

Міністерство освіти і науки України  
Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

**І. І. Нескородєва**  
**С. А. Пустовгар**

# **УПРАВЛІНСЬКЕ МОДЕЛЮВАННЯ**

Методичні рекомендації  
до практичних занять для здобувачів спеціальності  
073 «Менеджмент»

Електронний ресурс

Харків – 2024

**Рецензенти:**

**Полозова Т. В.** – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри економічної кібернетики та управління економічною безпекою Харківського національного університету радіоелектроніки;

**Проскурніна Н. В.** – доктор економічних наук, професор, завідувач кафедри міжнародної економіки і менеджменту Харківського національного економічного університету імені Семена Кузнеця.

*Затверджено до розміщення в мережі Інтернет рішенням Науково-методичної ради  
Харківського національного університету імені В. Н. Каразіна  
(протокол № 8 від 21.05.2024 року)*

**Нескородєва І. І.**

Н 55      Управлінське моделювання : методичні рекомендації до практичних занять для здобувачів спеціальності 073 «Менеджмент» [Електронний ресурс] / І. І. Нескородєва, С. А. Пустовгар. – Харків : ХНУ імені В. Н. Каразіна, 2024. – (PDF 59 с.)

Методичні рекомендації складено для студентів спеціальності 073 «Менеджмент» освітньої програми «Бізнес-адміністрування» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. В методичних рекомендаціях наведено програму навчальної дисципліни, методичні матеріали до практичних занять, список рекомендованої літератури.

**УДК 005:519.23**

© Харківський національний університет  
імені В. Н. Каразіна, 2024

© Нескородєва І. І., Пустовгар С. А., 2024

## ЗМІСТ

1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ.....	4
2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
3. МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ.....	7
4. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	57

## 1. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ

Методичні рекомендації до практичних занять складені відповідно до робочої програми навчальної дисципліни «Управлінське моделювання», освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 073 Менеджмент освітня програма Бізнес-адміністрування

**Метою** методичного видання є формування здобувачами компетентностей щодо здатності приймати обґрунтовані управлінські рішення на підприємстві з використанням методів економіко-математичного моделювання.

**Основними завданнями є:**

- формування компетентностей щодо розуміння сутності та призначення моделювання при прийнятті управлінських рішень;
- розвиток навичок використання експертних методів для обґрунтування управлінських рішень;
- формування навичок з розробки моделі комплексної оцінки економічних процесів, явищ на основі побудови інтегрального показника;
- формування навичок визначення взаємозв'язків між різними змінними в управлінському контексті, розробки моделей, які дозволяють прогнозувати чи пояснювати зміни в економічних явищах чи процесах за допомогою кореляційно-регресійного аналізу;
- формування умінь з використання методів кластерного та дискримінантного аналізу для класифікації об'єктів, як основу для прийняття ефективних управлінських рішень.

## **2. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

### **Розділ 1. Експертні методи управлінського моделювання**

#### **Тема 1. Методи та моделі прийняття управлінських рішень**

- 1.1 Моделювання як метод наукового пізнання.
- 1.2 Поняття економіко-математичного моделювання.

#### **Тема 2. Експертні методи в системі моделювання**

- 2.1 Зміст методів експертних оцінок.
- 2.2 Класифікація видів експертних оцінок.

#### **Тема 3. Алгоритм експертного оцінювання альтернатив на основі методу аналізу ієрархій**

- 3.1 Основні принципи реалізації методу аналізу ієрархій.
- 3.2 Визначення пріоритетності критеріїв та альтернатив.

### **Розділ 2. Статистичні методи управлінського моделювання**

#### **Тема 4. Моделювання інтегрального таксономічного показника**

- 4.1 Концептуальна схема побудови інтегрального показника.
- 4.2 Процедура розрахунку інтегрального показника розвитку.

#### **Тема 5. Кореляційно-регресійний аналіз в моделюванні управлінських процесів**

- 5.1 Методика побудови багатофакторних лінійних регресійних моделей.
- 5.2 Оцінка результатів кореляційно-регресійного моделювання.

**Тема 6. Кластерний аналіз як метод прийняття управлінських рішень**

6.1 Ієрархічні методи кластеризації.

6.2 Кластеризація методом k-середніх.

**Тема 7. Класифікація об'єктів з використання дискримінантного аналізу**

7.1 Сутність дискримінантного аналізу.

7.2 Алгоритм дискримінантного аналізу.

## 2. МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ ДО ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

### Розділ 1. Експертні методи управлінського моделювання

#### Тема 1. Методи та моделі прийняття управлінських рішень

Мета – формування компетентностей щодо розуміння сутності та призначення моделювання при прийнятті управлінських рішень, процесу моделювання, формування понятійного апарату в сфері управлінського моделювання.

Основні питання:

1.1 Моделювання як метод наукового пізнання

1.2 Поняття економіко-математичного моделювання

#### *Практичні завдання за темою 1*

**Завдання 1.** Ідентифікуйте та поясніть етапи (етап 1-4) процесу моделювання економічного процесу (явища), наведеного на рис. 1.1.

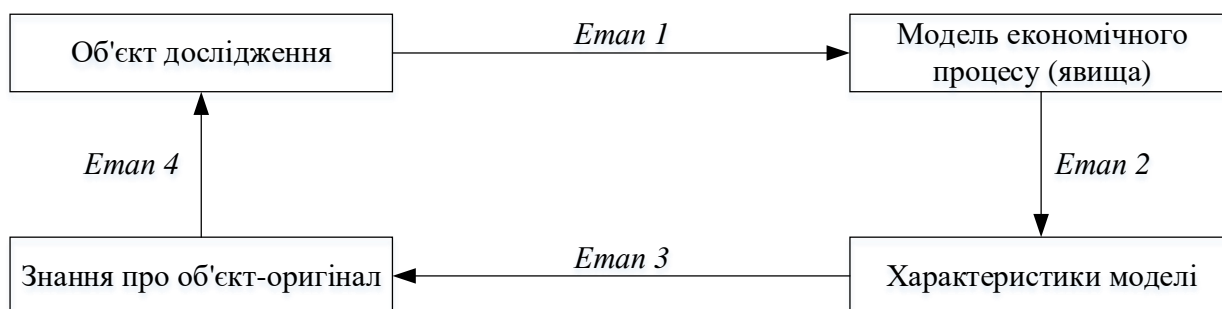


Рисунок 1.1 – Процес моделювання економічного процесу (явища)

**Завдання 2.** Серед приведений нижче трактувань знайдіть визначення понять «моделювання», «гіпотеза», «обґрунтування», «сценарій», «алгоритм»:

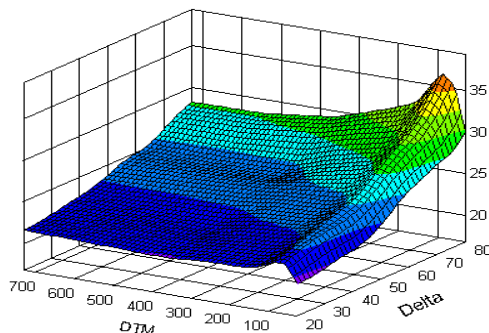
1) дослідження об'єктів пізнання не безпосередньо, а непрямим шляхом, через вивчення деяких інших допоміжних об'єктів;

- 2) систематизована сукупність кроків, які потрібно здійснити, щоб виконати певну задачу чи досягти певної мети;
- 3) припущення, яке перевіряють експериментально з можливих розв'язань проблеми;
- 4) сукупність доказів, фактів, аргументів для переконання в чому-небудь;
- 5) вид управлінської діяльності, який визначає перспективу і майбутній стан організації, шляхи і способи його досягнення;
- 6) процес передбачення майбутнього стану предмета чи явища на основі аналізу його минулого і сучасного;
- 7) економічно (математично) обгрунтовані варіанти розвитку процесу чи явища;
- 8) точний і зрозумілий опис послідовності дій над заданими об'єктами, що дозволяє одержати кінцевий результат.

**Завдання 3.** Визначте один чи декілька термінів моделювання, що відповідають кожному рисунку, поясніть свій вибір (рис. 1.2)

*Основні терміни моделювання:*

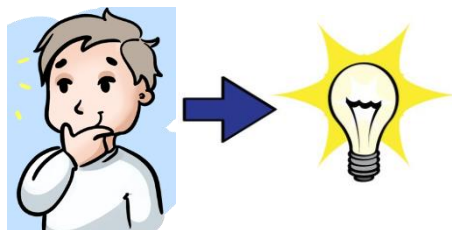
- Модель
- Моделювання
- Метод
- Гіпотеза
- Обгрунтування
- Планування
- Прогнозування
- Сценарій
- Алгоритм



*Рисунок 1*



*Рисунок 2*



*Рисунок 3*



*Рисунок 4*

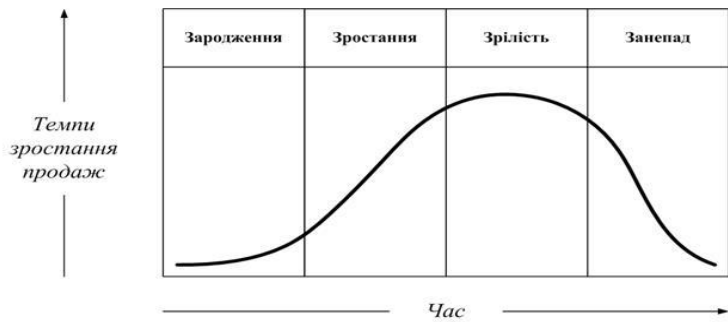


Рисунок 5

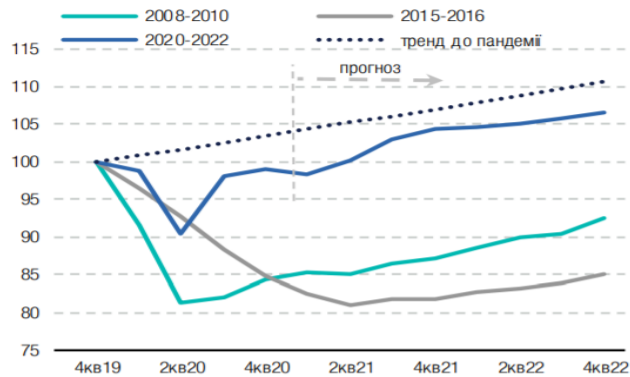


Рисунок 6

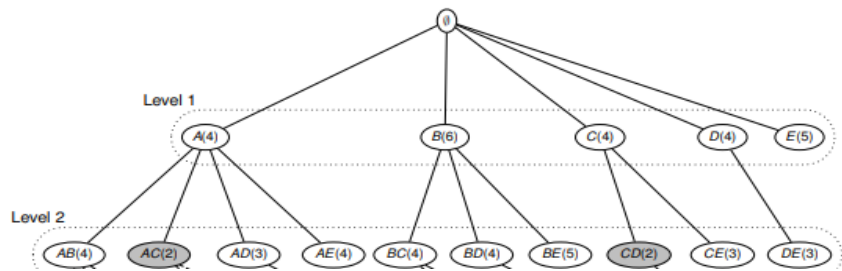


Рисунок 7

Рисунок 1.2 – Основні терміни моделювання

**Завдання 4.** Наведіть приклади використання таких методів дослідження: економічний експеримент, аналіз, синтез, індукція, дедукція, наукова абстракція.

