}_1 \\ \bar{y}_2 \\ \bar{y}_3 \end{pmatrix} \quad \bar{x}_j = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} x_{ij}.$$

4. Обчислюють оцінки коваріаційних матриць S_x і S_y :

$$S_x = (S_{ki})_x \quad \text{і} \quad S_y = (S_{ki})_y.$$

Знаходять елемент матриці \bar{S}_x :

$$S_{ki} = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} (x_{ij} - \bar{x}_j) (x_{ik} - \bar{x}_k) = \bar{x}_j \bar{x}_k - \bar{x}_j \bar{x}_k; \quad j, k = 1, 2, 3,$$

де x_j і x_k – середні значення.

5. Визначають незміщену оцінку сумарної коваріаційної матриці:

$$\hat{S} = \frac{1}{n_1 + n_2 - 2} (n_1 S_x + n_2 S_y).$$

6. Визначають матрицю, \hat{S}^{-1} , зворотну \hat{S} .

7. Обчислюють вектор оцінок дискримінантної функції:

$$a = \bar{S}^{-1}(\bar{x} - \bar{y}).$$

8. Обчислюють оцінки векторів значень дискримінантної функції для матриць вихідних даних:

$$\widehat{U}_x = Xa, \widehat{U}_y = Ya.$$

9. Обчислюють середні значення оцінок дискримінантної функції:

$$\overline{\widehat{u}_x} = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} \widehat{u}_{xi}; \quad \overline{\widehat{u}_y} = \frac{1}{n_2} \sum_{i=1}^{n_2} \widehat{u}_{yi}.$$

10. Обчислюють константи:

$$\hat{C} = \frac{1}{2} (\overline{\widehat{u}_x} + \overline{\widehat{u}_y}).$$

11. Записують дискримінантну функцію та її економічну інтерпретацію.

12. Перевірка якості дискримінації за допомогою критерію Фішера (лямбда Уілкса).

Для перевірки умови максимально чіткого поділу груп доцільно використовувати критерій "лямбда Уілкса":

$$L_W = \frac{1}{1 + \lambda},$$

де λ знаходиться відповідно до формули:

$$\lambda = F = \frac{a^T S_{xy} a}{a^T S \times a} \rightarrow \max.$$

За $L_W \rightarrow 1$ групи поділені чітко.

За $L_W \rightarrow 0$ результати аналізу не можна використовувати.

11. Обчислюють значення дискримінантної функції для v -го спостереження, що підлягає дискримінації, вирішивши рівняння:

$$\widehat{U}_v = z_{v1}a_1 + z_{v2}a_2 + z_{v3}a_3,$$

якщо $Uv \geq C$, то z – спостереження відноситься до сукупності X ; якщо $Uv < C$, то z – спостереження відноситься до сукупності Y .

Приклад. Нехай за рівнем туристичної привабливості, що оцінювався за трьома показниками $X_1 - X_3$, виділено дві групи країн – X та Y . Необхідно віднести досліджувану країну Z до однієї з цих груп. Вихідні дані наведені на рис. 2.1.

Номер країни	X_1	X_2	X_3
1	224,228	17,115	22,981
2	151,827	14,904	21,481
3	147,313	13,627	28,669
4	152,253	10,545	10,199

Номер країни	X_1	X_2	X_3
5	46,751	4,428	11,124
6	29,033	5,51	6,091
7	52,134	4,214	11,842
8	37,05	5,527	11,873
9	63,979	4,211	12,86

Номер країни	X_1	X_2	X_3
10	55,451	9,592	12,84

Рис. 2.1. Вихідні дані до дискримінантного аналізу

1. Розрахуємо вектори середніх значень для матриць X та Y, використовуючи функцію СРЗНАЧ у середовищі Excel. Середні значення розраховують по стовпцям матриць і записуються у вигляді векторів (рис. 2.2 і 2.3).

	A	B	C	D
1		224,228	17,115	22,981
2	X=	151,827	14,904	21,481
3		147,313	13,627	28,669
4		152,253	10,545	10,199
5				
6		46,751	4,428	11,124
7		29,033	5,51	6,091
8	Y=	52,134	4,214	11,842
9		37,05	5,527	11,873
10		63,979	4,211	12,86
11				
12	Z=	55,451	9,592	12,84
13				
15				
16		=СРЗНАЧ(B1:B4)		
17	X ср=	=СРЗНАЧ(C1:C4)		
18		=СРЗНАЧ(D1:D4)		
19				
20		=СРЗНАЧ(B6:B10)		
21	Y ср=	=СРЗНАЧ(C6:C10)		
22		=СРЗНАЧ(D6:D10)		
23				

Рис. 2.2. Розрахунок векторів середніх значень для матриць X та Y

	A	B	C
15			
16		168,905	
17	X ср=	14,048	
18		20,833	
19			
20		45,789	
21	Y ср=	4,778	
22		10,758	
23			

Рис. 2.3. Вектори середніх значень для матриць X та Y

2. Розрахуємо значення оцінок коваріаційних матриць за формулою (рис. 2.4 і 2.5):

$$S_{kj}(x) = \frac{1}{n_1} \sum_{i=1}^{n_1} (x_{ij} - \bar{x}_j)(x_{ik} - \bar{x}_k).$$

	B	C	D	E	F
				x1-x1	x1-x2
	224,228	17,115	22,981	=(B28-\$B\$32)*(B28-\$B\$32)	=(B28-\$B\$32)*(C28-\$C\$32)
X=	151,827	14,904	21,481	=(B29-\$B\$32)*(B29-\$B\$32)	=(B29-\$B\$32)*(C29-\$C\$32)
	147,313	13,627	28,669	=(B30-\$B\$32)*(B30-\$B\$32)	=(B30-\$B\$32)*(C30-\$C\$32)
	152,253	10,545	10,199	=(B31-\$B\$32)*(B31-\$B\$32)	=(B31-\$B\$32)*(C31-\$C\$32)
	=CPЗНАЧ(B28:B31)	=CPЗНАЧ(C28:C31)	=CPЗНАЧ(D28:D31)	=CPЗНАЧ(E28:E31)	=CPЗНАЧ(F28:F31)
	=E32	=F32	=G32		
Sx=	=F32	=H32	=I32		
	=G32	=I32	=J32		
				y1-y1	y1-y2
	46,751	4,428	11,124	=(B39-\$B\$44)*(B39-\$B\$44)	=(B39-\$B\$44)*(C39-\$C\$44)
	29,033	5,51	6,091	=(B40-\$B\$44)*(B40-\$B\$44)	=(B40-\$B\$44)*(C40-\$C\$44)
Y=	52,134	4,214	11,842	=(B41-\$B\$44)*(B41-\$B\$44)	=(B41-\$B\$44)*(C41-\$C\$44)
	37,05	5,527	11,873	=(B42-\$B\$44)*(B42-\$B\$44)	=(B42-\$B\$44)*(C42-\$C\$44)
	63,979	4,211	12,86	=(B43-\$B\$44)*(B43-\$B\$44)	=(B43-\$B\$44)*(C43-\$C\$44)
	=CPЗНАЧ(B39:B43)	=CPЗНАЧ(C39:C43)	=CPЗНАЧ(D39:D43)	=CPЗНАЧ(E39:E43)	=CPЗНАЧ(F39:F43)
	=E44	=F44	=G44		
Sy=	=F44	=H44	=I44		
	=G44	=I44	=J44		

Рис. 2.4. Розрахунок значень оцінок коваріаційних матриць

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
27					x1-x1	x1-x2	x1-x3	x2-x2	x2-x3	x3-x3	
28		224,228	17,115	22,981	3060,607	169,689	118,861	9,408	6,590	4,616	
29	X=	151,827	14,904	21,481	291,667	-14,623	-11,075	0,733	0,555	0,421	
30		147,313	13,627	28,669	466,225	9,085	-169,208	0,177	-3,297	61,411	
31		152,253	10,545	10,199	277,297	58,329	177,072	12,269	37,246	113,071	
32		168,9053	14,04775	20,8325	1023,949	55,620	28,912	5,647	10,274	44,880	
33											
34		1023,949	55,620	28,912							
35	Sx=	55,620	5,647	10,274							
36		28,912	10,274	44,880							
37											
38					y1-y1	y1-y2	y1-y3	y2-y2	y2-y3	y3-y3	
39		46,751	4,428	11,124	0,925	-0,337	0,352	0,123	-0,128	0,134	
40		29,033	5,510	6,091	280,777	-12,266	78,202	0,536	-3,416	21,781	
41	Y=	52,134	4,214	11,842	40,254	-3,578	6,878	0,318	-0,611	1,175	
42		37,050	5,527	11,873	76,377	-6,546	-9,744	0,561	0,835	1,243	
43		63,979	4,211	12,860	330,862	-10,314	38,235	0,321	-1,192	4,418	
44		45,789	4,778	10,758	145,839	-6,608	22,784	0,372	-0,902	5,750	
45											
46		145,839	-6,608	22,784							
47	Sy=	-6,608	0,372	-0,902							
48		22,784	-0,902	5,750							
49											

Рис. 2.5. Коваріаційні матриці S_x та S_y

3. Визначимо незміщену оцінку сумарної коваріаційної матриці за формулою (рис. 2.6 і 2.7):

$$S = \frac{1}{n_1+n_2-2} (n_1S_x + n_2S_y).$$

	A	B	C	D
51				
52		=4*B34	=4*C34	=4*D34
53	4Sx=	=4*B35	=4*C35	=4*D35
54		=4*B36	=4*C36	=4*D36
55				
56		=5*B46	=5*C46	=5*D46
57	5Sy=	=5*B47	=5*C47	=5*D47
58		=5*B48	=5*C48	=5*D48
59				
60		=B52+B56	=C52+C56	=D52+D56
61	4Sx+5Sy=	=B53+B57	=C53+C57	=D53+D57
62		=B54+B58	=C54+C58	=D54+D58
63				
64		=B60/7	=C60/7	=D60/7
65	1/7(4Sx+5Sy)=	=B61/7	=C61/7	=D61/7
66		=B62/7	=C62/7	=D62/7
67				
68				

Рис. 2.6. Розрахунок незміщеної оцінки сумарної коваріаційної матриці

	A	B	C	D	E
51					
52		4095,796	222,479	115,650	
53	4Sx=	222,479	22,587	41,095	
54		115,650	41,095	179,519	
55					
56		729,194	-33,040	113,922	
57	5Sy=	-33,040	1,859	-4,512	
58		113,922	-4,512	28,752	
59					
60		4824,990	189,439	229,571	
61	4Sx+5Sy=	189,439	24,446	36,582	
62		229,571	36,582	208,270	
63					
64		689,284	27,063	32,796	
65	1/7(4Sx+5Sy)=	27,063	3,492	5,226	
66		32,796	5,226	29,753	
67					

Рис. 2.7. Сумарна коваріаційна матриця

4. Знайдемо для сумарної коваріаційної матриці обернену матрицю, використовуючи функцію МОБР (рис. 2.8).

	A	B	C	D
70				
71		=МОБР(B64:D66)	=МОБР(B64:D66)	=МОБР(B64:D66)
72	S обр=	=МОБР(B64:D66)	=МОБР(B64:D66)	=МОБР(B64:D66)
73		=МОБР(B64:D66)	=МОБР(B64:D66)	=МОБР(B64:D66)
74				

	A	B	C	D
70				
71		0,002	-0,017	0,001
72	S обр=	-0,017	0,532	-0,074
73		0,001	-0,074	0,046
74				

Рис. 2.8. Обернена матриця для сумарної коваріаційної матриці

5. Знайдемо вектор оцінок дискримінантної функції за формулою (рис. 2.9):

$$A = S_*^{-1}(\bar{X}_1 - \bar{X}_2).$$

	A	B	C	D	E	F	G	H
88								
89		=B83	=C83	=D83		=B16-B20		=МУМНОЖ(B89:D91;F89:F91)
90	a=	=B84	=C84	=D84	*	=B17-B21	=	=МУМНОЖ(B89:D91;F89:F91)
91		=B85	=C85	=D85		=B18-B22		=МУМНОЖ(B89:D91;F89:F91)
92								
93								

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
88									
89		0,002	-0,017	0,001		123,116		0,105	
90	a=	-0,017	0,532	-0,074	*	9,270	=	2,047	
91		0,001	-0,074	0,046		10,075		-0,136	
92									
93									

Рис. 2.9. Вектор оцінок дискримінантної функції

6. Розрахуємо оцінки векторів значень дискримінантної функції для матриць вихідних даних (рис. 2.10).

	A	B	C
95			
96		=МУМНОЖ(В1:D4;H89:H91)	
97	Xa=	=МУМНОЖ(В1:D4;H89:H91)	
98		=МУМНОЖ(В1:D4;H89:H91)	
99		=МУМНОЖ(В1:D4;H89:H91)	
100			
101		=МУМНОЖ(В6:D10;H89:H91)	
102		=МУМНОЖ(В6:D10;H89:H91)	
103	Ya=	=МУМНОЖ(В6:D10;H89:H91)	
104		=МУМНОЖ(В6:D10;H89:H91)	
105		=МУМНОЖ(В6:D10;H89:H91)	
106			

	A	B	C
95			
96		55,382	
97	Xa=	43,478	
98		39,411	
99		36,139	
100			
101		12,443	
102		13,488	
103	Ya=	12,471	
104		13,574	
105		13,567	
106			

Рис. 2.10. Вектори значень дискримінантної функції для матриць вихідних даних

7. Визначимо середні значення оцінок дискримінантних функцій (рис. 2.11).

	A	B
109		
110	Xa средн=	=СРЗНАЧ(В96:В99)
111		
112	Ya средн=	=СРЗНАЧ(В101:В105)
113		

	A	B
109		
110	Xa средн=	43,602
111		
112	Ya средн=	13,108
113		

Рис. 2.11. Середні значення оцінок дискримінантних функцій

8. Визначимо константу дискримінації за формулою (рис. 2.12):

$$C = \frac{1}{2}(\bar{f}_1 + \bar{f}_2).$$

	A	B
115		
116	c= =0,5*(B110+B112)	
117		

	A	B	C
115			
116	c=	28,355	
117			

Рис. 2.12. Константа дискримінації

9. Розрахуємо рівняння для дискримінації нового спостереження (рис. 2.13).

	A	B	C
120			
121	z= =МУМНОЖ(B12:D12;H89:H91)		
122			

	A	B	C
120			
121	z=	23,689	
122			

Рис. 2.13. Рівняння для дискримінації нового спостереження

Середнє значення дискримінантної функції є меншим за константу $C = 23,689 < 28,355$. Отже, нове спостереження належить до групи U .

Лабораторна робота 3

"Методи редукції"

Мета – закріплення теоретичного та практичного матеріалу за темою "Методи редукції", набуття навичок вибору показників-репрезентантів за допомогою методу центру ваги та розрахунку таксономічного показника рівня розвитку в середовищі *Microsoft Excel*.

Умови завдання

У табл. 3.1 – 3.10 наведені показники ліквідності, ділової активності, фінансової стабільності, рентабельності, майнового стану десяти туристичних компаній.

Необхідно:

1) вибрати найбільш значимі для оцінювання стабільності фінансового стану цих компаній показники (показники-репрезентанти) за допомогою методу "центра ваги";

2) здійснити впорядкування туристичних компаній за рівнем стабільності фінансового стану на основі методу рівня розвитку, дати економічну інтерпретацію отриманим результатам.