**Завдання 5.** Побудуйте в логічну послідовність зазначені етапи моделювання та поясніть кожен із них на прикладі:

- 1) побудова моделі, вибір методу дослідження;
- 2) постановка проблеми, ретроспективний аналіз;
- 3) екстраполяція результатів дослідження на оригінал;
- 4) аналіз моделі, оцінка адекватності.

**Завдання 6.** Поясніть вказані принципи моделювання:

- 1) інформаційної достатності;
- 2) доцільності;
- 3) здійсненності;
- 4) множинності моделей;
- 5) агрегації.

## **Тема 2. Експертні методи в системі моделювання**

Мета – вивчення та розуміння особливостей використання експертних методів при прийнятті управлінських рішень.

Основні питання:

- 2.1 Зміст методів експертних оцінок
- 2.2 Класифікація видів експертних оцінок

### ***Практичні завдання за темою 2***

**Завдання 1.** Поясніть на прикладі сутність первинних та вторинних експертних досліджень.

**Завдання 2.** Дайте відповіді так/ні на питання та поясніть кожную відповідь:

1. Чи включає процес експертних оцінок збір первинних даних?

Так	Ні
-----	----

2. Чи може метод Делфі використовуватись для експертних оцінок?

Так	Ні
-----	----

3. Чи є експертні оцінки ефективними при визначенні ризиків проекту?

Так	Ні
-----	----

4. Чи застосовуються експертні оцінки в управлінні якістю?

Так	Ні
-----	----

5. Чи використовуються експертні оцінки для визначення ступеня впливу зовнішніх факторів на діяльність підприємства?

Так	Ні
-----	----

6. Чи здатні експертні оцінки забезпечити точність прогнозів?

Так	Ні
-----	----

7. Чи завжди експертні оцінки потребують подальшої статистичної обробки?

Так	Ні
-----	----

8. Чи можна використовувати бальну оцінку для квантифікації компетентності експертів?

Так	Ні
-----	----

9. Чи є коефіцієнт конкордації ефективним інструментом для оцінки узгодженості думок експертів?

Так	Ні
-----	----

10. Чи можна вважати високий коефіцієнт конкордації показником високої узгодженості думок у групі експертів?

Так	Ні
-----	----

11. Чи потрібно перевіряти компетентність експертів перед залученням їх до процесу експертних оцінок?

Так	Ні
-----	----

12. Чи може один експерт мати значно більший вплив на результати експертної оцінки в порівнянні з іншими?

Так	Ні
-----	----

13. Чи допомагає оцінка узгодженості думок експертів покращити якість управлінських рішень?

Так	Ні
-----	----

14. Чи відрізняються первинні експертні дослідження від вторинних за методом збору даних?

Так	Ні
-----	----

15. Чи є метод мозкового штурму ефективним для генерації інноваційних ідей у групі експертів?

Так	Ні
-----	----

**Завдання 3.** Обґрунтуйте відповіді на питання:

Які основні переваги та недоліки використання експертних оцінок у порівнянні з кількісними методами аналізу?

Як забезпечити об'єктивність експертних оцінок, враховуючи суб'єктивний характер такого роду аналізу?

В яких ситуаціях експертні оцінки можуть бути найбільш корисними, і чому?

Як впливає вибір експертів на якість експертних оцінок і як оптимально вибрати експертів для конкретного дослідження?

Які методи можна використовувати для підвищення надійності та валідності експертних оцінок?

Яким чином технології та новітні програмні засоби можуть покращити процес експертного оцінювання?

Чи є місце для експертних оцінок у сучасному світі великих даних і штучного інтелекту?

Як можна використовувати результати експертних оцінок для розробки стратегічних рішень у бізнесі та управлінні?

Чи змінюється роль експертних оцінок з розвитком нових методологій дослідження та аналізу даних?

Як можна інтегрувати експертні оцінки з іншими видами досліджень для досягнення більш комплексного розуміння проблеми?

**Завдання 4.** На рис. 2.1 образно відображено критерії забезпечення репрезентативності експертного оцінювання. Ідентифікуйте їх та поясніть кожен із них.



Рисунок 1

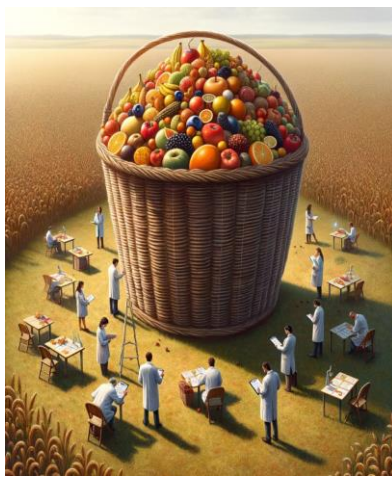


Рисунок 2

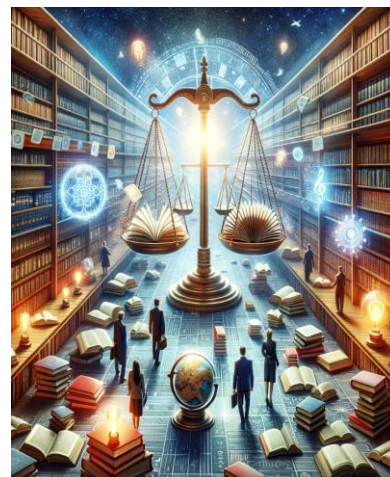


Рисунок 3

Рисунок 2.1 – Критерії забезпечення репрезентативності експертного оцінювання

**Завдання 5.** Експертній групі у складі працівників підприємства запропоновано визначити стратегічні напрямки розвитку підприємства. Першочерговим завданням експертного оцінювання є визначення компетентності експертної групи. Перед Вами (табл. 2.1) представлено оцінки компетентності експертів, виставлені іншими членами експертної групи. Зробіть висновок щодо компетентності експертної групи, щодо наявності/відсутності необхідності виключення певних експертів із цієї групи, обґрунтуйте свою думку.

Таблиця 2.1 – Оцінки компетентності експертної групи

Експерти	Е 1	Е 2	Е 3	Е 4	Е 5	Е 6	Е 7	Е 8	Е 9	Е 10
Е 1	-	1	1	1	1	0	1	1	1	0
Е 2	1	-	1	1	1	1	1	0	1	0
Е 3	1	1	-	1	1	1	0	1	1	1
Е 4	1	1	1	-	0	1	1	1	1	1
Е 5	1	1	1	1	-	1	1	0	0	1
Е 6	1	1	0	1	1	-	0	1	1	0

## Продовження таблиці 2.1

Експерти	Е 1	Е 2	Е 3	Е 4	Е 5	Е 6	Е 7	Е 8	Е 9	Е 10
Е 7	1	1	1	1	1	1	-	1	1	1
Е 8	1	1	1	1	1	1	1	-	1	1
Е 9	1	1	1	1	0	1	1	1	-	1
Е 10	1	1	1	1	1	1	1	1	0	-

*Методичні рекомендації до виконання завдання 5*

Виставлені оцінки трактуються таким чином:

$$e_{ij} = \begin{cases} 1, \text{ якщо } i - \text{й експерт включив } j - \text{го експерта в групу,} \\ 0, \text{ якщо } i - \text{й експерт не включив } j - \text{го експерта в групу} \end{cases} \quad (2.1)$$

Коефіцієнт компетентності експерта розраховується за формулою 2.2:

$$K_i = \frac{\sum_{j=1}^m e_{ij}}{m}, \quad (2.2)$$

де  $K_i$  – коефіцієнт компетентності  $i$ -го експерта;

$e_{ij}$  – взаємні оцінки експертів;

$m$  – кількість експертів.

Коефіцієнт компетентності ( $K_i$ ) вимірюється в діапазоні  $[0, 1]$ . Чим вище значення коефіцієнта, тем вища компетентність експерта і тим більша доцільність його включення в експертну групу. Порогове значення коефіцієнта компетентності, достатнє для включення експерта в групу, складає 0,5

**Завдання 6.** Перед Вами експертні оцінки важливості критерії (К1-К11) при визначенні стратегії розвитку підприємства (табл. 2.2). Оцінки виставлені десятима експертами (Е1-Е10) по 5-ти бальній шкалі, відповідно до якої мінімальна оцінка «1» означає, що критерій не відіграє значної ролі при визначенні стратегії розвитку підприємства, «5» - критерій є вирішальним.

Таблиця 2.2 – Бальна оцінка важливості критерії при визначенні стратегії розвитку підприємства

	Е1	Е2	Е3	Е4	Е5	Е6	Е7	Е8	Е9	Е10
К1	2	2	3	2	1	2	2	1	1	1
К2	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
К3	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5
К4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5
К5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
К6	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5
К7	4	5	4	4	3	4	4	4	4	4
К8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
К9	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3
К10	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
К11	5	4	4	5	5	5	5	4	4	4

Критерії, що використовувалися при оцінюванні:

К1 – підвищення інтелектуального потенціалу персоналу;

К2 – максимізація прибутку підприємства;

К3 – підвищення кредитоспроможності підприємства;

К4 – підвищення фінансової стійкості підприємства;

К5 – підвищення конкурентоспроможності продукції на ринку;

К6 – забезпечення позитивної репутації підприємства;

К7 – технологічне оновлення підприємства;

К8 – оптимізація витрат на підприємстві;

К9 – погашення підприємством заборгованості за внутрішніми розрахунками;

К10 – максимізація ринкової вартості підприємства;

К11 – розширення ринків збуту.

Оцінити міру узгодженості думок експертів.

#### *Методичні рекомендації до виконання завдання б*

Результати експертної оцінки мають вагомий значущість та можуть бути використані для подальших досліджень при узгодженні оцінок експертів. Найбільш поширеним методом визначення узгодженості думок у всій групі

експертів є розрахунок коефіцієнта конкордації. Для його розрахунку використовуються формули:

$$W = \frac{12 \sum_{j=1}^n d_j^2}{m^2(n^3-n) - m \sum_{i=1}^m T_i}, \quad (2.3)$$

$$d_j = S_j - \frac{\sum_{j=1}^n S_j}{n}, \quad (2.4)$$

$$S_j = \sum_{i=1}^m R_{ij}, \quad (2.5)$$

$$T_i = \sum_{l=1}^L (t_l^3 - t_l), \quad (2.6)$$

де  $W$  – коефіцієнт конкордації;

$m$  – кількість експертів;

$n$  – кількість критеріїв;

$d_j$  – відхилення суми рангів за  $j$ -м критерієм від середньої суми рангів за вибіркою;

$S_j$  – сума рангів за  $j$ -м критерієм;

$R_{ij}$  – матриця рангів;

$T_i$  – результати проміжних розрахунків за наявності зв'язаних рангів;

$L$  – кількість груп зв'язаних (однакових) рангів;

$t_l$  – кількість зв'язаних рангів у кожній групі.

Для розрахунку коефіцієнта конкордації матрицю бальних оцінок необхідно перевести у матрицю рангів.

Коефіцієнт конкордації приймає значення від 0 до 1. Чим більше значення коефіцієнта конкордації, тим більший ступінь узгодженості думок експертів. При  $W=1$  присутня повна узгодженість думок експертів, при  $W=0$  узгодженість практично відсутня.

Для оцінки статистичної істотності коефіцієнта конкордації використовується критерій Пірсона:

$$\chi_p^2 = \frac{12 \sum_{j=1}^n d^2}{\left[ mn(n+1) - \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^m T_i \right]}, \quad (2.7)$$

де  $\chi_p^2$  – розрахункове значення критерію Пірсона.

Якщо  $\chi_p^2$  більше, ніж критичне  $\chi_{кр}^2$  при кількості ступенів свободи (n-1), то коефіцієнт конкордації  $W$  вважається значущим, а оцінки експертів – в достатній мірі узгодженими.

**Завдання 7.** Розробити та презентувати план проведення експертного опитування. Орієнтовний перелік тем:

1. Оптимізація планування бізнес-процесів на підприємстві
2. Оптимізація витрат на підприємстві
3. Впровадження на підприємстві цифрового маркетингу
4. Використання штучного інтелекту для оптимізації бізнес-процесів на підприємстві
5. Розробка стратегії розвитку корпоративної соціальної відповідальності на підприємстві
6. Оптимізація процесу виходу підприємства на зовнішній ринок
7. Шляхи максимізації прибутковості підприємства
8. Шляхи нарощення обсягів продажів підприємства
9. Шляхи виходу підприємства з кризи
10. Оптимізація логістичних процесів на підприємстві

*Методичні рекомендації до виконання завдання 7*

Опис дослідження повинен містити:

1. Мету та завдання проведення дослідження, обґрунтування мети.
2. Опис генеральної та вибіркової сукупності дослідження, експертної групи (за необхідності), її компетентності.
3. Визначення методу проведення дослідження, форми, платформи, етапів дослідження.

4. Анкету дослідження (перелік питань, критеріїв та ін.), реалізовану через Google Forms чи інші аналогічні загальнодоступні сервіси.

5. Опис факторів, що забезпечать репрезентативність дослідження (наприклад, достатність вибіркової сукупності; компетентність експертів; експертне підтвердження доцільності критеріїв (питань), що використовуються при дослідженні; статистичне підтвердження критеріїв).

6. Алгоритм обробки результатів дослідження, критеріїв прийняття рішення.

### **Тема 3. Алгоритм експертного оцінювання альтернатив на основі методу аналізу ієрархій**

Мета – формування умінь використання експертних методів для обґрунтування оптимальних альтернатив при прийнятті управлінських рішень.

Основні питання:

3.1 Основні принципи реалізації методу аналізу ієрархій

3.2 Визначення пріоритетності критеріїв та альтернатив

#### ***Практичні завдання за темою 3***

**Завдання 1.** Знайдіть вірні твердження із запропонованих та поясніть кожну відповідь:

1. Мінімальна кількість альтернатив, яка може бути використана при реалізації методу аналізу ієрархії, - дві.

Так	Ні
-----	----

2. Критерії – це фактори (показники), за якими порівнюється пріоритетність альтернатив.

Так	Ні
-----	----

3. Компонента власного вектору матриці порівнянь розраховується як середнє арифметичне між оцінками пріоритетності критеріїв/альтернатив.

Так	Ні
-----	----

4. Сума значень нормованого вектору матриці попарних порівнянь по всім критеріях/альтернативах становить 0.

Так	Ні
-----	----

5. Метод аналізу ієрархій Т. Сааті передбачає виставлення оцінок попарних порівнянь пріоритетності критеріїв/альтернатив в діапазоні [1; 9].

Так	Ні
-----	----

6. Відповідно до виставлених нижче оцінок критерій 1 є більш пріоритетним порівняно з критерієм 2 при прийнятті управлінського рішення щодо вибору альтернативи розвитку підприємства

	Критерій 1	Критерій 2
Критерій 1	1	1/7
Критерій 2	7	1

Так	Ні
-----	----

7. Відповідно до виставлених нижче оцінок критерій 1 є більш пріоритетним порівняно з критерієм 2 при виборі альтернативи оптимізації витрат підприємства

	Критерій 1	Критерій 2
Критерій 1	1	3
Критерій 2	1	1

Так	Ні
-----	----

8. Індекс узгодженості, як показник міри узгодженості виставлених оцінок попарних порівнянь, можна завжди розрахувати не залежно від кількості критеріїв та альтернатив.

Так	Ні
-----	----

9. Середнє значення індексу узгодженості не залежить від розмірності матриці, а залежить від кількості експертів.

Так	Ні
-----	----

10. У випадку, якщо модель ієрархії включає тільки такі рівні, як «мета», «критерії» та «альтернативи», глобальний пріоритет альтернатив розраховується на основі пріоритетності критеріїв та альтернатив за кожним із критеріїв.

Так	Ні
-----	----

11. Глобальний пріоритет альтернатив розраховується шляхом додавання матриць оцінок.

Так	Ні
-----	----

12. Чим вище глобальний пріоритет альтернативи, тим більш прийнятною є відповідна альтернатива.

Так	Ні
-----	----

13. Оцінка «3» в матриці попарних порівнянь означає помірне домінування  $i$ -го фактора над  $j$ -м.

Так	Ні
-----	----

14. Оцінка «9» в матриці попарних порівнянь означає дуже сильну перевагу  $i$ -го фактора над  $j$ -м.

Так	Ні
-----	----

15. Є варіанти використання методу аналізу ієрархій для оцінки 1) ефективності стратегії розвитку компанії, 2) ефективності управління інноваційною діяльністю, 3) ефективного варіанту інвестування коштів. Із цих варіантів другий є найменш придатним для використання методу аналізу ієрархій.

Так	Ні
-----	----

16. Метод аналізу ієрархій не можна використовувати якщо критерії мають якісний вимір.

Так	Ні
-----	----

17. Метод аналізу ієрархій можна реалізувати не залежно від кількості експертів (і якщо один експерт виставляє оцінки, і якщо декілька).

Так	Ні
-----	----

18. Перед керівництвом компанії стоїть завдання визначити новий найбільш пріоритетний для розвитку напрямок бізнесу. З цією метою може бути використаний метод аналізу ієрархій Т. Сааті.

Так	Ні
-----	----

19. Для дослідження теми «Аналіз впливу гендерної диверсифікації на фінансові результати компанії» методу аналізу ієрархій є недоречним.

Так	Ні
-----	----

20. Метод аналізу ієрархій придатний для групування клієнтів залежно від їхнього рівня задоволеності продуктами чи послугами.

Так	Ні
-----	----

**Завдання 2.** Обґрунтуйте відповіді на питання:

1. Як можна застосувати метод аналізу ієрархій для прийняття рішень у складних багатокритеріальних ситуаціях?

2. Чим відрізняється метод аналізу ієрархій від інших методів прийняття рішень, і які його унікальні переваги?

3. Як правильно визначити і структурувати ієрархію критеріїв та альтернатив при використанні методу аналізу ієрархій?

4. Які виклики та труднощі можуть виникнути при застосуванні методу аналізу ієрархій, і як їх можна подолати?

5. Як метод аналізу ієрархій дозволяє об'єктивно оцінювати відносну вагу кожного критерію та альтернативи?

6. Які приклади успішного застосування методу аналізу ієрархій в різних галузях можна навести?