Таблиця 3.1

Вихідні дані (варіант 1)

Номер компанії / група показників	Показники ліквідності			Показники фінансової стабільності			Показники ділової активності			Показники рентабельності	
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
1	2,713	0,984	0,001	0,855	0,024	0,930	0,052	0,287	0,998	0,005	0,006
2	3,079	1,006	0,002	0,979	0,026	0,926	0,032	0,189	0,837	0,023	0,025
3	3,553	1,091	0,020	1,174	0,024	0,634	0,024	0,158	0,735	0,058	0,064
4	2,304	1,244	0,015	0,885	0,002	0,885	0,164	0,897	1,775	0,044	0,050
5	1,572	0,877	0,002	0,460	0,022	0,910	0,087	0,447	1,184	0,084	0,093
6	1,659	0,751	0,001	0,410	0,032	0,912	0,043	0,204	0,910	0,075	0,082
7	2,241	0,787	0,000	0,598	0,035	0,935	0,070	0,935	0,021	0,035	0,038
8	3,046	0,919	0,000	0,909	0,032	0,909	0,100	0,909	0,015	0,019	0,021
9	3,855	1,091	0,000	1,250	0,026	0,950	0,053	0,950	0,017	0,075	0,082
10	4,500	1,260	0,000	1,548	0,020	0,940	0,064	0,940	0,022	0,121	0,133

Групи показників: X1 – коефіцієнт поточної ліквідності; X2 – коефіцієнт швидкої ліквідності; X3 – коефіцієнт абсолютної ліквідності; X4 – коефіцієнт забезпеченості власними оборотними коштами; X5 – коефіцієнт маневреності власного капіталу; X6 – коефіцієнт автономії; X7 – коефіцієнт оборотності активів; X8 – коефіцієнт оборотності оборотних коштів; X9 – коефіцієнт оборотності запасів; X10 – коефіцієнт рентабельності активів; X11 – коефіцієнт рентабельності власного капіталу.

Таблиця 3.2

Вихідні дані (варіант 2)

Номер компанії / група показників	Показники рентабельності			Показники фінансової стабільності			Показники ділової активності			Показники ліквідності	
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
1	0,005	0,006	-0,800	0,930	0,075	0,930	0,593	0,949	0,491	2,713	0,984
2	-0,023	-0,025	-1,243	0,926	0,080	0,926	0,807	0,769	0,314	3,079	1,006
3	-0,058	-0,064	-1,712	0,634	0,577	0,634	0,838	0,875	0,258	3,553	1,091
4	0,044	0,050	0,269	0,885	0,130	0,885	0,348	2,927	1,585	2,304	1,244
5	0,084	0,093	0,359	0,910	0,099	0,910	0,212	0,968	0,790	1,572	0,877
6	0,075	0,082	0,009	0,912	0,096	0,912	0,243	0,153	0,353	1,659	0,751
7	0,035	0,038	-0,594	0,935	0,070	0,935	0,051	0,084	0,166	2,241	0,787
8	-0,019	-0,021	-1,293	0,909	0,100	0,909	0,502	0,431	0,137	3,046	0,919
9	-0,075	-0,082	-1,959	0,950	0,053	0,950	0,975	0,930	0,192	3,855	1,091
10	-0,121	-0,133	-2,495	0,940	0,064	0,940	1,371	1,385	0,276	4,500	1,260

Групи показників: X1 – коефіцієнт рентабельності активів; X2 – коефіцієнт рентабельності власного капіталу; X3 – коефіцієнт рентабельності продажів; X4 – коефіцієнт автономії; X5 – коефіцієнт фінансового левериджу; X6 – коефіцієнт фінансової стабільності; X7 – коефіцієнт оборотності запасів; X8 – коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості; X9 – коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості; X10 – коефіцієнт поточної ліквідності; X11 – коефіцієнт швидкої ліквідності.

Таблиця 3.3

Вихідні дані (варіант 3)

Номер компанії / група показників	Показники рентабельності			Показники фінансової стабільності			Показники ділової активності			Показники ліквідності	
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
1	-0,152	-0,166	-2,831	0,950	0,053	0,950	1,625	1,667	0,350	4,866	1,395
2	-0,162	-0,178	-2,928	0,920	0,087	0,920	1,708	1,714	0,393	4,890	1,476
3	-0,151	-0,165	-2,776	0,960	0,042	0,960	1,624	1,531	0,402	4,561	1,495
4	-0,121	-0,132	-2,396	0,900	0,111	0,900	1,413	1,191	0,393	3,921	1,457
5	-0,077	-0,083	-1,835	0,928	0,078	0,928	1,148	0,834	0,396	3,063	1,378
6	-0,026	-0,027	-1,172	0,958	0,044	0,958	0,939	0,666	0,462	2,133	1,286
7	0,021	0,024	-0,516	0,956	0,046	0,956	0,930	0,961	0,658	1,329	1,220
8	0,049	0,056	-0,003	0,876	0,142	0,876	1,299	2,062	1,070	0,900	1,233
9	0,043	0,048	0,198	0,952	0,050	0,952	2,258	4,376	1,800	1,150	1,388
10	-0,019	-0,019	-0,107	0,959	0,043	0,959	4,057	8,379	2,969	2,433	1,760

Групи показників: X1 – коефіцієнт рентабельності активів; X2 – коефіцієнт рентабельності власного капіталу; X3 – коефіцієнт рентабельності продажів; X4 – коефіцієнт автономії; X5 – коефіцієнт фінансового левериджу; X6 – коефіцієнт фінансової стабільності; X7 – коефіцієнт оборотності запасів; X8 – коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості; X9 – коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості; X10 – коефіцієнт поточної ліквідності; X11 – коефіцієнт швидкої ліквідності.

Таблиця 3.4

Вихідні дані (варіант 4)

Номер компанії / група показників	Показники ліквідності			Показники фінансової стабільності			Показники ділової активності			Показники рентабельності	
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
1	4,866	1,395	0,000	1,751	0,013	0,950	0,027	0,213	0,648	-0,152	-0,166
2	4,890	1,476	0,000	1,826	0,008	0,920	0,030	0,232	0,471	-0,162	-0,178
3	4,561	1,495	0,000	1,764	0,005	0,960	0,029	0,230	0,265	-0,151	-0,165
4	3,921	1,457	0,000	1,574	0,004	0,900	0,026	0,217	0,093	-0,121	-0,132
5	3,063	1,378	0,001	1,288	0,005	0,928	0,022	0,212	0,042	-0,077	-0,083
6	2,133	1,286	0,001	0,958	0,008	0,958	0,022	0,247	0,230	-0,026	-0,027
7	1,329	1,220	0,001	0,656	0,012	0,956	0,030	0,361	0,799	0,021	0,024
8	0,900	1,233	0,001	0,476	0,017	0,876	0,052	0,606	1,923	0,049	0,056
9	1,150	1,388	0,001	0,532	0,020	0,952	0,097	1,046	3,800	0,043	0,048
10	2,433	1,760	0,000	0,959	0,021	0,959	0,174	1,751	6,658	-0,019	-0,019

Групи показників: X1 – коефіцієнт поточної ліквідності; X2 – коефіцієнт швидкої ліквідності; X3 – коефіцієнт абсолютної ліквідності; X4 – коефіцієнт забезпеченості власними оборотними коштами; X5 – коефіцієнт маневреності власного капіталу; X6 – коефіцієнт автономії; X7 – коефіцієнт оборотності активів; X8 – коефіцієнт оборотності оборотних коштів; X9 – коефіцієнт оборотності запасів; X10 – коефіцієнт рентабельності активів; X11 – коефіцієнт рентабельності власного капіталу.

Таблиця 3.5

Вихідні дані (варіант 5)

Номер компанії / група показників	Показники ліквідності			Показники фінансової стабільності			Показники майнового стану	
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	2,713	0,984	0,001	0,855	0,024	0,930	0,348	0,129
2	3,079	1,006	0,002	0,979	0,026	0,926	0,363	0,137
3	3,553	1,091	0,020	1,174	0,024	0,634	0,399	0,149
4	2,304	1,244	0,015	0,885	0,002	0,885	0,426	0,132
5	1,572	0,877	0,002	0,460	0,022	0,910	0,285	0,098
6	1,659	0,751	0,001	0,410	0,032	0,912	0,246	0,095
7	2,241	0,787	0,000	0,598	0,035	0,935	0,273	0,112
8	3,046	0,919	0,000	0,909	0,032	0,909	0,337	0,136
9	3,855	1,091	0,000	1,250	0,026	0,950	0,412	0,160
10	4,500	1,260	0,000	1,548	0,020	0,940	0,479	0,178

Групи показників: X1 – коефіцієнт поточної ліквідності; X2 – коефіцієнт швидкої ліквідності; X3 – коефіцієнт абсолютної ліквідності; X4 – коефіцієнт забезпеченості власними оборотними коштами; X5 – коефіцієнт маневреності власного капіталу; X6 – коефіцієнт автономії; X7 – коефіцієнт придатності основних фондів; X8 – коефіцієнт іммобілізації активів.

Таблиця 3.6

Вихідні дані (варіант 6)

Номер компанії / група показників	Показники ліквідності			Показники фінансової стабільності			Показники майнового стану	
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	4,866	1,395	0,000	1,751	0,013	0,950	0,525	0,186
2	4,890	1,476	0,000	1,826	0,008	0,920	0,540	0,180

1	2	3	4	5	6	7	8	9
3	4,561	1,495	0,000	1,764	0,005	0,960	0,522	0,161
4	3,921	1,457	0,000	1,574	0,004	0,900	0,473	0,131
5	3,063	1,378	0,001	1,288	0,005	0,928	0,399	0,093
6	2,133	1,286	0,001	0,958	0,008	0,958	0,315	0,053
7	1,329	1,220	0,001	0,656	0,012	0,956	0,238	0,019
8	0,900	1,233	0,001	0,476	0,017	0,876	0,192	0,002
9	1,150	1,388	0,001	0,532	0,020	0,952	0,205	0,012
10	2,433	1,760	0,000	0,959	0,021	0,959	0,313	0,065

Групи показників: X1 – коефіцієнт поточної ліквідності; X2 – коефіцієнт швидкої ліквідності; X3 – коефіцієнт абсолютної ліквідності; X4 – коефіцієнт забезпеченості власними оборотними коштами; X5 – коефіцієнт маневреності власного капіталу; X6 – коефіцієнт автономії; X7 – коефіцієнт придатності основних фондів; X8 – коефіцієнт іммобілізації активів.

Таблиця 3.7

Вихідні дані (варіант 7)

Номер компанії / група показників	Показники ділової активності						Показники рентабельності		
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
1	0,052	0,087	0,287	0,998	0,593	0,949	0,005	0,006	-0,800
2	0,032	0,189	0,189	0,837	0,807	0,769	-0,023	-0,025	-1,243
3	0,024	0,212	0,158	0,735	0,838	0,875	-0,058	-0,064	-1,712
4	0,164	0,270	0,897	1,775	0,348	2,927	0,044	0,050	0,269
5	0,087	0,015	0,447	1,184	0,212	0,968	0,084	0,093	0,359
6	0,043	0,106	0,204	0,910	0,243	0,153	0,075	0,082	0,009
7	0,021	0,071	0,103	0,822	0,051	0,084	0,035	0,038	-0,594
8	0,015	0,032	0,092	0,816	0,502	0,431	-0,019	-0,021	-1,293
9	0,017	0,158	0,126	0,813	0,975	0,930	-0,075	-0,082	-1,959
10	0,022	0,273	0,174	0,764	1,371	1,385	-0,121	-0,133	-2,495

Групи показників: X1 – коефіцієнт оборотності активів; X2 – фондовіддача; X3 – коефіцієнт оборотності оборотних коштів; X4 – коефіцієнт оборотності запасів; X5 – коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості; X6 – коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості; X7 – коефіцієнт рентабельності капіталу; X8 – коефіцієнт рентабельності власного капіталу; X9 – коефіцієнт рентабельності продажів.

Таблиця 3.8

Вихідні дані (варіант 8)

Номер компанії / група показників	Показники ділової активності						Показники рентабельності		
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9
1	0,027	0,353	0,213	0,648	1,625	1,667	-0,152	-0,166	-2,831
2	0,030	0,389	0,232	0,471	1,708	1,714	-0,162	-0,178	-2,928
3	0,029	0,381	0,230	0,265	1,624	1,531	-0,151	-0,165	-2,776
4	0,026	0,343	0,217	0,093	1,413	1,191	-0,121	-0,132	-2,396
5	0,022	0,298	0,212	0,042	1,148	0,834	-0,077	-0,083	-1,835
6	0,022	0,282	0,247	0,230	0,939	0,666	-0,026	-0,027	-1,172
7	0,030	0,344	0,361	0,799	0,930	0,961	0,021	0,024	-0,516
8	0,052	0,543	0,606	1,923	1,299	2,062	0,049	0,056	-0,003
9	0,097	0,950	1,046	3,800	2,258	4,376	0,043	0,048	0,198
10	0,174	1,648	1,751	6,658	4,057	8,379	-0,019	-0,019	-0,107

Групи показників: X1 – коефіцієнт оборотності активів; X2 – фондо-віддача; X3 – коефіцієнт оборотності оборотних коштів; X4 – коефіцієнт оборотності запасів; X5 – коефіцієнт оборотності дебіторської заборгованості; X6 – коефіцієнт оборотності кредиторської заборгованості; X7 – коефіцієнт рентабельності капіталу; X8 – коефіцієнт рентабельності власного капіталу; X9 – коефіцієнт рентабельності продажів.

Таблиця 3.9

Вихідні дані (варіант 9)

Номер компанії / група показників	Показники ліквідності			Показники фінансової стабільності				
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	2,713	0,984	0,003	0,855	0,024	0,930	0,075	0,930
2	3,079	1,006	0,004	0,979	0,026	0,926	0,080	0,926
3	3,553	1,091	0,120	1,174	0,024	0,634	0,577	0,634
4	2,304	1,244	0,240	0,885	0,002	0,885	0,130	0,885
5	1,572	0,877	0,020	0,460	0,022	0,910	0,099	0,910
6	1,659	0,751	0,050	0,410	0,032	0,912	0,096	0,912
7	2,241	0,787	0,010	0,598	0,035	0,935	0,070	0,935
8	3,046	0,919	0,020	0,909	0,032	0,909	0,100	0,909
9	3,855	1,091	0,050	1,250	0,026	0,950	0,053	0,950
10	4,500	1,260	0,055	1,548	0,020	0,940	0,064	0,940

Групи показників: X1 – коефіцієнт поточної ліквідності; X2 – коефіцієнт швидкої ліквідності; X3 – коефіцієнт абсолютної ліквідності; X4 – коефіцієнт забезпеченості власними оборотними коштами; X5 – коефіцієнт маневреності власного капіталу; X6 – коефіцієнт автономії; X7 – коефіцієнт фінансового левериджу; X8 – коефіцієнт фінансової стабільності.

Таблиця 3.10

Вихідні дані (варіант 10)

Номер компанії / група показників	Показники ліквідності			Показники фінансової стабільності				
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8
1	4,866	1,395	0,000	1,751	0,013	0,950	0,053	0,950
2	4,890	1,476	0,000	1,826	0,008	0,920	0,087	0,920
3	4,561	1,495	0,000	1,764	0,005	0,960	0,042	0,960
4	3,921	1,457	0,000	1,574	0,004	0,900	0,111	0,900
5	3,063	1,378	0,001	1,288	0,005	0,928	0,078	0,928
6	2,133	1,286	0,001	0,958	0,008	0,958	0,044	0,958
7	1,329	1,220	0,001	0,656	0,012	0,956	0,046	0,956
8	0,900	1,233	0,001	0,476	0,017	0,876	0,142	0,876
9	1,150	1,388	0,001	0,532	0,020	0,952	0,050	0,952
10	2,433	1,760	0,000	0,959	0,021	0,959	0,043	0,959

Групи показників: X1 – коефіцієнт поточної ліквідності; X2 – коефіцієнт швидкої ліквідності; X3 – коефіцієнт абсолютної ліквідності; X4 – коефіцієнт забезпеченості власними оборотними коштами; X5 – коефіцієнт маневреності власного капіталу; X6 – коефіцієнт автономії; X7 – коефіцієнт фінансового левериджу; X8 – коефіцієнт фінансової стабільності.