7. Чи можливо інтегрувати метод аналізу ієрархій з іншими методами аналізу для покращення якості прийнятих рішень?

8. Як впливає суб'єктивізм експертів на результати, отримані за допомогою методу аналізу ієрархій, і як можна мінімізувати цей вплив?

9. Які методи можна використовувати для перевірки узгодженості оцінок експертів у рамках методу аналізу ієрархій?

10. Чи може метод аналізу ієрархій бути адаптований для використання в автоматизованих системах прийняття рішень, і якщо так, то як?

**Завдання 3.** На рис. 3.1 зображено показники, необхідні для оцінки пріоритетності альтернатив відповідно до методу аналізу ієрархій. Визначте які показники відповідають кожному рисунку, яка формула їх розрахунку та для чого вони використовуються в рамках методу аналізу ієрархій.

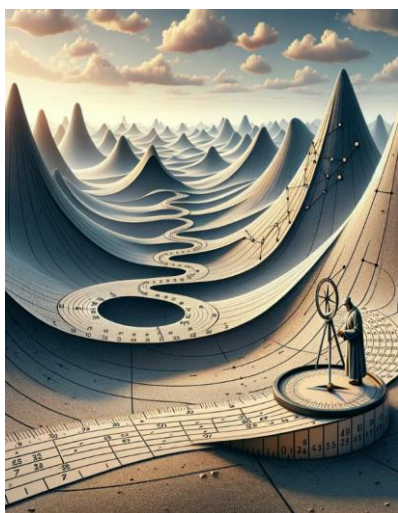


Рисунок 1



Рисунок 2

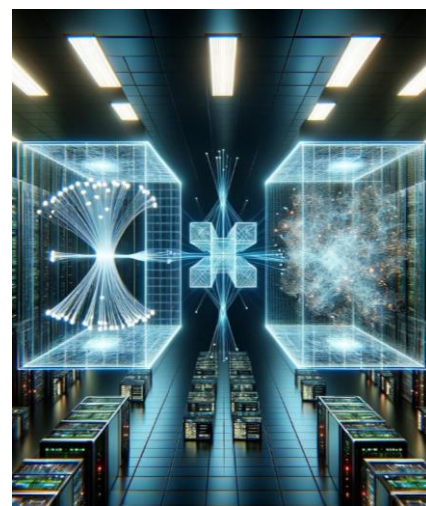


Рисунок 3

Рисунок 3.1 – Організаційні форми інноваційних структур

**Завдання 4.** Перед Вами попарні оцінки порівняння пріоритетності критеріїв при визначенні альтернатив фінансування інноваційного проекту (табл. 3.1). Критерії: К1 - підтримка існуючого або вищого рівня

платоспроможності підприємства; К2 - забезпечення фінансової незалежності підприємства; К3 - забезпечення юридичної самостійності підприємства; К4 - стримування зростання кредиторської заборгованості підприємства.

Оцініть пріоритетність критеріїв, міру узгодженості оцінок, поясніть отримані результати та надайте економічну інтерпретацію.

Таблиця 3.1 – Матриця парних порівнянь пріоритетності критеріїв при визначенні альтернатив фінансування інноваційного проекту за методом аналізу ієрархії Т. Сааті

	К1	К2	К3	К4
К1	1	1/7	1/7	5
К2	7	1	9	5
К3	7	1/9	1	3
К4	1/5	1/5	1/3	1

#### *Методичні рекомендації до виконання завдання 4*

Пріоритетність критеріїв оцінюється за формулами (3.1-3.2). Чим вища оцінка, тим вища пріоритетність критерію.

$$w_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} \quad (3.1)$$

$$w_{норм} = w_i / \sum_{i=1}^n w_i \quad (3.2)$$

де  $W$  - компонента власного вектору матриці;

$W_{норм}$  - нормований вектор матриці попарних порівнянь;

$a_{ij}$  – значення елементів матриці.

Узгодженість оцінок визначається за формулами (3.3-3.5):

$$\lambda = \sum_{i=1}^n a_{ij} \cdot w_{норм i} \quad (3.3)$$

$$I_y = (\lambda - n) / (n - 1) \leq 0,2 \quad (3.4)$$

$$BY = I_y / I_{cy} \leq 0,1 \quad (3.5)$$

де  $\lambda$  – власне значення матриці;

$I_y$  – індекс узгодженості;

$I_{cy}$  – середнє значення індексу узгодженості, яке залежить від розмірності матриці (табл. 3.2);

$BY$  - відношення узгодженості;

$n$  – кількість критеріїв.

Таблиця 3.2 – Середнє значення індексу узгодженості оцінок пріоритетності

Кількість критеріїв	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Середнє значення індексу узгодженості	0	0	0,58	0,90	1,12	1,24	1,32	1,41	1,45	1,49

**Завдання 5.** На основі оцінок пріоритетності критеріїв, розрахованих в завданні 2, та пріоритетності альтернатив за кожним із критеріїв (табл. 3.3) розрахувати глобальний пріоритет альтернатив фінансування інноваційного проекту. Зробити висновки щодо більш пріоритетного для досліджуваного підприємства джерела фінансування інноваційного проекту.

Таблиця 3.3 – Пріоритетність альтернатив фінансування інноваційного проекту за кожним критерієм

Альтернативи	K1	K2	K3	K4
Внутрішні джерела фінансування	0.10	0.83	0.12	0.88
Залучений капітал	0.90	0.17	0.88	0.12

#### *Методичні рекомендації до виконання завдання 5*

Глобальний пріоритет альтернатив розраховується шляхом перемноження матриці пріоритетності альтернатив за критеріями на матрицю пріоритетності критеріїв при прийнятті управлінського рішення. Чим вища оцінка, тим більш пріоритетною є альтернатива. Значення глобальних пріоритетів всіх альтернатив в сумі повинні складати 1,0.

**Завдання 6.** Реалізувати експертне оцінювання альтернатив на основі методу аналізу ієрархій. Орієнтовний перелік тем для дослідження:

1. Оптимізація процесу управління комунікаціями на підприємстві
2. Оптимізація організаційної структури підприємства
3. Розробка стратегії розвитку підприємства
4. Розробка стратегії розвитку корпоративної соціальної відповідальності на підприємстві
5. Шляхи нарощення обсягів продажів підприємства
6. Оптимізація використання трудового потенціалу підприємства
7. Шляхи розширення фінансового потенціалу підприємства
8. Стратегія розвитку підприємства за несприятливого впливу факторів зовнішнього середовища
9. Шляхи нівелювання негативного впливу факторів внутрішнього та зовнішнього середовища на діяльність підприємства
10. Впровадження на підприємстві цифрового маркетингу

*Методичні рекомендації до виконання завдання 6*

Для виконання завдання необхідно здійснити такі послідовні етапи:

1. Обґрунтувати необхідність використання методу аналізу ієрархії.
2. Побудувати декомпозицію задачі ієрархії за обраною предметною областю.
3. Побудувати матрицю парних порівнянь для оцінки пріоритетності критеріїв з роз'ясненням оцінок.
4. Визначити пріоритетність критеріїв.
5. Встановити пріоритетність альтернатив відносно кожного критерію.
6. Визначити глобальний пріоритет альтернатив.
7. Оцінити міру узгодженості оцінок.
8. Зробити необхідні економічні висновки.

## Розділ 2. Статистичні методи управлінського моделювання

### Тема 4. Моделювання інтегрального таксономічного показника

Мета – формування навичок з розробки моделі комплексної оцінки економічних процесів, явищ на основі побудови інтегрального показника.

Основні питання:

4.1 Концептуальна схема побудови інтегрального показника

4.2 Процедура розрахунку інтегрального показника розвитку

#### Практичні завдання за темою 4

**Завдання 1.** Установіть відповідність між етапами таксономічного аналізу та необхідними формулами для розрахунків (табл. 4.1). Результати поясніть.

Таблиця 4.1 – Етапи таксономічного аналізу

Етап	Формула
1. Стандартизація показників	A. $K = 1 - d_i/d$
2. Розрахунок відстані між фактичним станом досліджуваного об'єкту та вектором-еталоном	B. $z = (x_{ij} - \bar{x}_i)/\sigma$
	C. $d_i = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - x_{0i})^2}$
3. Розрахунок інтегрального показника	D. $\bar{d} = \sqrt{\sum_{j=1}^n (x_{ij} - x_{0i})^2 / n}$

**Завдання 2.** Знайдіть вірні твердження із запропонованих та поясніть кожную відповідь:

1. Для проведення таксономічного аналізу можна використовувати показники з різними одиницями виміру, різним порядком цифр.

Так	Ні
-----	----

2. З використанням таксономічного аналізу можна здійснити порівняльну характеристику ефективності управління на підприємствах галузі.

Так	Ні
-----	----

3. Таксономічний аналіз не можна реалізувати, маючи дані тільки по одній компанії.

Так	Ні
-----	----

4. Якщо метою таксономічного аналізу є побудова інтегрального показника ефективності фінансової діяльності, то показник автономії буде виступати показником-стимулятором.

Так	Ні
-----	----

5. Якщо метою таксономічного аналізу є побудова інтегрального показника ефективності фінансової діяльності, то показник оборотності власного капіталу буде виступати показником-стимулятором.

Так	Ні
-----	----

6. Якщо метою таксономічного аналізу є побудова інтегрального показника ефективності фінансової діяльності, то показник тривалості оборотності активів буде виступати показником-стимулятором.

Так	Ні
-----	----

7. Якщо метою таксономічного аналізу є побудова інтегрального показника ризику банкрутства підприємства, то показник співвідношення залученого капіталу до власного буде виступати показником-стимулятором.

Так	Ні
-----	----

8. Якщо метою таксономічного аналізу є побудова інтегрального показника ризику банкрутства підприємства, то показник абсолютної ліквідності буде виступати показником-стимулятором.

Так	Ні
-----	----

9. Якщо метою таксономічного аналізу є побудова інтегрального показника ризику банкрутства підприємства, то показник рентабельності майна буде виступати показником-стимулятором.

Так	Ні
-----	----

10. Якщо метою таксономічного аналізу є побудова інтегрального показника ризику банкрутства підприємства, то показник рентабельності власного капіталу буде виступати показником-стимулятором.

Так	Ні
-----	----

11. При визначенні вектору-еталону для показників-стимуляторів обирається максимальне значення із вибірки об'єктів, що порівнюються, для дестимуляторів – мінімальне.

Так	Ні
-----	----

12. При оцінці ефективності маркетингової діяльності компанії вектор-еталон – це найвища потенційно можлива ефективність цієї компанії. Ні за яких умов ефективність маркетингової діяльності компанії не може перевищити вектор-еталон.

Так	Ні
-----	----

13. В основу формули розрахунку Евклідової відстані між фактичним станом досліджуваного об'єкту та вектором-еталоном покладено теорему Піфагора.

Так	Ні
-----	----

14. Інтегральний таксономічний показник вимірюється в діапазоні  $[0; 1]$ .

Так	Ні
-----	----

15. Процедура таксономічного аналізу передбачає послідовну реалізацію таких етапів: визначення показників стимуляторів та

дестимуляторів → визначення вектору-еталону → стандартизація показників → розрахунок відстані між фактичним станом досліджуваного об'єкту та вектором-еталоном → розрахунок інтегрального показника.

Так	Ні
-----	----

16. Чим вище значення інтегрального показника, тим вища ефективність управління компанією чи окремими напрямками її діяльності, ресурсами.

Так	Ні
-----	----

17. Є варіанти використання таксономічного аналізу для оцінки 1) ефективності стратегії розвитку компанії, 2) ефективності управління інноваційною діяльністю, 3) ефективного варіанту інвестування коштів. Із цих варіантів другий є найменш придатним для використання таксономічного аналізу.

Так	Ні
-----	----

18. Використання одночасно показників чистого прибутку, рентабельності майна, собівартості продукції, чистого доходу для побудови інтегрального показника прибутковості підприємства є недоречним.

Так	Ні
-----	----

19. Для дослідження теми «Аналіз впливу гендерної диверсифікації на фінансові результати компанії» використання таксономічного аналізу є недоречним.

Так	Ні
-----	----

20. При побудові індексу корпоративної соціальної відповідальності компанії, так показники, як вклад компанії у розвиток та підтримку місцевих громад та благодійних ініціатив, відповідність компанії міжнародним стандартам корпоративної відповідальності, витрати компанії на покращення умов праці та забезпечення соціальної справедливості в організації, витрати на

забезпечення прозорості звітності у сфері соціальної відповідальності компанії будуть виступати дестимуляторами.

Так	Ні
-----	----

**Завдання 3.** Що на Вашу думку є недоречним, невірним в представленому нижче описі таксономічного аналізу? Пояснити свою думку та вказати як можна вдосконалити цей аналіз.

Таксономічний аналіз здійснено для оцінки ефективності управління компанією за період 2015-2022 роки. Для цього за вказаний період використано такі показники:

- рентабельність майна компанії, % (показник X1);
- абсолютна ліквідність компанії (X2);
- розмір власного капіталу компанії, тис. грн. (X3);
- продуктивність праці персоналу, тис. грн. на особу (X4);
- чистий дохід компанії, тис. грн. (X5);
- чистий прибуток компанії, тис. грн. (X6);
- маркетингові витрати компанії, тис. грн. (X7);
- середньоспискова чисельність працівників компанії, осіб (X8);
- адміністративні витрати компанії, тис. грн. (X9);
- ринкова частка компанії за основним видом діяльності, % (X10);
- індекс споживчих цін в країні, % (X11);
- частка власного капіталу в структурі капіталу компанії (X12);
- частка оборотних активів в структурі активів компанії (X13);
- участь компанії в судових процедурах, так=1 / ні=0 (X14);
- зміна власника за відповідний рік, так=1 / ні=0 (X15).

Проведено стандартизацію показників для приведення їх до співмірного вигляду. Визначено, що стимуляторами є показники: X1-X6, X10, X12-X13 дестимуляторами: X7-X9, X11, X14, X15. Сформовано вектор-еталон: для показників-стимуляторів – максимальне значення серед стандартизованих за вказаний період, для дестимуляторів – мінімальне. Розраховано Евклідову

відстань між фактичним станом досліджуваного об'єкту (на основі стандартизованих показників) та вектором-еталоном. На основі Евклідових відстаней за кожен рік, їх середнього значення та середньоквадратичного відхилення розраховано інтегральний показник ефективності управління компанією. Чим вище значення інтегрального показника, тим вища ефективність управління компанією за відповідний рік.

### *Методичні рекомендації до виконання завдання 3*

При відповіді на питання необхідно звернути увагу на:

1. Призначення таксономічного аналізу. На скільки доречно в цьому випадку використовувати таксономічний аналіз?

2. Період дослідження. Чи достатній період для таксономічного аналізу?

3. Перелік показників. На скільки зазначені показники характеризують ефективність управління компанією, чи є це вичерпний перелік чи його варто доповнити, чи не є він занадто великим? Чи не впливає на репрезентативність отриманих результатів те, що показники мають різні одиниці виміру та різний рівень агрегації?

4. Визначення показників-стимуляторів та дестимуляторів, вектору-еталону. Чи правильно детерміновано показники-стимулятори та дестимулятори? Чи це правильно, що вектор-еталон формується на основі мінімальних значень показників-дестимуляторів і максимальних показників-стимуляторів? Чи правильно, що для визначення вектору еталону взято стандартизовані значення показників?

5. Розрахунок інтегрального показника. Чи правильно, що для визначення інтегрального показника необхідно розраховувати Евклідову відстань за кожен рік, середнє арифметичне та середньоквадратичне відхилення відстаней? Чи правильна інтерпретація розрахованого інтегрального показника?

**Завдання 4.** Обґрунтуйте відповіді на питання:

1. В якому діапазоні вимірюється таксономічний показник?
2. Як інтерпретується інтегральний показник?
3. Для чого застосовується стандартизація показників?
4. Як визначається вектор-еталон в таксономічному аналізі?
5. Поясніть сутність показників-стимуляторів та дестимуляторів.
6. Як розраховується відстань між фактичним станом досліджуваного об'єкту та вектором-еталоном?
7. Чи можна побудувати інтегральний показник на основі якісних показників?

**Завдання 5.** За даними таблиці 4.2 розрахуйте інтегральний показник інвестиційної привабливості підприємств.

Таблиця 4.2 – Показники інвестиційної привабливості підприємств

№	Підприємство	Обсяг доходів, млн. грн.	Рентабельність майна, %	Рентабельність продажів, %
1	АТ «Черкаський автобус»	0,7	4	4,3
2	ПАТ «Електронмаш»	6,5	3,3	5,6
3	ТОВ «Машинерія»	12,3	8	5,8
4	АТ «НВК «Гірничі машини»	363,6	1,7	9,8
5	ТОВ «ПК «Пожмашина»	68,7	6,5	5,5
6	ПрАТ «Машинобудівний завод «Аметист»	20,4	7,7	1,2
7	ПрАТ Машинобудівний завод «Гиса»	8,3	9,3	5,7
8	ПрАТ «Діпробудмашина»	25,2	0,5	2,4

*Методичні рекомендації до виконання завдання 5*

Розрахунок інтегрального показника варто здійснювати в такій послідовності:

1. Стандартизація показників.
2. Визначення показників-стимуляторів та дестимуляторів, вектору-еталону.
3. Розрахунок Евклідової відстані до вектору-еталону;

4. Розрахунок інтегрального показника.

**Завдання 6.** Побудуйте інтегральний показник за однією з тем.  
Орієнтований перелік тем:

1. Аналіз стратегічного управління в умовах нестабільності ринку.
2. Вплив стратегічного менеджменту на конкурентоспроможність підприємства.
3. Роль стратегічного планування у досягненні успіху підприємства.
4. Аналіз та оптимізація ланцюга постачання.
5. Роль технологій у покращенні бізнес-процесів.
6. Ефективність методів управління проектами в різних галузях.
7. Фактори, що впливають на успішність проектів.
8. Оцінка ризиків та управління фінансовою стійкістю.
9. Впровадження інновацій в організаційні процеси.
10. Роль інновацій у розвитку конкурентоспроможності підприємства.
11. Вплив соціальної відповідальності підприємства на його репутацію.
12. Етичні аспекти управління бізнесом.

### **Тема 5. Кореляційно-регресійний аналіз в моделюванні управлінських процесів**

Мета – формування навиків визначення взаємозв'язків між різними змінними в управлінському контексті, розробки моделей, які дозволяють прогнозувати чи пояснювати зміни в економічних явищах чи процесах за допомогою методів кореляції та регресії.

Основні питання:

- 5.1 Методика побудови багатофакторних лінійних регресійних моделей
- 5.2 Оцінка результатів кореляційно-регресійного моделювання

## Практичні завдання за темою 5

**Завдання 1.** Обґрунтуйте відповіді на питання:

1. Яка процедура проводиться для встановлення тісноти лінійного зв'язку між змінними?
2. Що таке парний коефіцієнт кореляції?
3. За яким методом побудови регресії будується регресійна модель залежності від усіх вибраних факторних змінних?
4. Що є коефіцієнт детермінації та його інтерпретація?
5. Що є скоректований коефіцієнт множинної кореляції?
6. Що показує Beta-коефіцієнт?
7. Які критерії оцінювання адекватності регресійної моделі?