Методичні рекомендації до виконання завдання

1. Необхідно вибрати найбільш значимі для оцінювання стабільності фінансового стану цих компаній показники (показники-репрезентанти) за допомогою методу "центра ваги".

У багатьох економічних дослідженнях виникає потреба в зменшенні кількості ознак, що описують досліджувану сферу дійсності. Однак під час скорочення кількості змінних мають дотримуватися деякі вимоги для того, щоб опис, що виходить, не спотворював дійсності. Існує досить великий спектр методів багатомірного аналізу, що дозволяють вирішувати

завдання скорочення розмірності простору ознак. Такі методи підрозділяються на дві групи: методи побудови узагальнених показників, методи зменшення кількості ознак.

Перша група методів спрямована на одержання інтегральної оцінки об'єктів, що мають багатоаспектну природу, у вигляді функції $f(y_1, y_2, \dots, y_q)$, яка відображає вплив усіх ознак і у такий спосіб дозволяє впорядкувати досліджувані об'єкти.

Сутність роботи другої групи методів складається в заміні первинного набору q ознак $y = (y_1, y_2, \dots, y_q)$ набором s діагностичних ознак $x = (x_1, x_2, \dots, x_s)$, ($s < q$), які мають такі властивості:

ознаки не корельовані або слабо корельовані між собою;

сильно корельовані з ознаками, що не входять у діагностичний набір.

Отже, друга група методів дозволяє вилучити з первинної системи ознак ті, які дублюють інформацію, а також забезпечує вибір ознак, що найбільш повно відображають стан досліджуваних процесів.

Одним з методів другої групи є метод "центра ваги". Розглянемо порядок розрахункових процедур для вибору показників-репрезентантів на основі алгоритму цього методу в середовищі *Microsoft Excel*.

Алгоритм методу "центра ваги"

Крок 1. На першому кроці алгоритму формуються матриці вихідних даних за кожною групою показників стану об'єкта дослідження Y_1, Y_2, \dots, Y_q , де q – кількість груп показників. Для k -ї групи показників структура цієї матриці може бути визначена в такий спосіб:

$$Y_k = (y_{ij})_k, i = [1; m], j = [1; n],$$

де y_{ij} – значення i -го показника в j -му досліджуваному періоді (або для j -го досліджуваного об'єкта);

m – кількість показників, що входять у k -ту групу;

n – кількість досліджуваних періодів (або об'єктів).

Вихідні дані для вибору показників-репрезентантів наведені на рис. 3.1.

Групи показників: X_1 – коефіцієнт поточної ліквідності; X_2 – коефіцієнт швидкої ліквідності; X_3 – коефіцієнт абсолютної ліквідності; X_4 –

коефіцієнт забезпеченості власними оборотними коштами; X5 – коефіцієнт маневреності власного капіталу; X6 – коефіцієнт заборгованості; X7 – коефіцієнт оборотності активів; X8 – коефіцієнт оборотності оборотних коштів; X9 – коефіцієнт оборотності запасів; X10 – коефіцієнт рентабельності активів; X11 – коефіцієнт рентабельності власного капіталу.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	№ підприємства/група показників	Показники ліквідності			Показники фінансової стабільності			Показники ділової активності			Показники рентабельності	
2		X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
3	1	2,713	0,984	0,001	0,855	0,024	0,93	0,052	0,287	0,998	0,005	0,006
4	2	3,079	1,006	0,002	0,979	0,026	0,926	0,032	0,189	0,837	0,023	0,025
5	3	3,553	1,091	0,02	1,174	0,024	0,634	0,024	0,158	0,735	0,058	0,064
6	4	2,304	1,244	0,015	0,885	0,002	0,885	0,164	0,897	1,775	0,044	0,05
7	5	1,572	0,877	0,002	0,46	0,022	0,91	0,087	0,447	1,184	0,084	0,093
8	6	1,659	0,751	0,001	0,41	0,032	0,912	0,043	0,204	0,91	0,075	0,082

Рис. 3.1. Вихідні дані

Крок 2. Оскільки показники можуть бути виражені в абсолютних і відносних величинах, а також мати різні одиниці виміру, то на другому кроці здійснюється процедура їхньої стандартизації за такою формулою:

$$z_{ij} = \frac{y_{ij} - \bar{y}_j}{S_i}$$

де z_{ij} – стандартизоване значення i -го показника в j -му досліджуваному періоді;

\bar{y}_j – середнє арифметичне значення i -го показника;

S_i – стандартне відхилення i -го показника.

Результатом цього кроку є набір матриць стандартизованих значень показників кожної групи Z_1, Z_2, \dots, Z_q .

Для стандартизації вихідних даних спочатку необхідно розрахувати середнє арифметичне значення i -го показника та стандартне відхилення i -го показника в середовищі *Microsoft Excel* за допомогою функцій СРЗНАЧ і СТАНДОТКЛОН, як це показано на рис. 3.2.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
№ підприємства/		Показники ліквідності			Показники фінансової стабільності			Показники ділової активності			Показники рентабельності	
група показників	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	
1												
2												
3	1	2,713	0,984	0,001	0,855	0,024	0,93	0,052	0,287	0,998	0,005	0,006
4	2	3,079	1,006	0,002	0,979	0,026	0,926	0,032	0,189	0,837	0,023	0,025
5	3	3,553	1,091	0,02	1,174	0,024	0,634	0,024	0,158	0,735	0,058	0,064
6	4	2,304	1,244	0,015	0,885	0,002	0,885	0,164	0,897	1,775	0,044	0,05
7	5	1,572	0,877	0,002	0,46	0,022	0,91	0,087	0,447	1,184	0,084	0,093
8	6	1,659	0,751	0,001	0,41	0,032	0,912	0,043	0,204	0,91	0,075	0,082
9	середнє значення	=СРЗНАЧ(В3:В8)										
10	стандартне відхилення	=СТАНДОТКЛОН(В3:В8)										

Рис. 3.2. Розрахунок середнього арифметичного та стандартного відхилення значення i -го показника

Результати розрахунку показників наведені на рис. 3.3.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
№ підприємства/		Показники ліквідності			Показники фінансової стабільності			Показники ділової активності			Показники рентабельності	
група показників	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	
1												
2												
3	1	2,713	0,984	0,001	0,855	0,024	0,93	0,052	0,287	0,998	0,005	0,006
4	2	3,079	1,006	0,002	0,979	0,026	0,926	0,032	0,189	0,837	0,023	0,025
5	3	3,553	1,091	0,02	1,174	0,024	0,634	0,024	0,158	0,735	0,058	0,064
6	4	2,304	1,244	0,015	0,885	0,002	0,885	0,164	0,897	1,775	0,044	0,05
7	5	1,572	0,877	0,002	0,46	0,022	0,91	0,087	0,447	1,184	0,084	0,093
8	6	1,659	0,751	0,001	0,41	0,032	0,912	0,043	0,204	0,91	0,075	0,082
9	середнє значення	2,4800	0,9922	0,0068	0,7938	0,0217	0,8662	0,0670	0,3637	1,0732	0,0482	0,0533
10	стандартне відхилення	0,7866	0,1702	0,0084	0,2999	0,0102	0,1148	0,0523	0,2813	0,3761	0,0304	0,0334

Рис. 3.3. Результати розрахунку середнього арифметичного та стандартного відхилення значення i -го показника

Для стандартизації вихідних даних необхідно створити таблицю такої самої розмірності, що й таблиця вихідних даних. Стандартизацію вихідних даних у середовищі *Microsoft Excel* можна здійснити за допомогою функції НОРМАЛИЗАЦІЯ, аргументами якої є вихідні дані, середнє значення та стандартне відхилення показників (рис. 3.4).

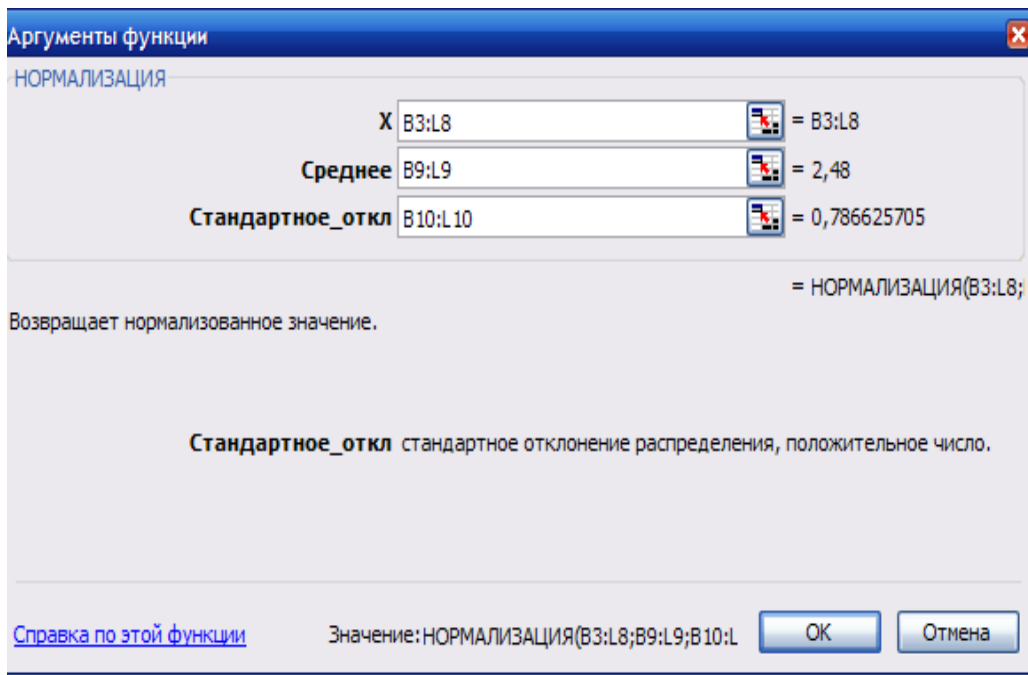


Рис. 3.4. Аргументы функції НОРМАЛИЗАЦИЯ

Для стандартизації вихідних даних необхідно в першій комірці створеної таблиці задати аргументи функції НОРМАЛИЗАЦИЯ, потім, починаючи з першої комірки, виділити діапазон, у якому будуть розраховані стандартизовані дані, натиснути клавішу F2, а потім одночасно натиснути клавіші Ctrl + Shift + Enter (рис. 3.5).

№ підприємства/ група показників	Показники ліквідності			Показники фінансової стабільності			Показники ділової активності			Показники рентабельності	
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
1	=										
2	НОРМА										
3	ЛИЗАЦ										
4	ИЯ(B3:										
5	L8;B9:										
6	L9;B10:										
	L10)										

Рис. 3.5. Розрахунок стандартизованих значень показників

Результати стандартизації наведені на рис. 3.6.

№ підприємства/ група показників	Показники ліквідності			Показники фінансової стабільності			Показники ділової активності			Показники рентабельності	
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
1	0,2962	-0,0480	-0,6925	0,2040	0,2281	0,5559	-0,2867	-0,2726	-0,1999	-1,4209	-1,4190
2	0,7615	0,0813	-0,5737	0,6175	0,4236	0,5210	-0,6690	-0,6210	-0,6279	-0,8284	-0,8494
3	1,3641	0,5806	1,5630	1,2677	0,2281	-2,0218	-0,8220	-0,7312	-0,8991	0,3237	0,3198
4	-0,2237	1,4795	0,9694	0,3040	-1,9223	0,1640	1,8542	1,8962	1,8661	-0,1371	-0,0999
5	-1,1543	-0,6766	-0,5737	-1,1132	0,0326	0,3817	0,3823	0,2963	0,2947	1,1795	1,1892
6	-1,0437	-1,4168	-0,6925	-1,2800	1,0100	0,3991	-0,4588	-0,5677	-0,4338	0,8832	0,8594

Рис. 3.6. Таблиця стандартизованих значень показників

Крок 3. Описані вище обчислювальні процедури є основою для розрахунку матриць відстаней P_1, P_2, \dots, P_q , елементи яких відображають ступінь близькості показників усередині кожної групи. Як міра відстані використовується Евклідова відстань, що визначається за наступною формулою:

$$\rho_E(z_i, z_j) = \sqrt{\sum_{l=1}^n (z_{il} - z_{jl})^2},$$

де $\rho_E(z_i, z_j)$ – відстань між i -м і j -м показником групи;

z_{il}, z_{jl} – стандартизовані значення i -го й j -го показників групи в періоді l .

Матриці відстаней розраховуються для груп з кількістю показників більше двох. Це групи показників ліквідності, фінансової стабільності та ділової активності.

Розрахунок відстаней для показників ліквідності за формулою Евклідової відстані наведений на рис. 3.7.

№ підприємства/ група показників	Показники ліквідності			Розрахунок відстаней		
	X1	X2	X3	(x1-x2)^2	(x1-x3)^2	(x2-x3)^2
1	0,2962	-0,0480	-0,6925	0,11846	0,97744	0,415347
2	0,7615	0,0813	-0,5737	0,46269	1,78283	0,429044
3	1,3641	0,5806	1,5630	0,61376	0,03956	0,964982
4	-0,2237	1,4795	0,9694	2,90094	1,42366	0,260144
5	-1,1543	-0,6766	-0,5737	0,22821	0,33704	0,010576
6	-1,0437	-1,4168	-0,6925	0,13921	0,12337	0,524696
			Сума	4,46327	4,68391	2,604787
			Відстань	2,11265	2,16423	=КОРЕНЬ(G29)
						КОРЕНЬ(число)

Рис. 3.7. Розрахунок відстаней для показників ліквідності

Матриця відстаней показників є симетричною з нульовими діагональними елементами (оскільки відстань від показника до самого себе дорівнює нулю). Матриця відстаней для групи показників ліквідності наведена на рис. 3.8.

		Показники ліквідності		
		X1	X2	X3
X1	0	2,1126	2,1642	
X2	2,1126	0	1,6139	
X3	2,1642	1,6139	0	

Рис. 3.8. Матриця відстаней для групи показників ліквідності

Аналогічно розраховуються матриці відстаней для груп показників фінансової стабільності та ділової активності (рис. 3.9).

	Показники фінансової стабільності				Показники ділової активності		
	X4	X5	X6		X7	X8	X9
X4	0	3,5542	4,0035	X7	0	0,1782	0,1537
X5	3,5542	0	3,1665	X8	0,178229	0	0,2288
X6	4,0035	3,1665	0	X9	0,153727	0,2288	0

Рис. 3.9. Матриці відстаней для груп показників фінансової стабільності та ділової активності

Крок 4. На четвертому кроці здійснюється вибір так званих показників-репрезентантів груп, які несуть у собі найбільш значущу інформацію, властиву групі за такими правилами:

у групах з одного елемента показники, які їх утворюють, мають властивості, що сильно відрізняються від показників інших груп, тому вони ставляться до числа показників-еталонів (репрезентантів);

у групах, де число показників більше двох, розраховується сума відстаней кожного показника до інших показників групи:

$$\rho_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^m \rho(z_i, z_j),$$

де m – число показників групи.

До складу показників-репрезентантів входить показник з найменшою сумою відстаней: $\rho_S = \min \rho_i$.

У групах, де кількість показників дорівнює двом, визначається сума відстаней показників, що входять у групу, від показників-репрезентантів, обраних за описаними вище правилами:

$$\rho_i = \sum_{\substack{j=1 \\ j \neq i}}^k \rho(z_i, z_j),$$

де k – число груп показників.

До репрезентантів ставиться той показник, у якого сума відстаней від відособлених елементів і елементів-репрезентантів, виділених із груп елементів з кількістю більше двох максимальна: $\rho_S = \max \rho_i$.

Отже, результатом четвертого кроку є набір показників-репрезентантів $x = (x_1, x_2, \dots, x_k)$, що описують найбільш важливі аспекти стану об'єкта дослідження.

У таблиці вихідних даних відсутні групи з одним елементом, отже пропустимо цей крок і розглянемо групи з числом показників більше двох. Розрахуємо суми відстаней і виберемо показники-репрезентанти у цих групах на основі найменшої суми відстаней (рис. 3.10).

	Показники ліквідності			Сума
	X1	X2	X3	
X1	0	2,1126	2,1642	4,27688
X2	2,1126	0	1,6139	3,72658
X3	2,1642	1,6139	0	3,77817
	Показники фінансової стабільності			Сума
	X4	X5	X6	
X4	0	3,5542	4,0035	7,55771
X5	3,5542	0	3,1665	6,72073
X6	4,0035	3,1665	0	7,16997
	Показники ділової активності			Сума
	X7	X8	X9	
X7	0	0,1782	0,1537	0,33196
X8	0,1782	0	0,2288	0,40704
X9	0,1537	0,2288	0	0,38254

Рис. 3.10. Вибір показників-репрезентантів груп з кількістю показників більше двох

Отже, як показник-репрезентант у групі показників ліквідності був виділений показник швидкої ліквідності (X2), у групі показників фінансової стабільності – коефіцієнт маневреності власного капіталу (X5), у групі показників ділової активності – коефіцієнт оборотності активів (X7).

Оскільки група показників рентабельності містить тільки два показники, то для вибору показника-репрезентанта цієї групи знайдемо відстані кожного показника до раніше виділених показників-репрезентантів (рис. 3.11). Як показник-репрезентант вибирається той показник, у якого сума відстаней від показників-репрезентантів, виділених із груп елементів з кількістю більше двох максимальна $\rho_S = \max \rho_i$.

	Показники рентабельності			Сума
	X2	X5	X7	
X10	3,7586	2,9688	3,0043	9,73175
X11	3,7377	3,0039	2,9707	9,71233

Рис. 3.11. Вибір показника-репрезентанта групи, де число показників дорівнює двом

Максимальною є сума відстаней від коефіцієнту рентабельності активів (X10) до вибраних раніше репрезентантів, отже цей показник і буде репрезентантом групи показників рентабельності.

Отже, до показників-репрезентантів відносяться: показник швидкої ліквідності (X2), коефіцієнт маневреності власного капіталу (X5), коефіцієнт оборотності активів (X7), коефіцієнт рентабельності активів (X10).

2. Необхідно здійснити впорядкування туристичних компаній за рівнем стабільності фінансового стану на основі методу рівня розвитку, дати економічну інтерпретацію отриманим результатам.

Для зіставлення об'єктів, які характеризуються більшою кількістю ознак, найчастіше застосовуються таксономічні процедури. Одним з методів дослідження багатомірних об'єктів є таксономічний показник рівня розвитку, запропонований З. Хельвігом. Цей показник є синтетичною величиною, "рівнодіюча" всіх ознак, що характеризують об'єкти. Він дозволяє лінійно впорядкувати елементи досліджуваної сукупності.

Першим кроком процесу побудови таксономічного показника рівня розвитку є визначення елементів матриці спостережень, що може бути подана в такий спосіб:

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1j} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2j} & \dots & x_{2m} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{i1} & x_{i2} & \dots & x_{ij} & \dots & x_{im} \\ \dots & \dots & \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{\omega 1} & x_{\omega 2} & \dots & x_{\omega j} & \dots & x_{\omega m} \end{bmatrix},$$

де ω – кількість досліджуваних об'єктів;

m – кількість ознак;

x_{ij} – значення j -ї ознаки для i -го об'єкта.

Оскільки ознаки, що містяться в матриці спостережень неоднорідні, проводиться стандартизація їхніх значень. Матриця стандартизованих вихідних даних наведена на рис. 3.6.

Наступний крок у розглянутій процедурі складається в диференціації ознак матриці спостережень. Усі змінні діляться на стимулятори й дестимулятори. Підставою поділу ознак на дві групи служить характер впливу кожного з них на рівень розвитку досліджуваних об'єктів. Ознаки, що роблять позитивний, стимулюючий вплив на рівень розвитку об'єктів, називаються стимуляторами, на відміну від ознак-дестимуляторів (табл. 3.11).

Таблиця 3.11

Класифікація ознак на стимулятори та дестимулятори

Умовне позначення показника	Назва показника	Характер впливу на рівень стабільності фінансового стану	Група
1	2	3	4
X1	Коефіцієнт поточної ліквідності	Позитивний	Стимулятор
X2	Коефіцієнт швидкої ліквідності	Позитивний	Стимулятор
X3	Коефіцієнт абсолютної ліквідності	Позитивний	Стимулятор
X4	Коефіцієнт забезпеченості власними оборотними коштами	Позитивний	Стимулятор
X5	Коефіцієнт маневреності власного капіталу	Позитивний	Стимулятор
X6	Коефіцієнт заборгованості	Негативний	Дестимулятор

1	2	3	4
X7	Коефіцієнт оборотності активів	Позитивний	Стимулятор
X8	Коефіцієнт оборотності оборотних коштів	Позитивний	Стимулятор
X9	Коефіцієнт оборотності запасів	Позитивний	Стимулятор
X10	Коефіцієнт рентабельності активів	Позитивний	Стимулятор
X11	Коефіцієнт рентабельності власного капіталу	Позитивний	Стимулятор

Поділ ознак на стимулятори й дестимулятори є основою для побудови так званого еталона розвитку, що є крапкою з координатами:

$$P_0(z_{01}, z_{02}, \dots, z_{0m}),$$

де $z_{0s} = \max_r z_{rs}$, якщо $s \in I$;

$z_{0s} = \min_r z_{rs}$, якщо $s \notin I$, ($s = 1, \dots, m$);

I – множина стимуляторів;

z_s – стандартизоване значення ознаки s для об'єкта r .

Визначення еталону розвитку в середовищі *Microsoft Excel* здійснюється за допомогою функцій МАКС та МИН (рис. 3.12).

№ підприємства/ група показників	Показники ліквідності			Показники фінансової стабільності			Показники ділової активності			Показники рентабельності	
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11
1	0,2962	-0,0480	-0,6925	0,2040	0,2281	0,5559	-0,2867	-0,2726	-0,1999	-1,4209	-1,4190
2	0,7615	0,0813	-0,5737	0,6175	0,4236	0,5210	-0,6690	-0,6210	-0,6279	-0,8284	-0,8494
3	1,3641	0,5806	1,5630	1,2677	0,2281	-2,0218	-0,8220	-0,7312	-0,8991	0,3237	0,3198
4	-0,2237	1,4795	0,9694	0,3040	-1,9223	0,1640	1,8542	1,8962	1,8661	-0,1371	-0,0999
5	-1,1543	-0,6766	-0,5737	-1,1132	0,0326	0,3817	0,3823	0,2963	0,2947	1,1795	1,1892
6	-1,0437	-1,4168	-0,6925	-1,2800	1,0100	0,3991	-0,4588	-0,5677	-0,4338	0,8832	0,8594
Об'єкт-еталон (P0)	1,3641	1,4795	1,5630	1,2677	1,0100	-2,0218	1,8542	1,8962	1,8661	1,1795	1,1892
21	max	max	max	max	max	min	max	max	max	max	max

Рис. 3.12. Визначення еталону розвитку

Відстань між окремими крапками-одинацями й крапкою P_0 , що є еталоном розвитку, позначається c_{i0} й розраховується на основі Евклідової відстані за формулою:

$$c_{i0} = \sqrt{\sum_{j=1}^m (Z_{ij} - Z_{0j})^2}$$

Розрахунок відстаней між окремими підприємствами та об'єктом-еталоном наведено на рис. 3.13.

№ підприємства/група показників	Показники ліквідності			Показники фінансової стабільності			Показники ділової активності			Показники рентабельності			
	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11		
Z1	0,2962	-0,0480	-0,6925	0,2040	0,2281	0,5559	-0,2867	-0,2726	-0,1999	-1,4209	-1,4190		
Z2	0,7615	0,0813	-0,5737	0,6175	0,4236	0,5210	-0,6690	-0,6210	-0,6279	-0,8284	-0,8494		
Z3	1,3641	0,5806	1,5630	1,2677	0,2281	-2,0218	-0,8220	-0,7312	-0,8991	0,3237	0,3198		
Z4	-0,2237	1,4795	0,9694	0,3040	-1,9223	0,1640	1,8542	1,8962	1,8661	-0,1371	-0,0999		
Z5	-1,1543	-0,6766	-0,5737	-1,1132	0,0326	0,3817	0,3823	0,2963	0,2947	1,1795	1,1892		
Z6	-1,0437	-1,4168	-0,6925	-1,2800	1,0100	0,3991	-0,4588	-0,5677	-0,4338	0,8832	0,8594		
Об'єкт-еталон (Z0)	1,3641	1,4795	1,5630	1,2677	1,0100	-2,0218	1,8542	1,8962	1,8661	1,1795	1,1892		
												Сума	Відстань
(Z1-Z0) ²	1,1403	2,3331	5,0869	1,1316	0,6115	6,6443	4,5835	4,7034	4,2681	6,7619	6,8026	44,0671	6,6383
(Z2-Z0) ²	0,3631	1,9550	4,5655	0,4228	0,3439	6,4660	6,3666	6,3360	6,2201	4,0316	4,1558	41,2264	6,4208
(Z3-Z0) ²	0,0000	0,8079	0,0000	0,0000	0,6115	0,0000	7,1616	6,9030	7,6464	0,7324	0,7558	24,6187	4,9617
(Z4-Z0) ²	2,5211	0,0000	0,3523	0,9288	8,5987	4,7777	0,0000	0,0000	0,0000	1,7335	1,6618	20,5738	4,5358
(Z5-Z0) ²	6,3421	4,6486	4,5655	5,6689	0,9554	5,7768	2,1664	2,5596	2,4693	0,0000	0,0000	35,1526	5,9290
(Z6-Z0) ²	5,7973	8,3885	5,0869	6,4907	0,0000	5,8608	5,3497	6,0704	5,2896	0,0878	0,1087	48,5304	6,9664

Рис. 3.13. Розрахунок відстаней між окремими підприємствами та об'єктом-еталоном

Результати розрахунку Евклідових відстаней від кожного підприємства до еталону наведені на рис. 3.14.

№ підприємства	Евклідова відстань до еталону (c_{i0})
31	
32	1
33	2
34	3
35	4
36	5
37	6

Рис. 3.14. Евклідові відстані від кожного підприємства до еталону

Отримані відстані служать вихідними величинами, використовуваними при розрахунку показника рівня розвитку:

$$d_i^* = 1 - \frac{c_{i0}}{c_0}, \quad (6.3)$$

де $c_0 = \bar{c}_0 + 2 \cdot S_0$;

$$\bar{c}_0 = \frac{1}{w} \sum_{i=1}^w c_{i0};$$

$$S_0 = \sqrt{\frac{1}{w} \sum_{i=1}^w (c_{i0} - \bar{c}_0)^2}.$$

Розрахунок показника рівня розвитку наведено на рис. 3.15.

30				
	№ підприємства	Евклідова відстань до еталону (c _{i0})	$(c_{i0} - \bar{c}_0)^2$	d_i^*
31				
32	1	6,6383	=(B32-\$B\$38)^2	=1-B32/\$B\$40
33	2	6,4208	=(B33-\$B\$38)^2	=1-B33/\$B\$40
34	3	4,9617	=(B34-\$B\$38)^2	=1-B34/\$B\$40
35	4	4,5358	=(B35-\$B\$38)^2	=1-B35/\$B\$40
36	5	5,929	=(B36-\$B\$38)^2	=1-B36/\$B\$40
37	6	6,9664	=(B37-\$B\$38)^2	=1-B37/\$B\$40
38	\bar{c}_0	=CPЗНАЧ(B32:B37)	=CPЗНАЧ(C32:C37)	
39	S ₀	=КОРЕНЬ(C38)		
40	C ₀	=B38+2*B39		
41				

Рис. 3.15. Розрахунок таксономічного показника рівня розвитку

Отримані результати розрахунку наведені на рис. 3.16.

	№ підприємства	Евклідова відстань до еталону (c _{i0})	$(c_{i0} - \bar{c}_0)^2$	d_i^*
31				
32	1	6,6383	0,53238	0,1354
33	2	6,4208	0,26226	0,1637
34	3	4,9617	0,89669	0,3538
35	4	4,5358	1,88465	0,4092
36	5	5,9290	0,00041	0,2278
37	6	6,9664	1,11875	0,0927
38	\bar{c}_0	5,9087	0,7825	
39	S ₀	0,8846		
40	C ₀	7,6779		
41				

Рис. 3.16. Значення таксономічного показника рівня розвитку підприємств

Інтерпретація показника рівня розвитку така: чим ближче значення показника рівня розвитку до одиниці, тим на більше високому рівні розвитку перебуває об'єкт.

Впорядкуємо підприємства за рівнем розвитку (рис. 3.17).

	d_i^*	№ підприємства
43		
44	0,4092	4
45	0,3538	3
46	0,2278	5
47	0,1637	2
48	0,1354	1
49	0,0927	6
50		

Рис. 3.17. Впорядковані підприємства за рівнем розвитку

Отже, найбільш стійким є четверте підприємство, а найгірше фінансове становище характерно для шостого підприємства.

Лабораторна робота 4 "Методи мережевого планування проєктів"

Мета – закріплення теоретичного та практичного матеріалу, набуття навичок розрахунку параметрів мережевих моделей проєктів у середовищі Microsoft Excel.

Умови завдання

Інвестиційний проєкт туристичної компанії представлено у вигляді мережевої моделі на рис. 4.1.

Необхідно:

розрахувати всі параметри мережевої моделі: ранні та пізні терміни настання подій, резерви часу для робіт проєкту, критичний час проєкту; визначити критичний шлях проєкту.

Варіанти завдань виконуються відповідно до номеру студента у списку групи (рис. 4.1), де N – номер студента у списку групи.