**Завдання 2.** Установіть відповідність між критеріями та їх призначенням (табл. 5.1). Відповідь обґрунтуйте.

Таблиця 5.1 – Критерії адекватності регресійної моделі

Критерій	Призначення
1. Колмогорова-Смірнова	А. Перевірка на наявність екстремальних значень в даних
2. Діксона	В. Перевірка на нормальний закон розподілу даних
3. $t$ -критерій	С. Оцінка статистичної значимості незалежних змінних в регресійній моделі
4. Шапіро-Вілка	Д. Перевірка на наявність автокореляції
5. $R^2$	Е. Перевірка на наявність структурних змін в даних
6. $3S$ -критерій	Ф. Перевірка на наявність причинно-наслідкових зв'язків між змінними
7. $F$ -критерій	Г. Перевірка на нормальний закон розподілу залишків регресійної моделі
8. Дарбіна-Уотсона	Н. Оцінка статистичної значимості регресійної моделі
9. Тест Чоу	І. Перевірка регресійної моделі на мультиколінеарність

**Завдання 3.** Оберіть рисунки, що відповідають сильному лінійному зв'язку між змінними  $X$  та  $Y$ , слабкому та відсутності зв'язку (рис. 5.1). Відповідь поясніть.

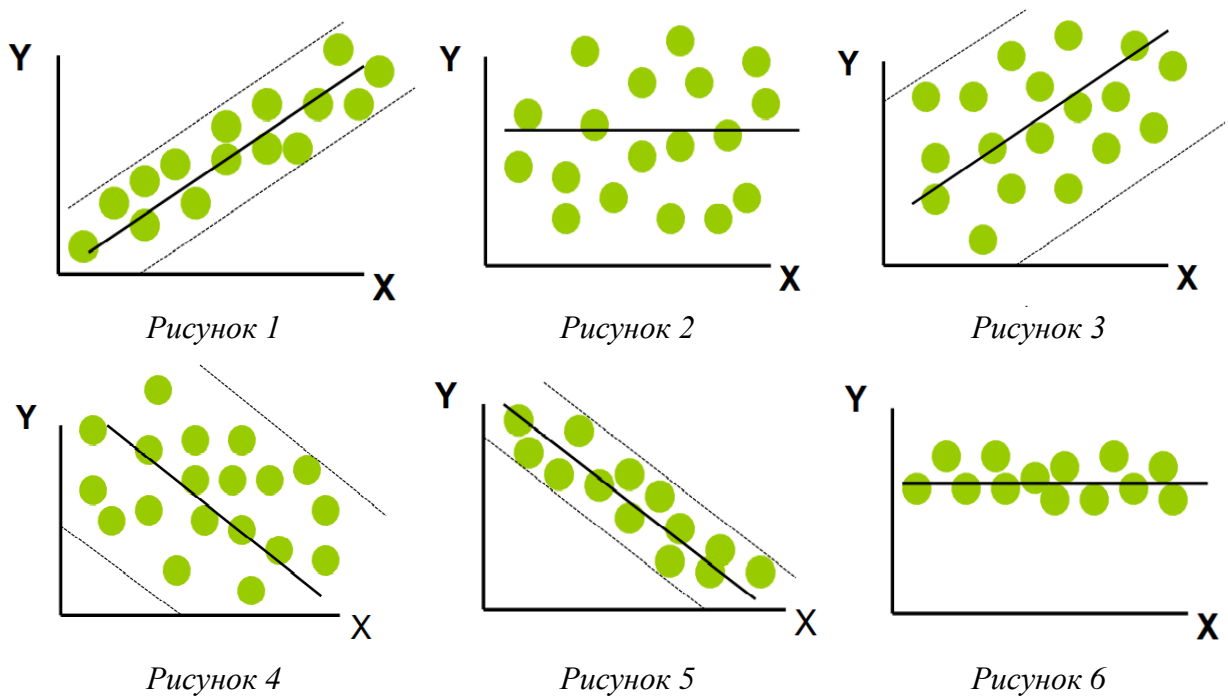


Рисунок 5.1 – Приклади лінійних зв'язків між змінними

**Завдання 4.** Оберіть показники (рис. 5.2), розподілені за нормальним законом. Відповідь поясніть.

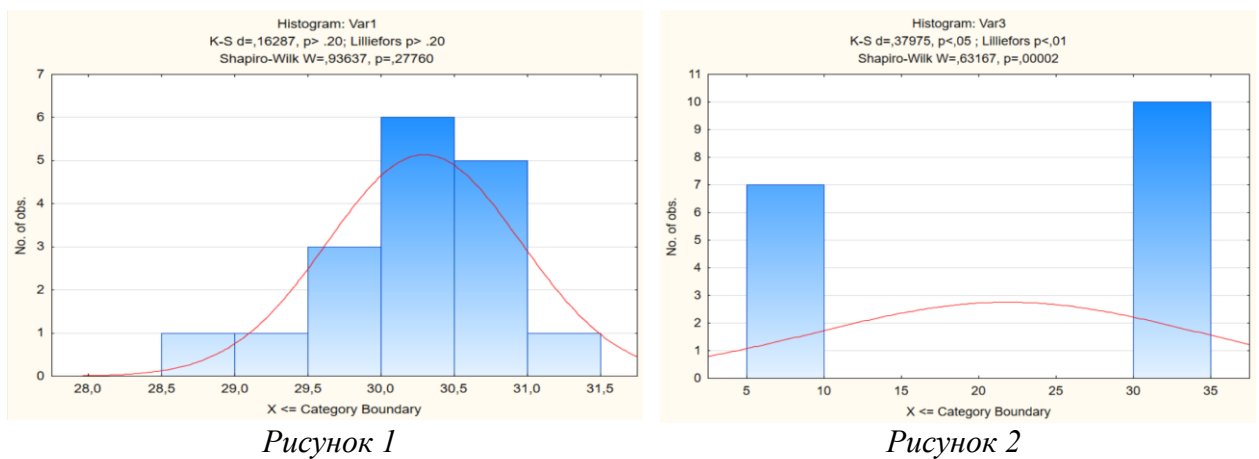


Рисунок 5.2 – Приклади розподілу показників, побудовані в програмі STATISTICA 12.0

#### *Методичні рекомендації до виконання завдання 4*

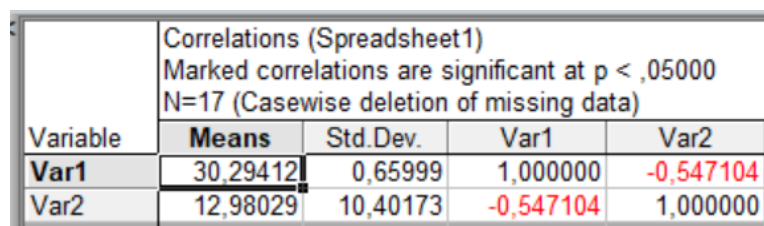
Для побудови лінійної регресійної моделі данні повинні бути розподілені за нормальним законом. Для перевірки на відповідність

нормальному закону використовуються критерій Колмогорова-Смірнова, Шапіро-Вілка.

*K-S test* - критерій Колмогорова-Смірнова. Якщо обчислений тест значущий ( $p < 0.05$ ), то гіпотеза про те, що дані мають нормальний розподіл, відкидається.

*Shapiro-Wilk test* – критерій Шапіро-Вілка. Якщо обчислений тест значущий ( $p < 0.05$ ), то гіпотеза про те, що дані мають нормальний розподіл, відкидається

**Завдання 5.** За кореляційною матрицею (рис. 5.3) зробіть висновок про наявність/відсутність лінійного зв'язку між показниками, характер зв'язку та його статистичну значимість.



Correlations (Spreadsheet1)				
Marked correlations are significant at $p < .05000$				
N=17 (Casewise deletion of missing data)				
Variable	Means	Std.Dev.	Var1	Var2
Var1	30.29412	0.65999	1.000000	-0.547104
Var2	12.98029	10.40173	-0.547104	1.000000

Рисунок 5.3 – Кореляційна матриця, побудована в програмі STATISTICA 12.0

#### *Методичні рекомендації до виконання завдання 5*

Коефіцієнт кореляції вимірюється в діапазоні від -1 до +1. Чим вище коефіцієнт по модулю, тим більш сильний зв'язок, від'ємне значення коефіцієнта вказує на обернений зв'язок, додатне – на прямий. Побудова кореляційної матриці в програмі STATISTICA, EViews чи аналогічних програмах дає статистичну оцінку значимості коефіцієнтів кореляції. Червоним виділено статистично значимі коефіцієнти кореляції при заданому рівні значимості. При розрахунку коефіцієнтів кореляції в Excel використовуються формули *NORMSINV* (для вибірок не менше 30 спостережень), *TINV* (для вибірок менше 30 спостережень). Якщо розраховане

значення статистики потрапляє в довірчі інтервали, тоді коефіцієнт кореляції є статистично незначимим.

**Завдання 6.** Оцініть дані (табл. 5.2) на наявність екстремальних значень.

Таблиця 5.2 – Динаміка чистого доходу підприємств машинобудівної галузі

Рік	Чистий дохід, тис. грн.	Рік	Чистий дохід, тис. грн.
2009	5526905.4	2016	126280426.1
2010	90912688.2	2017	154456363.0
2011	125996762.9	2018	183721896.2
2012	137433395.8	2019	196452426.7
2013	109483031.2	2020	11411150.4
2014	94868522.0	2021	23644964.4
2015	108043613.0	2022	6119736.2

#### *Методичні рекомендації до виконання завдання 6*

Для малих вибірок (до 30 спостережень) наявність екстремальних значень визначається за критерієм Діксона для максимальних (формула 5.1) та мінімальних значень (формула 5.2):

$$r_{i,j} = \frac{|x_1 - x_2|}{R}, \quad (5.1)$$

$$r_{i,j} = \frac{|x_n - x_{n-1}|}{R}, \quad (5.2)$$

де  $x_1, x_2, \dots, x_{n-1}, x_n$  – ранговані в порядку зменшення значення даних;

$R$  – розмах, розрахований як  $(x_1 - x_n)$

Перевищення емпіричного значення критерію, розрахованого за формулами, над табличним свідчить про наявність екстремальних значень, які повинні бути виключені із вибірки даних для моделювання.

Для великих вибірок (більше 30 спостережень) при перевірці на наявність екстремальних значень використовується 3S-критерій. Значення вважаються екстремальними, якщо виконується нерівність:

$$|x - \bar{x}| > 3 * S, \quad (5.3)$$

де  $\bar{x}$  – середньоарифметичне значення по вибірці;

$x_i$  – значення показника, стосовно якого перевіряється гіпотеза на наявність екстремальних значень;

$S$  – середньоквадратичне відхилення по вибірці

**Завдання 7.** Оцініть статистичну значимість побудованої регресійної моделі (рис. 5.4), статистичну значимість незалежних змінних та характер їх зв'язку із залежною змінною.

Regression Summary for Dependent Variable: y (Spreadsheet)						
R= ,95635806 R <sup>2</sup> = ,91462073 Adjusted R <sup>2</sup> = ,89664615						
F(4, 19)=50,884 p<,00000 Std.Error of estimate: 15009,						
N=24	Beta	Std.Err. of Beta	B	Std.Err. of B	t(19)	p-level
Intercept			87615,84	26798,91	3,26938	0,00403
x1	0,041832	0,072390	2,79	4,83	0,57787	0,57013
x2	0,483467	0,126425	16,88	4,41	3,82413	0,00114
x3	-0,000459	0,073170	-0,03	4,38	-0,00627	0,99506
x4	-0,506774	0,125491	-3,77	0,93	-4,03833	0,00070

Рисунок 5.4 – Регресійна модель, побудована в програмі STATISTICA 12.0

#### *Методичні рекомендації до виконання завдання 7*

Оцінки статистичної значимості побудованої регресійної моделі, незалежних змінних проводиться на основі таких показників:

$R$  – коефіцієнт множинної кореляції, який повинен наближатися до 1;

$R^2$  – коефіцієнт детермінації, який характеризує відсоток дисперсії залежної змінної, що пояснюється незалежними змінними, включеними в модель. Чим вище коефіцієнт детермінації, тим більш статистично значимою є побудована модель;

$F$  – розрахункове значення F-критерію Фішера, яке для статистично значимої моделі повинне перевищувати критичне при заданому рівні значимості;

$p$  – рівень статистичної значимості F-критерію;

$t$  –  $t$ -критерій Стюдента. Для статистично значимих незалежних змінних емпіричне значення критерію по модулю повинне перевищувати критичне при заданому рівні значимості;

$p$ -level – рівень статистичної значимості  $t$ -критерію.

**Завдання 8.** Який із наведених рисунків (рис. 5.5) свідчить про ймовірну наявність структурних змін та необхідність перевірки даних з використанням тесту Чоу? Поясніть алгоритм використання тесту Чоу.

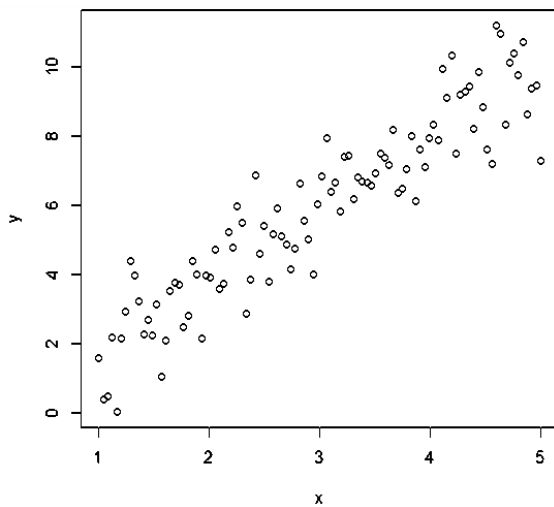


Рисунок 1

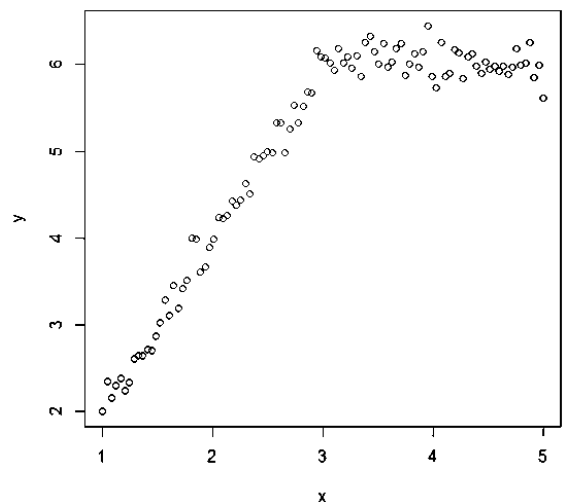


Рисунок 2

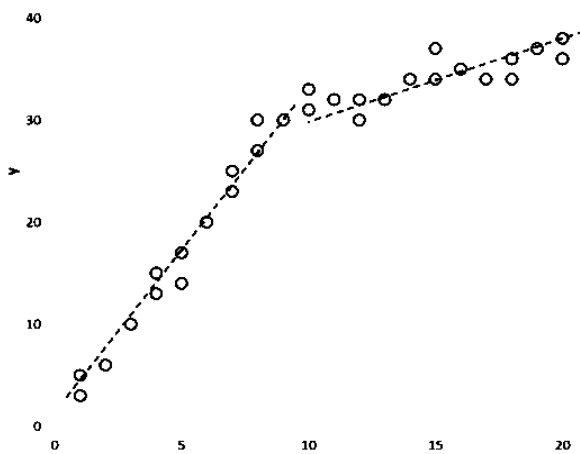


Рисунок 3

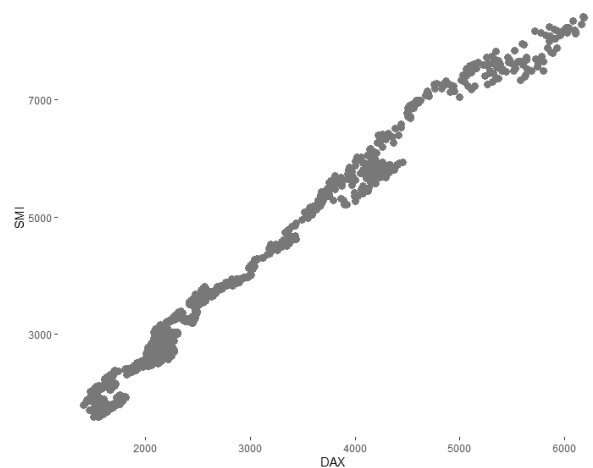


Рисунок 4

Рисунок 5.5 – Динаміка досліджуваних показників

**Завдання 9.** Знайти помилки в наведеному нижче алгоритмі оцінювання моделі на гомоскедастичність.

*Алгоритм оцінювання на гомоскедастичність:*

1. Побудувати регресійну модель. Зберегти залишки моделі.
2. Запустити додаткову регресійну модель, де незалежна змінна виступає залежною, а залишки – незалежною змінною.
3. Оцінити адекватність моделі з використанням статистичного тесту Фішера. Якщо значення тестової статистики перевищує критичне значення на заданому рівні значущості, то можна стверджувати про наявність гомоскедастичності.

**Завдання 10.** Провести кореляційно-регресійний аналіз на одну із тем. Орієнтовний перелік тем для аналізу:

1. Прогнозування обсягів продажів компанії на основі маркетингових витрат.
2. Оцінка впливу факторів на фінансову стійкість компанії.
3. Прогнозування обсягів виробництва в компанії.
4. Оцінка впливу якості управління на фінансові результати компанії.
5. Прогнозування витрат на маркетинг в компанії.
6. Аналіз впливу інновацій на прибуток компанії.
7. Вивчення впливу якості обслуговування клієнтів на лояльність.
8. Аналіз впливу екологічної стійкості на фінансові результати компанії.
9. Оцінка впливу розміру ринку на прибутковість компанії.
10. Оцінка впливу цифрової трансформації на ефективність внутрішніх бізнес-процесів в компанії.
11. Аналіз впливу змін у ціновій політиці на прибутковість компанії.
12. Прогнозування ризиків управління ланцюгом постачання в компанії.
13. Аналіз впливу рекламних кампаній на ринкову долю компанії.
14. Аналіз впливу гендерної диверсифікації на фінансові результати компанії.

15. Оцінка впливу корпоративного соціального відповідального бізнесу (CSR) на споживчі уподобання.

#### *Методичні рекомендації до виконання завдання 10*

В процесі кореляційно-регресійного аналізу розкрити такі питання:

1. Сформулювати гіпотези дослідження.
2. Обґрунтувати вибірку даних для аналізу.
3. Охарактеризувати достатність вибірки.
4. Обґрунтувати нормальний закон розподілу даних.
5. Перевірити дані на відсутність екстремальних значень.
6. Обґрунтувати наявність причинно-наслідкових зв'язків між залежною та незалежними змінними.
7. Перевірити модель на відсутність структурних змін.
8. Побудувати регресійну модель, оцінити статистичну значимість моделі та незалежних змінних.
9. Оцінити модель на наявність автокореляції.
10. Оцінити модель на наявність мультиколінеарності.
11. Перевірити залишки на гомоскедастичність.
12. Перевірити залишки на нормальний закон розподілу.
13. Зробити економічний висновок.

### **Тема 6. Кластерний аналіз як метод прийняття управлінських рішень**

Мета – формування навичок використання методу кластерного аналізу для групування об'єктів чи явищ на основі схожих ознак між ними, як основу для прийняття ефективних управлінських рішень.

Основні питання:

- 6.1 Ієрархічні методи кластеризації
- 6.2 Кластеризація методом k-середніх

## Практичні завдання за темою 6

**Завдання 1.** Дайте відповіді на питання:

1. Як оцінити адекватність побудованої моделі кластеризації?
2. Як виглядає алгоритм кластерного аналізу?
3. В чому відмінності між ієрархічним методом кластеризації та методом k-середніх?

**Завдання 2.** Із запропонованих нижче рисунків (рис. 6.1) оберіть ті, що відповідають ієрархічній кластеризації та кластеризації методом k-середніх та заповніть таблицю 6.1.