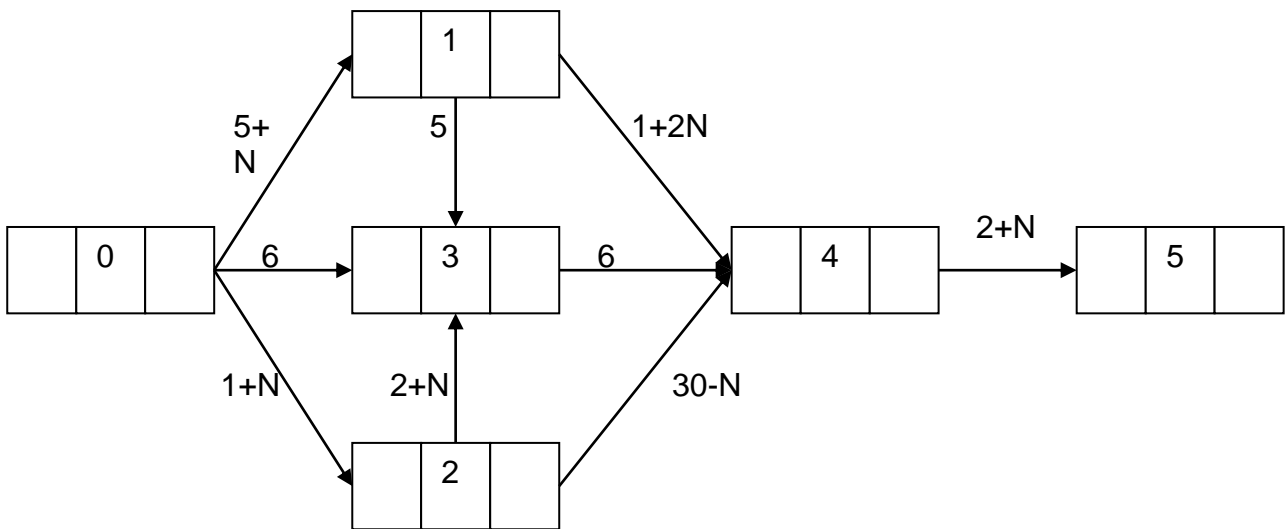


Рис. 4.1. Мережева модель інвестиційного проєкту туристичної компанії

Методичні рекомендації до виконання завдання

Досить широкий клас завдань, який зустрічається під час проектування соціально-економічних систем може бути поданий як виконання різної кількості операцій (робіт). Деякі з цих операцій виконуються одночасно, інші тільки послідовно. Завдання управління реалізацією такого класу завдань полягає в тому, щоб забезпечити їхнє виконання вчасно, з урахуванням часу, необхідного для виконання кожної операції, і визначення взаємозв'язків, які відображають послідовність їхнього виконання. Найбільш ефективними економіко-математичними методами для вирішення таких завдань є мережеві методи. Основу мережевої моделі проєкту становить мережевий графік, під яким розуміється наочне зображення проєкту у вигляді графа, який відображає технологічні зв'язки між роботами. Роботи в мережевому графіку зображені орієнтованими дугами. Вершини графа, пов'язані дугами, називаються подіями. Подія виражає готовий результат і логічний зв'язок між роботами. Якщо робота не має попередньої, то вона виходить з події, яка є початком проєкту. Подія, з якої не виходять роботи, називається кінцем проєкту. Подія позначається P_0, P_1, \dots, P_n , де P_0 – початок проєкту, а P_n – кінець. Роботи позначаються як (P_i, P_j) , де P_i – подія початку роботи, а P_j – подія кінця роботи.

Одним з найбільш важливих моментів під час використання мережевих графіків є те, щоб для будь-якої роботи виконувалася нерівність $i < j$. Для нумерації подій мережевого графіка можуть бути використані методи викреслювання дуг або алгоритм Форда.

Нумерація подій мережевого графіка дозволяє перейти до розрахунку його параметрів, основними з яких є:

ранній термін настання події – $t_i^{(0)}$;

пізній термін настання події – $t_i^{(1)}$;

критичний час проекту – $T_{кр}$;

резерв часу по роботах – R_{ij} .

Розглянемо більш детально кожен з параметрів.

Ранній термін настання події – це найбільш ранній час настання події P_j , після якого можливий початок усіх робіт, які виходять з події P_j .

На мережевому графіку ранній термін настання події P_j дорівнює максимальній довжині шляху з P_0 у P_n . Ранній термін настання події P_j визначається за формулою:

$$t_j^{(0)} = \max(t_i^{(0)} + t_{ij}),$$

де $t_i^{(0)}$ – ранній термін настання попередньої події P_i ;

t_{ij} – тривалість ij роботи.

Для події початку проекту – $t_0^{(0)} = 0$, а для події кінця проекту $t_n^{(0)} = T_{кр}$.

Пізній термін настання події – це найбільш пізній допустимий термін настання події P_i , який не впливає на загальну тривалість критичного шляху. На мережевому графіку пізній термін настання події P_i відображає різницю між тривалістю критичного шляху і максимальною довжиною шляху з події P_i до події P_n , тобто:

$$t_i^{(1)} = \min(t_j^{(1)} - t_{ij}),$$

де $t_j^{(1)}$ – пізній термін настання наступної події P_j .

Критичним часом проєкту називається мінімальний час $T_n^{(0)} = T_{кр}$ настання останньої події P_n . Тобто критичний час – це мінімальний час виконання всього комплексу робіт.

Для того, щоб подія P_j належала критичному шляху, необхідно та достатньо, щоб виконувалася рівність:

$$t_j^{(1)} = t_j^{(0)}.$$

Робота (P_i, P_j) , для якої виконується умова $t_j^{(1)} - t_i^{(0)} = t_{ij}$, називається критичною. Після виявлення всіх критичних робіт можна визначити всі критичні шляхи мережевого графіка.

Роботу (P_i, P_j) , для якої виконується нерівність $t_j^{(1)} - t_i^{(0)} > t_{ij}$, називають некритичною.

Повний резерв часу $R_{ij}^{повн}$ роботи (P_i, P_j) визначається максимальною кількістю часу, на яку можна збільшити тривалість цієї роботи без збільшення критичного часу виконання проєкту:

$$R_{ij}^{повн} = t_j^{(1)} - (t_i^{(0)} + t_{ij}).$$

Критичні роботи мають нульові повні резерви часу.

Вільний резерв часу $R_{ij}^{вільн}$ роботи (P_i, P_j) – це максимальне припустиме збільшення тривалості цієї роботи, що не порушує можливості починати всі роботи, які виходять із P_j , в найбільш ранній допустимий час $t_j^{(0)}$:

$$R_{ij}^{вільн} = t_j^{(0)} - (t_i^{(0)} + t_{ij}).$$

Незалежний резерв часу $R_{ij}^{незалеж}$ роботи (P_i, P_j) означає максимально допустиму кількість часу для збільшення тривалості роботи за умови, що всі роботи, які входять в P_i закінчуються в найбільш пізній допустимий час $t_i^{(1)}$, а всі роботи, які виходять з P_j , починаються в найбільш ранній допустимий час $t_j^{(0)}$:

$$R_{ij}^{незалеж} = t_j^{(0)} - (t_i^{(1)} + t_{ij}).$$

Пізній резерв часу $R_{ij}^{\text{пізн}}$ роботи (P_i, P_j) показує максимально допустиму кількість часу, яку може бути використано для збільшення тривалості роботи за умови, що це збільшення не спричинить за собою зміни пізнього терміну настання попередньої події $t_i^{(1)}$:

$$R_{ij}^{\text{пізн}} = t_j^{(1)} - (t_i^{(1)} + t_{ij}).$$

Знання резервів часу робіт мережових графіків має велике значення для правильного ведення робіт проєкту. Наявність резервного часу дозволяє під час оптимізації мережі маневрувати термінами початку робіт, їхньою тривалістю та терміном закінчення всього комплексу робіт.

Розрахуємо розглянуті параметри проєкту на прикладі мережевої моделі проєкту в Microsoft Excel (рис. 4.2).

Розрахуємо ранні терміни настання подій проєкту, використовуючи функцію МАКС (рис. 4.3 і 4.4). Ранній термін початкової події проєкту дорівнює 0.

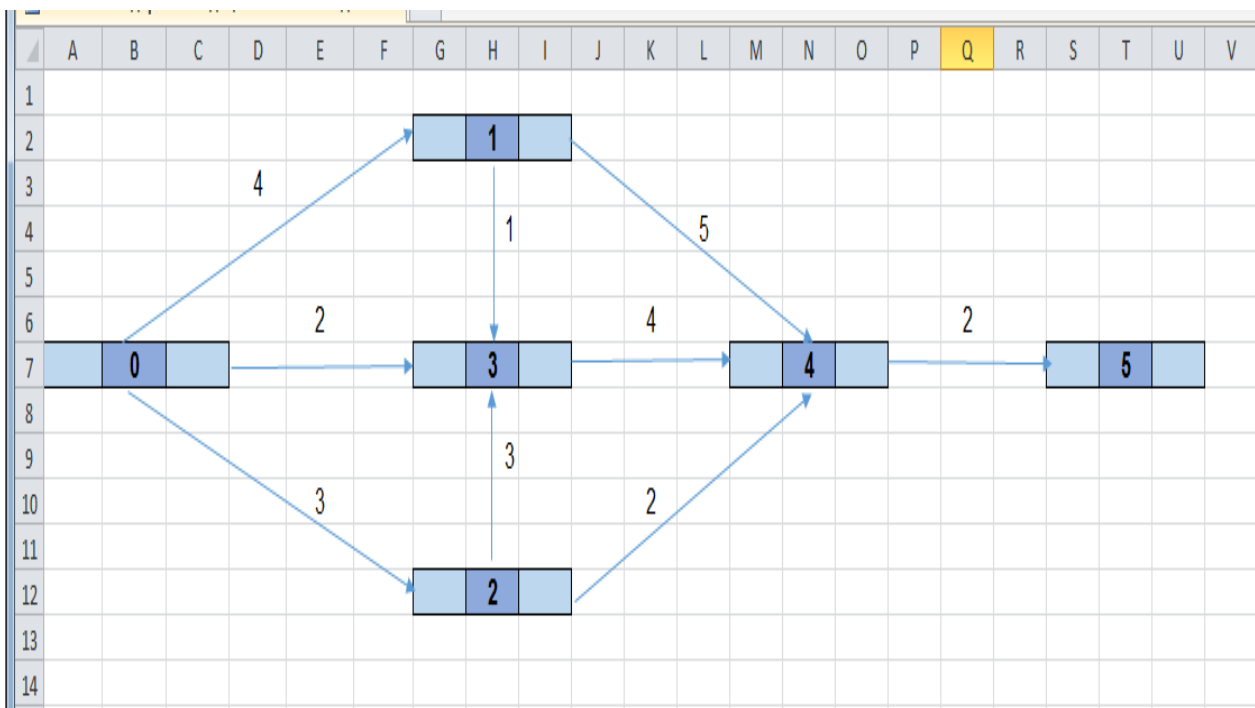


Рис. 4.2. Мережева модель інвестиційного проєкту туристичної компанії

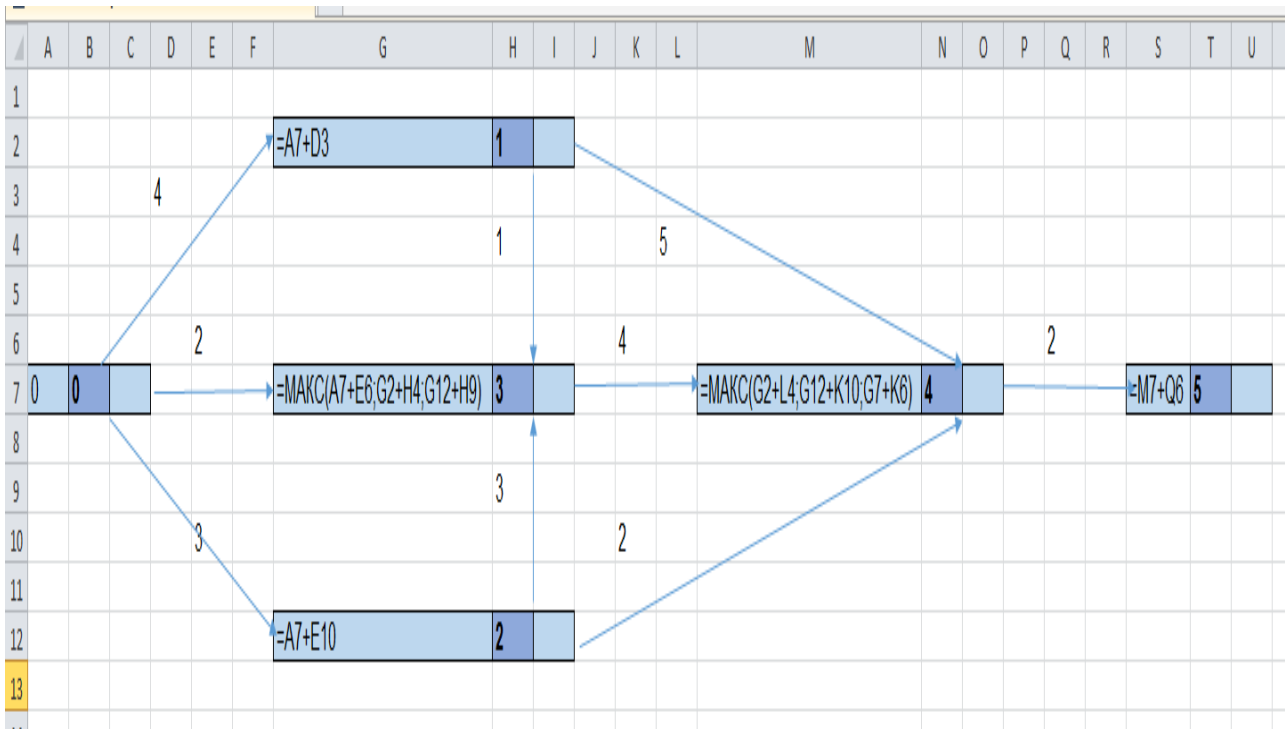


Рис. 4.3. Розрахунок ранніх термінів настання подій проекту

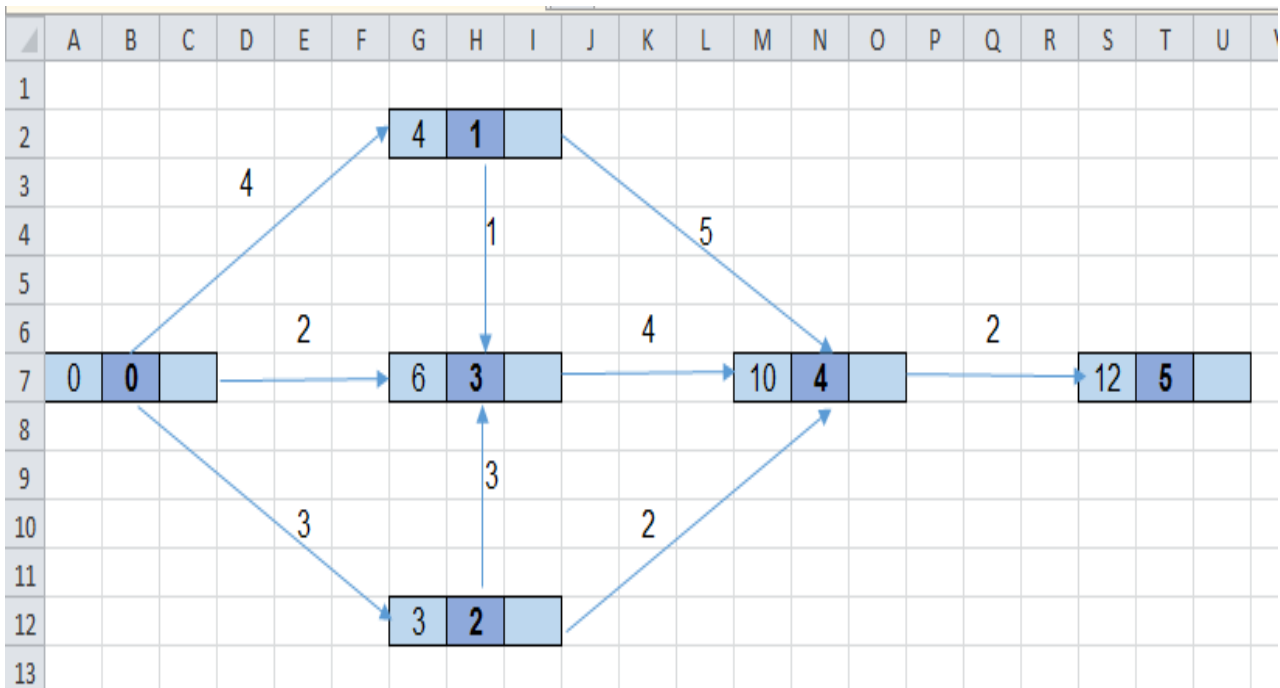


Рис. 4.4. Ранні терміни настання подій проекту

Розрахуємо пізні терміни настання подій проекту, використовуючи функцію МИН (рис. 4.5 і 4.6). Пізній термін останньої події проекту дорівнює її ранньому терміну.

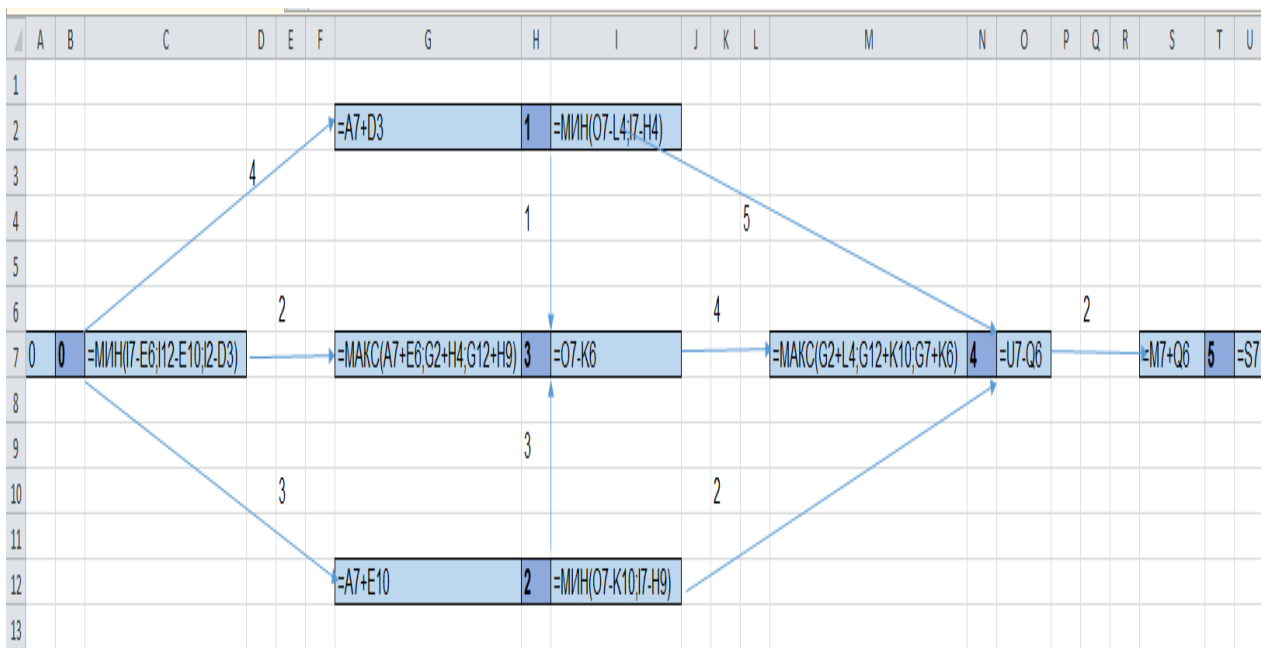


Рис. 4.5. Розрахунок пізніх термінів настання подій проєкту

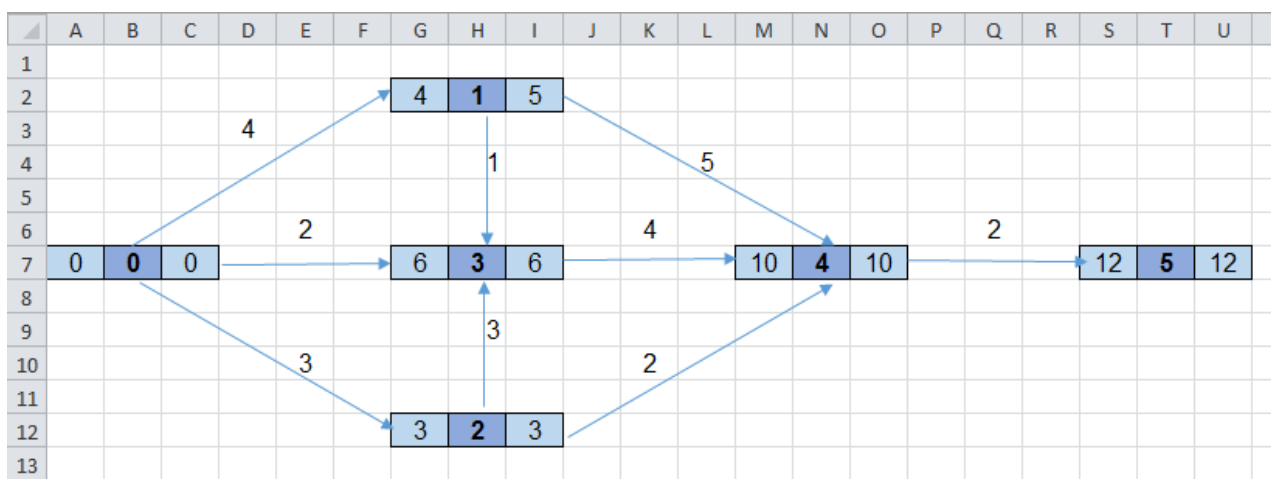


Рис. 4.6. Ранні і пізні терміни настання подій проєкту

Критичний час проєкту – це мінімальний час виконання всього комплексу робіт. Він дорівнює ранньому і пізньому терміну настання останньої події проєкту. Як видно з рис. 4.6, критичний час проєкту $T_{кр} = 12$ днів.

Розрахуємо резерви часу для робіт проєкту (рис. 4.7 і 4.8).

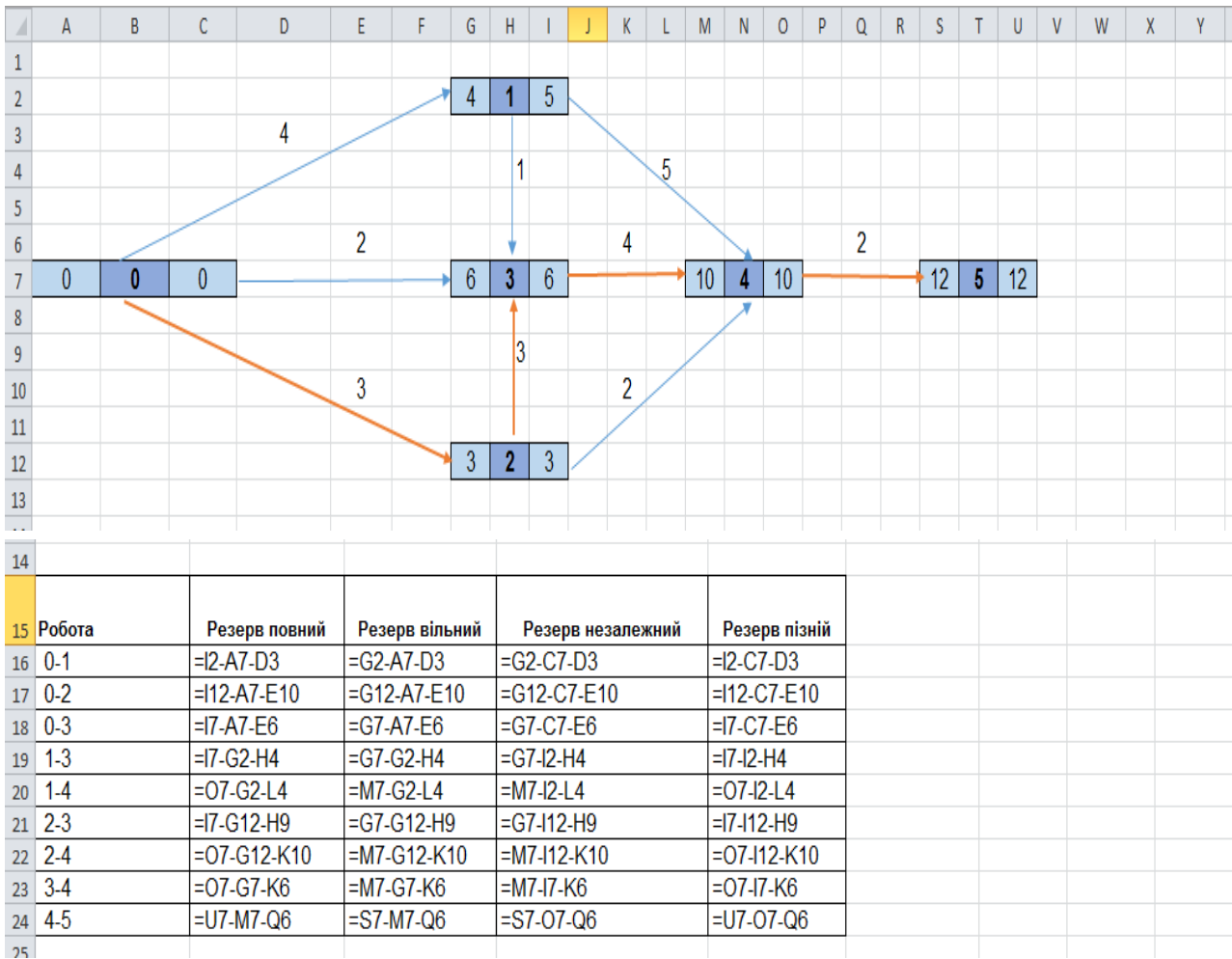


Рис. 4.7. Розрахунок резервів часу для робіт проєкту

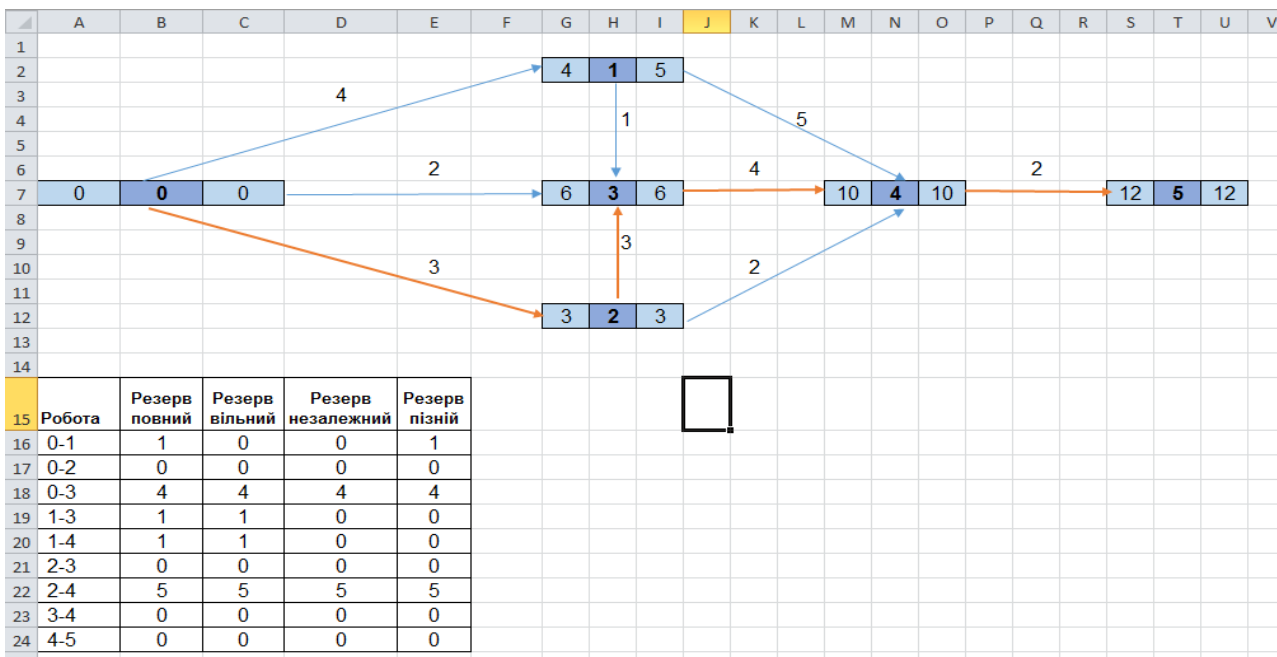


Рис. 4.8. Резерви часу для робіт проєкту

Повний резерв часу кожної роботи проекту є максимальним, всі інші резерви цієї роботи менші або дорівнюють повному резерву.

Визначимо критичні роботи та критичний шлях проекту. Критичні роботи мають повні нульові резерви часу (рис. 4.9).

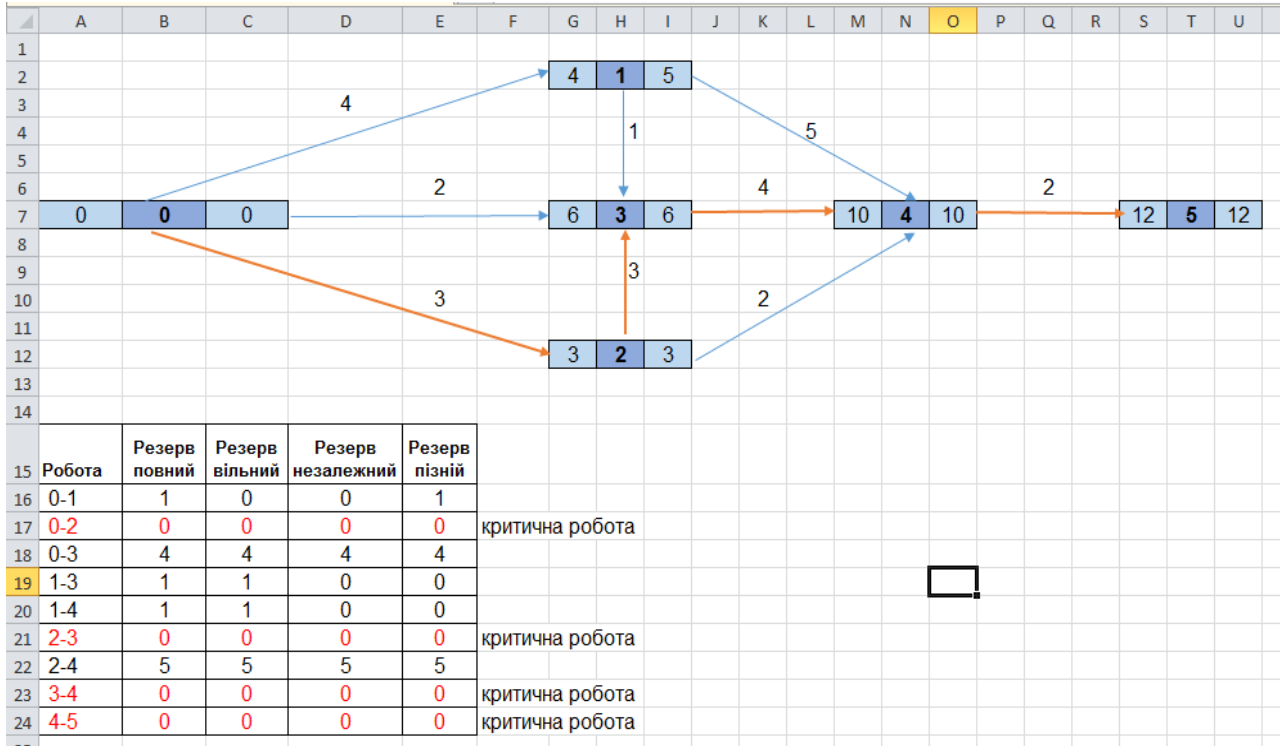


Рис. 4.9. Критичні роботи та критичний шлях проекту

Як видно з рис. 4.9, нульові повні резерви часу мають роботи 0 – 2, 2 – 3, 3 – 4, 4 – 5, отже вони є критичними роботами. На мережевій моделі проекту виділимо червоним кольором критичний шлях проекту, який включає критичні роботи. Цей шлях проходить через події P_0, P_2, P_3, P_4, P_5 .

Отже, було розраховано основні параметри мережевої моделі та визначено критичний час проекту, а також які роботи є критичними. Це дуже важливо для будь-якого проекту, оскільки будь-яке збільшення тривалості критичних робіт приведе до збільшення критичного часу проекту.

Лабораторна робота 5

"Оптимізація параметрів мережевої моделі проєкту"

Мета – закріплення теоретичного та практичного матеріалу, набуття навичок оптимізації мережевих моделей проєктів у середовищі Microsoft Excel.

Умови завдання

Інвестиційний проєкт туристичної компанії наведено у вигляді мережевої моделі на рис. 4.1.

Необхідно: за результатами лабораторної роботи 4 побудувати діаграму Ганта проєкту та скоротити критичний час виконання проєкту на 5 днів.

Варіанти завдань виконуються відповідно до номеру студента у списку групи (див. рис. 4.1), де N – номер студента у списку групи.

Методичні рекомендації до виконання завдання

Під час **оптимізації параметрів мережі за часом** необхідно врахувати умови, наведені далі. Якщо критична робота не має паралельних, скорочення її тривалості дає повний ефект, причому критичні вершини, розміри резервів і їхній розподіл по всіх роботах мережевого графіка залишаються незмінними. Якщо почати скорочення критичного ланцюга, то критичний шлях буде проходити по тим самим вершинам і тривалість всього комплексу робіт скоротиться на повну величину скороченого критичного ланцюга. Якщо скоротити тривалість критичного ланцюга на величину, що дорівнює сумі повних резервів паралельного критичного ланцюга, то досягається також скорочення тривалості всього комплексу, причому нарівні з попереднім шляхом, з'явиться новий критичний шлях.

Для визначення паралельних робіт проєкту використовується діаграма Ганта. Діаграма Ганта (англ. Gantt chart, також стрічкова діаграма, графік Ганта) – діаграма, яка використовується для ілюстрації плану, графіка робіт за будь-яким проєктом. Діаграма Ганта становить відрізки (графічні плашки), розміщені на горизонтальній шкалі часу. Кожен відрізок відповідає окремому завданню або підзавданню. Завдання та підзавдання, складові плану, розміщуються по вертикалі. Початок, кінець і довжина відрізка на шкалі часу відповідають початку, кінцю та тривалості завдання.

Побудуємо діаграму Ганта за ранніми термінами в прямокутній системі координат. На кожній з осей вибираємо одиницю вимірювання відрізків. На осі абсцис відмітимо час проєкту. Оскільки в лабораторній роботі 4 було визначено, що критичний шлях проєкту дорівнює 12 днів, відмітимо шкалу від 0 до 12, де кожний відрізок дорівнює одному дню. На осі ординат відмітимо роботи проєкту, впорядкувавши їх у порядку зростання номеру початку кожної роботи. Далі побудуємо на діаграмі відрізки, що відображають тривалість кожної роботи. Оскільки будуємо діаграму за ранніми термінами, кожна робота розпочинається в ранній термін початку. Червоним кольором відмітимо критичні роботи, які було визначено в лабораторній роботі 4 (рис. 5.1).

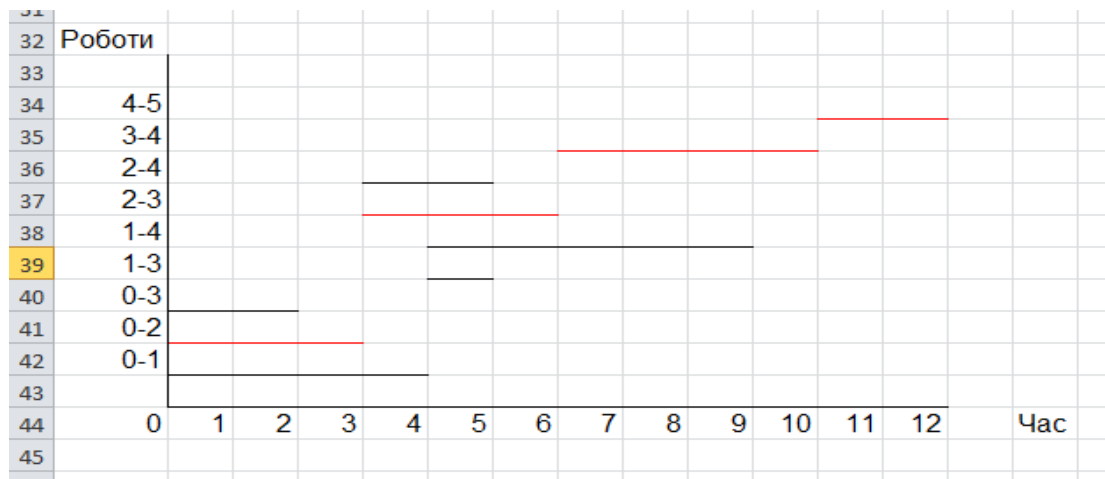


Рис. 5.1. Діаграма Ганта

Критичний час проєкту 12 днів, однак замовник проєкту вимагає скорочення терміну проєкту до 10 днів. Скоротимо критичний час проєкту на 2 дні. Для спрощення розрахунків будемо вважати, що всі роботи можна скоротити на будь-яку кількість днів. Однак у реальних проєктах обов'язково враховується допустиме максимальне скорочення для кожної роботи окремо, з огляду на наявні ресурси, технології виконання роботи та інших факторів, від яких залежить тривалість цієї роботи.

Першочергово визначимо за допомогою діаграми Ганта, чи є в проєкті критичні роботи, у яких немає паралельних. Як видно з рис. 5.1, це робота 4 – 5, яка має тривалість 2 дні, отже можна її скоротити на 1 день. Для цього в мережевій моделі проєкту зменшимо тривалість роботи 4 – 5 на 1 день і розрахуємо нові параметри моделі (рис. 5.2).

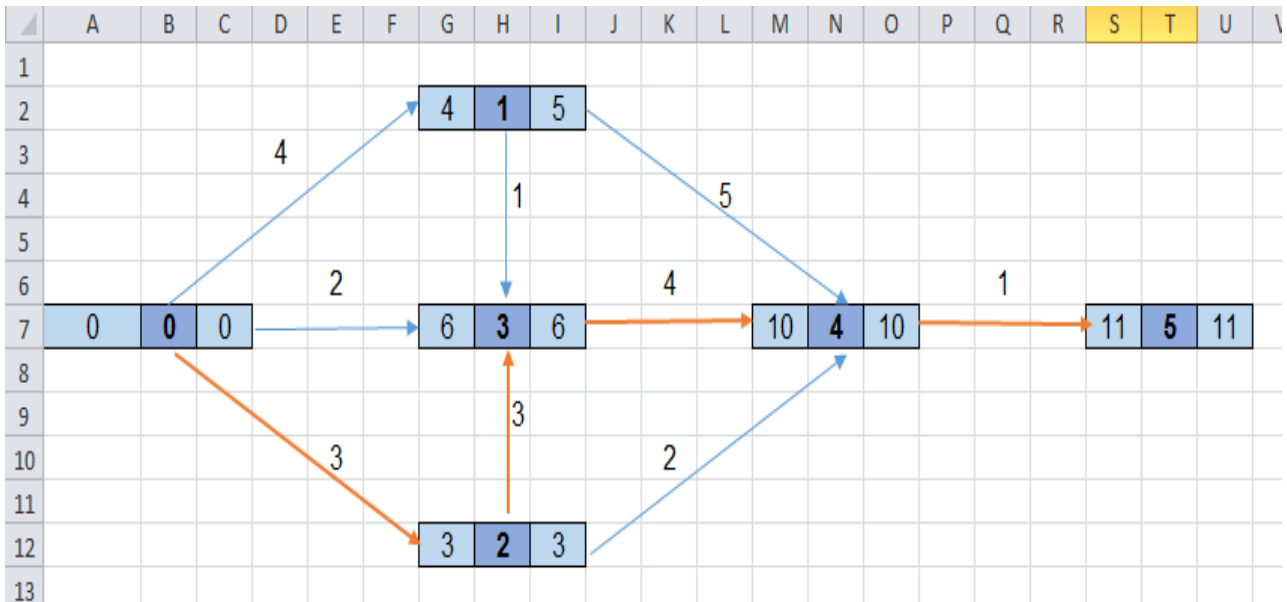


Рис. 5.2. Мережева модель після скорочення тривалості роботи 4 – 5

Як видно з рис. 5.2, після скорочення тривалості критичної роботи 4 – 5 на один день, критичний час проєкту також зменшився на один день.

Але за умовами завдання час проєкту необхідно скоротити на два дні. Оберемо критичну роботу, яку будемо скорочувати на наступному етапі. Для цього визначимо за допомогою діаграми Ганта критичні роботи, у яких є паралельні роботи, випишемо повні резерви часу цих паралельних робіт і визначимо мінімальні резерви (рис. 5.3 – 5.5).

	Критична робота	Паралельні роботи	Повний резерв часу паралельних робіт	
53				
54	0-2	0-1	1 min	
55		0-3	4	
56				

Рис. 5.3. Паралельні роботи для критичної роботи 0 – 2

	Критична робота	Паралельні роботи	Повний резерв часу паралельних робіт
57			
58	2-3	0-1	1 min
59		1-3	1
60		1-4	1
61		2-4	5

Рис. 5.4. Паралельні роботи для критичної роботи 2 – 3

	Критична робота	Паралельні роботи	Повний резерв часу паралельних робіт
63			
64	3-4	1-4	1 min

Рис. 5.5. Паралельні роботи для критичної роботи 3 – 4

Отже для критичної роботи 0 – 2 мінімальний повний резерв часу паралельних робіт дорівнює 1, для критичних робіт 2 – 3 і 3 – 4 мінімальний повний резерв часу паралельних робіт також дорівнює 1. Кожну з цих критичних робіт можна скоротити на одиницю. Але в цьому випадку з'явиться новий критичний шлях проєкту, оскільки скорочення буде дорівнювати мінімальному резерву. Скоротимо наприклад критичну роботу 0 – 2 на один день. Для цього в мережевій моделі проєкту на рис. 5.2 зменшимо тривалість роботи 0 – 2 на 1 день і розрахуємо нові параметри моделі (рис. 5.6).

Як видно з рис. 5.6, критичний час проєкту зменшився і дорівнює 10 дням, тому вимоги замовника проєкту виконані та критичний час проєкту

зменшився загалом на 2 дні. Але після скорочення з'явилися додаткові критичні шляхи в проекті, й майже всі роботи проекту стали критичними (за винятком робіт 0 – 3 і 2 – 4).

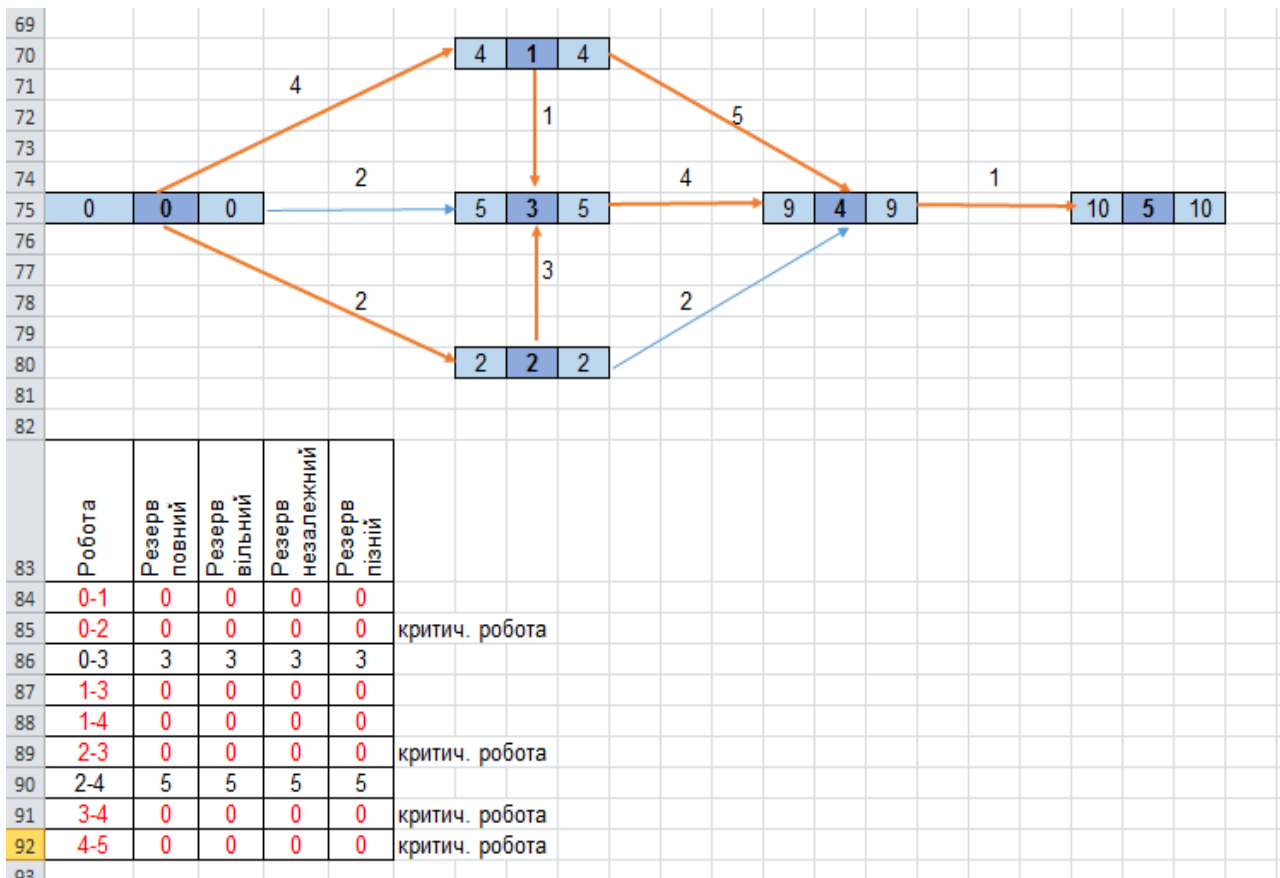


Рис. 5.6. Мережева модель проекту після скорочення часу

Проекти можна оптимізувати також за ресурсами і вартістю.

Під час оптимізації параметрів мережевих графіків за ресурсами враховують наявні ресурси.

Оскільки ресурси, які використовуються для виконання проекту, зазвичай бувають обмеженими, то виникає завдання такого розподілу, який мінімізував би час виконання проекту.

Припустимо, що проект виконується різними ресурсами, щоденна наявність яких $(A_1(t), \dots, A_s(t))$. Кожна робота виконується тільки одним ресурсом, причому відома постійна інтенсивність r_{ij}^k споживання на роботі (P_i, P_j) цього k -го ресурсу, також за цієї інтенсивності відома тривалість t_{ij} заданої роботи. Завдання полягає в оптимальному розподілі ресурсів по роботах, тобто у визначенні такого часу початку роботи, який за заданих обмежень забезпечив виконання проекту в мінімальний час.

Алгоритм оптимізації мережі за ресурсами

Крок 1. Побудова лінійної діаграми проєкту та розрахунок усіх показників мережі. Лінійна діаграма – це діаграма проєкту, в якій початок кожної роботи (P_i, P_j) збігається з найбільшим раннім часом $t_i^{(0)}$ настання події P_i . На цьому кроці на підставі мережевого графіка розраховуються: критичний час виконання проєкту, критичні роботи, а також повні резерви часу для некритичних робіт.

Крок 2. Побудова графіка щоденної потреби ресурсу. Для побудови графіка щоденної потреби в ресурсі необхідно спроектувати початок і кінець кожної роботи (P_i, P_j) на горизонтальну вісь та підсумувати інтенсивність споживання ресурсів робіт, які потрапили в розглянутий інтервал.

Крок 3. Аналіз інтенсивності потреби в ресурсі й оптимізація мережі. На цьому кроці розглядаються сукупності робіт, які знаходяться в проміжках лінійної діаграми. Цим роботам присвоюються номери 1, 2, 3 і т. д. у порядку зростання їхніх повних резервів, а в роботах з однаковими повними резервами присвоюють номери в порядку зменшення їхньої інтенсивності. Підсумовується послідовно в порядку зростання номерів робіт використаний на цих роботах ресурс, тобто їхня інтенсивність. До того моменту часу, поки отримана сума не більше заданого в уже згадуваному проміжку ресурсу $A(t) = A$, роботи залишаються в первинному положенні. Як тільки для якої-небудь роботи після додавання суми ресурсу, споживаного цією роботою, загальна сума перевищить задану величину ресурсу, то початок цієї роботи зсувається вправо.

Під час нумерації робіт необхідно пам'ятати, що робота не повинна мати перерв у виконанні.

Алгоритм вважається закінченим, коли будуть розглянуті всі роботи проєкту.

Під час **оптимізації параметрів мережевих графіків за вартістю** для кожної роботи встановлюють дві оцінки:

нормальна тривалість роботи D_{ij} ;

мінімальна (прискорена) тривалість роботи d_{ij} .

Кожній тривалості виконання роботи (P_i, P_j) відповідають свої вартісні оцінки: вартість роботи за нормальної тривалості – C_{ij}^1 , вартість

робіт за мінімальної тривалості – C_{ij}^0 . Для простоти припустимо існування лінійної залежності між вартістю та тривалістю, тобто:

$$C_{ij} = -a_{ij} \times t_{ij} + b_{ij},$$

де

$$a_{ij} = \frac{C_{ij}^0 - C_{ij}^1}{D_{ij} - d_{ij}}.$$

Це співвідношення показує підвищення вартості робіт під час скорочення її тривалості на одиницю та називається лінійним коефіцієнтом подорожчання.

Загальна вартість усього проєкту за заданої тривалості визначається лінійним функціоналом:

$$C = \sum_{i,j} C_{ij} = \sum_{i,j} (-a_{ij} \times t_{ij} + b_{ij}),$$

який необхідно мінімізувати на системі обмежень

$$\begin{cases} t_{ij} \leq t_j - t_i \\ d_{ij} \leq t_{ij} \leq D_{ij} \end{cases}$$

Алгоритм оптимізації мережі за вартістю

Крок 1. Розрахунок критичного шляху та всіх видів резервів за нормальної тривалості робіт.

Крок 2. Визначення тривалості проєкту з урахуванням мінімальної тривалості робіт.

Крок 3. Розрахунок вартості проєкту за нормальної та мінімальної вартості робіт.

Крок 4. Розрахунок лінійного коефіцієнту подорожчання та розміщення робіт у порядку його зростання.

Крок 5. Скорочення тривалості критичних робіт з урахуванням місця робіт у мережевій моделі та її коефіцієнту подорожчання.

Рекомендована література

Основна

1. Афанасьев Н. В. Проектный анализ : конспект лекций / Н. В. Афанасьев, Л. И. Телишевская. – Харьков : ХГЭУ, 2001. – 171 с.
2. Афанасьев М. В. Управління проектами = Management of projects : навч.-метод. посіб. / М. В. Афанасьєв, І. В. Гонтарєва ; Харківський національний економічний університет. – Харків : ІНЖЕК, 2007. – 271 с.
3. Богданов В. Управление проектами в Microsoft Project 2003 : учеб. курс / В. Богданов. – Санкт-Петербург : Питер, 2004. – 603 с.
4. Бондаренко А. П. Управление проектами : учеб. пособ. / А. П. Бондаренко, Л. Н. Бондаренко, В. Д. Рогожин. – Харьков : ХГЭУ, 2003. – 211 с.
5. Гонтарєва І. В. Управління проектами : навч. посіб. / І. В. Гонтарєва ; Харківський національний економічний університет. – Харків : ХНЕУ, 2007. – 347 с.
6. Дитхелм Г. Управление проектами : в 2 т. Т. 1. Основы / Г. Дитхелм ; пер. с нем. – Санкт-Петербург : Бизнес-пресса, 2003. – 389 с.
7. Дитхелм Г. Управление проектами : в 2 т. Т. 2. Особенности / Г. Дитхелм ; пер. с нем. – Санкт-Петербург : Бизнес-пресса, 2003. – 273 с.
8. Дубров А. М. Многомерные статистические методы / А. М. Дубров, В. С. Мхитарян, Л. И. Трошин. – Москва : Финансы и статистика, 1998. – 350 с.
9. Емельянов А. А. Имитационное моделирование экономических процессов : учеб. пособ. / А. А. Емельянов, Е. А. Власова, Р. В. Дума. – Москва : Финансы и статистика, 2002. – 368 с.
10. Кавчук Е. В. Искусственные нейронные сети и генетические алгоритмы : учеб. пособ. / Е. В. Кавчук, Э. Хантер. – Донецк : ДонГУ, 2000. – 200 с.
11. Кобиляцький Л. С. Управління проектами / Л. С. Кобиляцький. – Київ : ТОВ "Лібра", 2002. – 198 с.
12. Королев Д. Эффективное управление проектами / Д. Королев. – Москва : ОЛМА-ПРЕСС, 2003. – 125 с.
13. Кучеренко В. Р. Управління діловими проектами : навч. посіб. для студ. ВНЗ / В. Р. Кучеренко, О. С. Маркітан ; Одес. держ. екон. ун-т. – Київ : Центр навчальної літератури, 2005. – 279 с.
14. Лук'яненко І. Економетрика / І. Лук'яненко, Л. Краснікова. – Київ : Товариство "Знання", КОО, 1998. – 494 с.

15. Магнус Я. Р. Эконометрика / Я. Р. Магнус, П. К. Катыхов, А. А. Пересецкий. – Москва : Дело, 1997. – 248 с.
16. Матвіїшин Є. Г. Планування проектних дій : навч. посіб. / Є. Г. Матвіїшин. – Київ : Хай-Тек Прес, 2008. – 216 с.
17. Методы и модели анализа данных : OLAP и Data Mining / А. А. Барсегян, М. С. Куприянов, В. В. Степаненко, И. И. Холод. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2004. – 336 с.
18. Мулен Э. Теория игр с примерами из математической экономики / Э. Мулен. – Москва : Мир, 1985. – 200 с.
19. Новиков Д. А. Управление проектами : организационные механизмы : учеб. пособ. / Д. А. Новиков ; РАН Ин-т проблем упр. им. В. А. Трапезникова. – Москва : ПМСОФТ, 2007. – 139 с.
20. Плюта В. Сравнительный многомерный анализ в экономических исследованиях / В. Плюта. – Москва : Статистика, 1980. – 151 с.
21. Проектний аналіз : навч. посіб. для студ. ВНЗ / В. С. Рижиков, М. М. Яковенко, О. В. Латишева [та ін.]. – Київ : Центр навчальної літератури, 2007. – 383 с.
22. Пушкар О. І. Управління великомасштабними проектами : навч. посіб. / О. І. Пушкар. – Харків : ХДЕУ, 2000. – 248 с.
23. Сидоренко В. Н. Системная динамика / В. Н. Сидоренко. – Москва : Экономический факультет МГУ, ТЕИС, 1998. – 205 с.
24. Тянь Р. Б. Управління проектами : підручник / Р. Б. Тянь, Б. І. Холод, В. А. Ткаченко ; Дніпропетр. ун-т екон. та права. – Київ : ЦУЛ, 2004. – 221 с.
25. Управление проектами / под ред. В. Д. Шапиро. – Санкт-Петербург : ДваТри, 1996. – 610 с.
26. Управление проектом. Основы проектного управления / под ред. М. Л. Разу. – Москва : КНОРУС, 2007. – 768 с.
27. Фатрелл Р. Т. Управление программными проектами : достижение оптимального качества при минимуме затрат / Р. Т. Фатрелл, Д. Ф. Шафер, Л. И. Шафер. – Москва : Вильямс, 2002. – 1125 с.
28. Хмиль Т. М. Проектный менеджмент : конспект лекций / Т. М. Хмиль, Л. О. Шишмарева. – Харьков : ХГЭУ, 2003. – 83 с.

Додаткова

29. Андрейчиков А. В. Интеллектуальные информационные системы : учебник / А. В. Андрейчиков, О. Н. Андрейчикова. – Москва : Финансы и статистика, 2004. – 424 с.

30. Бабешко Л. О. Основы эконометрического моделирования / Л. О. Бабешко. – Москва : КомКнига, 2006. – 432 с.
31. Бардиш Г. О. Проектний аналіз : підручник / Г. О. Бардиш ; НБУ Львівський банківський ін-т. – 2-ге вид., стер. – Київ : Знання, 2006. – 415 с.
32. Бизнес-план инвестиционного проекта. Отечественный и зарубежный опыт. Современная практика : учеб. пособ. / под ред. В. М. Попова. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Финансы и статистика, 2001. – 431 с.
33. Борисова Л. Г. Организационный дизайн. Современные концепции управления : учеб. пособ. для вузов / Л. Г. Борисова. – Москва : Дело, 2003. – 398 с.
34. Боровиков В. П. STATISTICA Статистический анализ и обработка данных в среде WINDOWS. – Москва : Информационно-издательский дом "Филинь", 1997. – 608 с.
35. Верба В. А. Проектний аналіз : навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисципліни / В. А. Верба, О. М. Гребешкова, О. В. Востряков. – Київ : КНЕУ, 2002. – 297 с.
36. Виханский О. С. Стратегическое управление : учебник / О. С. Виханский. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : Гардарики, 2002. – 292 с.
37. Вітлінський В. В. Економічний ризик і методи його вимірювання / В. В. Вітлінський, С. І. Наконечний, О. Д. Шарапов. – Київ : КНЕУ, 2000. – 292 с.
38. Гужва В. М. Інформаційні системи і технології на підприємствах : навч. посіб. / В. М. Гужва ; Київ. нац. екон. ун-т. – Київ : КНЕУ, 2005. – 400 с.
39. Єгоршин О. О. Методи багатовимірного статистичного аналізу : навч. посіб. / О. О. Єгоршин, А. М. Зосімов, В. С. Пономаренко. – Київ : ІЗМН, 1998. – 208 с.
40. Катасонов В. Ю. Проектное финансирование : организация, управление риском, страхование / В. Ю. Катасонов, Д. С. Морозов. – Москва : Анкил, 2000. – 270 с.
41. Керцнер Г. Стратегическое планирование для управления проектами с использованием модели зрелости / под общ. ред. А. Д. Баженова. – Москва : ДМК Пресс, 2003. – 318 с.
42. Клейнер Дж. Статистические методы в имитационном моделировании / Дж. Клейнер. – Москва : Статистика, 1978. – 256 с.
43. Ковалев В. В. Методы оценки инвестиционных проектов / В. В. Ковалев. – Москва : Финансы и статистика, 2000. – 143 с.

44. Куперштейн В. И. Microsoft Project в делопроизводстве и управлении / В. И. Куперштейн. – Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2003. – 461 с.

45. Производственный менеджмент : учебник / под ред. С. Д. Ильенковой. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 583 с.

46. Скібіцька Л. І. Менеджмент : навч. посіб. для студ. ВНЗ / Л. І. Скібіцька, О. М. Скібіцький. – Київ : Центр навчальної літератури, 2007. – 415 с.

47. Сошникова Л. А. Многомерный статистический анализ в экономике / Л. А. Сошникова, В. Н. Тамашевич, Г. Уебе и др. – Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 1999. – 598 с.

48. Телишевська Л. І. Проектний аналіз у схемах : навч. посіб. / Л. І. Телишевська ; Харківський національний економічний університет. – Харків : ІНЖЕК, 2005. – 255 с.

49. Товб А. С. Управление проектами : стандарты, методы, опыт / А. С. Товб, Г. Л. Ципес. – Москва : ЗАО "Олимп-Бизнес", 2003. – 240 с.

50. Уильямс Д. Управление программами на предприятии. Создание реальной ценности с помощью программ и проектов проведения преобразований = Enterprise Programme Management Delivering Value / Д. Уильямс, Т. Парр ; пер. с англ. В. О. Шагоян ; под ред. Е. Е. Козлова. – Днепропетровск : Баланс Бизнес Букс, 2005. – 295 с.

51. Федорова Н. Н. Организационная структура управления предприятием : учеб. пособ. для вузов / Н. Н. Федорова. – Москва : Кнорус, 2003. – 250 с.

Інформаційні ресурси

52. Державна служби статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.ukrstat.gov.ua.

53. Національний банк України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.bank.gov.ua.

54. Управління проектами для творчих команд. Agile в дії. – Режим доступу : https://www.youtube.com/watch?v=MXQx_Fnbf10.

55. Microsoft Project – календарное планирование проекта [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.youtube.com/watch?v=VuNAmlzGDGo>.

56. MS Project : учебный курс [Электронный ресурс]. – Режим доступа : <https://www.youtube.com/watch?v=TgE0ANwovBc>.

Зміст

Вступ.....	3
Лабораторна робота 1. "Методи кластерного аналізу. Класифікація без навчання"	5
Лабораторна робота 2. "Методи дискримінантного аналізу. Класифікація з навчанням"	16
Лабораторна робота 3. "Методи редукції"	30
Лабораторна робота 4. "Методи мережевого планування проєктів"	49
Лабораторна робота 5. "Оптимізація параметрів мережевої моделі проєкту"	58
Рекомендована література.....	65
Основна	65
Додаткова	66
Інформаційні ресурси	68

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ ДОСЛІДЖЕННЯ ЕКОНОМІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ТА УПРАВЛІННЯ ПРОЕКТАМИ У ТУРИЗМІ

**Методичні рекомендації
до лабораторних робіт
для студентів спеціальності 242 "Туризм"
другого (магістерського) рівня**

Самостійне електронне текстове мережеве видання

Укладачі: **Клебанова** Тамара Семенівна
Панасенко Оксана Володимирівна

Відповідальний за видання *Л. С. Гур'янова*

Редактор *А. С. Ширініна*

Коректор *А. С. Ширініна*

План 2019 р. Поз. № 88 ЕВ. Обсяг 70 с.

Видавець і виготовлювач – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 61166, м. Харків, просп. Науки, 9-А

*Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до Державного реєстру
ДК № 4853 від 20.02.2015 р.*