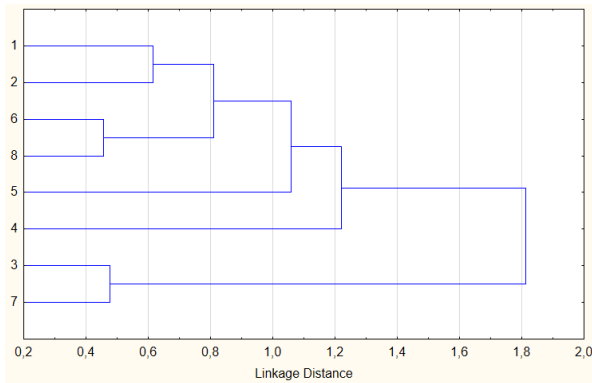


Рисунок 1

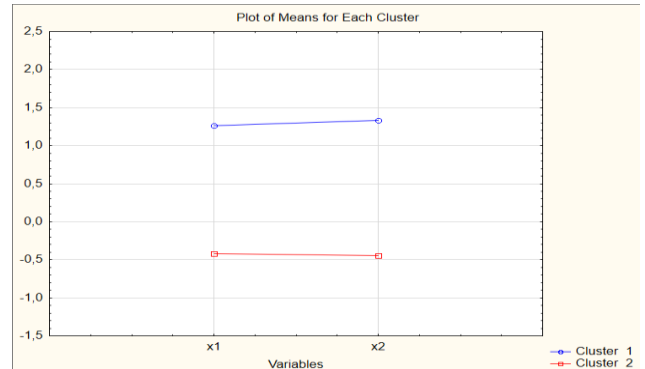


Рисунок 2

Рисунок 3

Рисунок 4

Members of Cluster Number 1 and Distances from Respective Cluster contains 2 cases	
linkage	Distance
3	0,168878
7	0,168878

Рисунок 5

Members of Cluster Number 2 and Distances from Respective Cluster contains 6 cases	
linkage	Distance
1	0,715781
2	0,371779
4	0,849148
5	0,608628
6	0,526030
8	0,644493

Рисунок 6

linkage distance	Amalgamation Schedule (кластерний) Single Linkage Euclidean distances							
	Obj. No. 1	Obj. No. 2	Obj. No. 3	Obj. No. 4	Obj. No. 5	Obj. No. 6	Obj. No. 7	Obj. No. 8
.4574389	6	8						
.4776576	3	7						
.6141430	1	2						
.8111961	1	2	6	8				
1.058868	1	2	6	8	5			
1.219597	1	2	6	8	5	4		
1.813094	1	2	6	8	5	4	3	7

Рисунок 7

Рисунок 6.1 – Результати кластерного аналізу, отримані в програмі STATISTICA 12.0

Таблиця 6.1 – Результати кластерного аналізу методом ієрархічної кластеризації та k-середніх

Ієрархічна кластеризація		Кластеризація методом k-середніх	
Суть етапу кластеризації	Відповідний рисунок із рис. 6.1	Суть етапу кластеризації	Відповідний рисунок із рис. 6.1
Налаштування параметрів кластеризації		Налаштування параметрів кластеризації	
Схема об'єднання об'єктів у кластери		Графік середніх значень кластерів	
Визначення членів кластерів		Визначення членів кластерів	

**Завдання 3.** Поясніть що зображено на кожному рисунку, який метод кластеризації використано та оберіть оптимальну кількість кластерів на кожному рисунку (рис. 6.2).

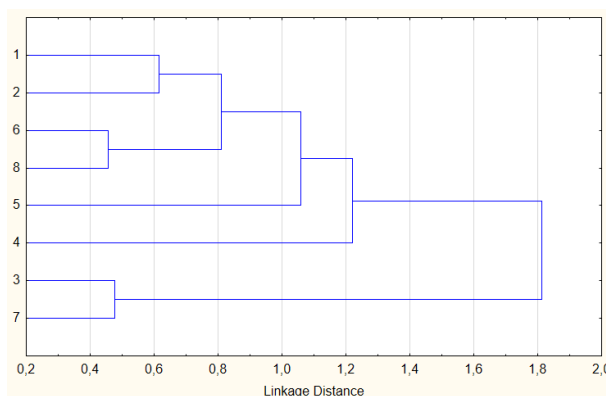


Рисунок 1

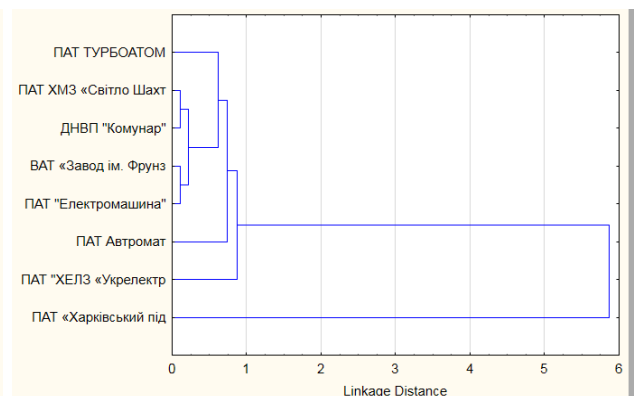


Рисунок 2

Amalgamation Schedule (кластерний)								
Single Linkage								
Euclidean distances								
linkage distance	Obj. No. 1	Obj. No. 2	Obj. No. 3	Obj. No. 4	Obj. No. 5	Obj. No. 6	Obj. No. 7	Obj. No. 8
,4574389	6	8						
,4776576	3	7						
,6141430	1	2						
,8111961	1	2	6	8				
1,058868	1	2	6	8	5			
1,219597	1	2	6	8	5	4		
1,813094	1	2	6	8	5	4	3	7

Рисунок 3

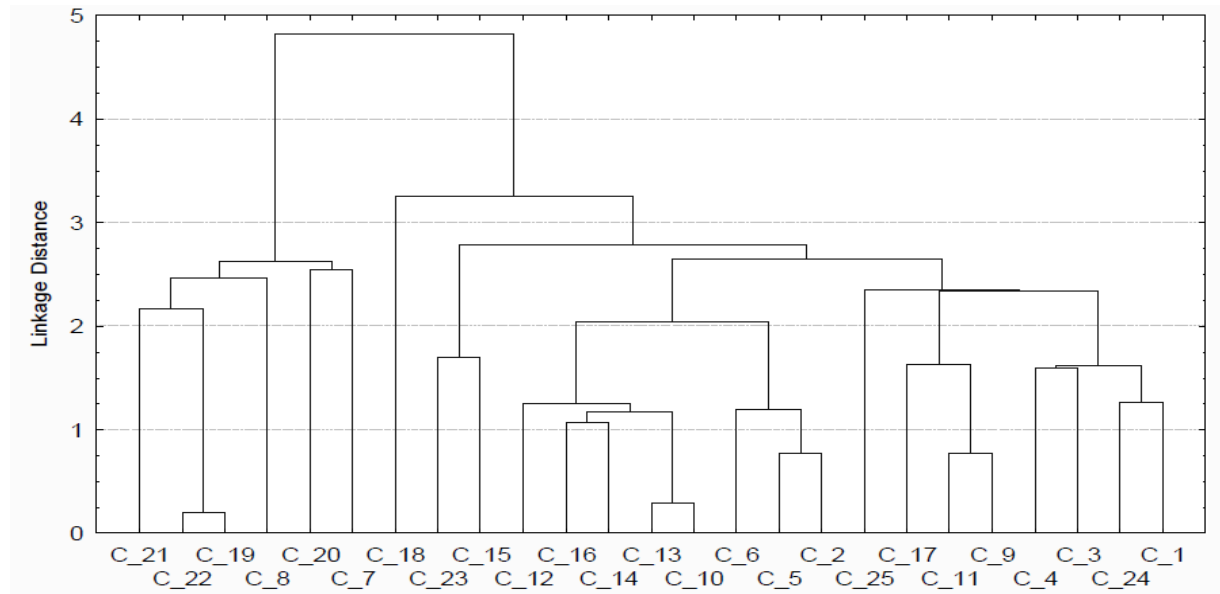


Рисунок 4

Рисунок 6.2 – Результати кластеризації об’єктів, отримані в програмі STATISTICA 12.0

**Завдання 4.** За результатами дисперсійного аналізу (рис. 6.3) оцініть репрезентативність кластерного аналізу.

Analysis of Variance (кластерний)						
Variable	Between SS	df	Within SS	df	F	signif. p
x1	4,255005	1	2,744995	6	9,30058	0,022521
x2	4,762673	1	2,237327	6	12,77240	0,011730

Рисунок 6.3 – Результати дисперсійного аналізу змінних, отримані в програмі STATISTICA 12.0

#### Методичні рекомендації до виконання завдання 4

Для оцінки репрезентативності кластерного аналізу використовуються такі показники:

- *Between SS* – міжгрупова дисперсія;
- *Within SS* – внутрішньогрупова дисперсія;
- *F* – емпіричне значення критерію Фішера;
- *signif. p* – рівень помилки

Репрезентативність забезпечується за умови:

- *Between SS* > *Within SS*
- *F* > *F*<sub>табл.</sub>
- *signif. p* < 0,05 (0,01, 0,1) – залежно від прийнятного рівня статистичної значимості.

**Завдання 5.** За даними табл. 6.2 провести ієрархічну кластеризацію методом найближчого сусіда в програмі Excel.

Таблиця 6.2 – Показники діяльності підприємств

Об'єкт кластеризації	Значення показників		Об'єкт кластеризації	Значення показників	
	X1	X2		X1	X2
1	45	60,3	5	37,8	45,7
2	38,5	64,1	6	30,5	71
3	55,3	88,9	7	50	90,6
4	24	44,3	8	25,5	68,9

#### Методичні рекомендації до виконання завдання 5

Першим етапом кластерного аналізу є стандартизація даних за формулою:

$$z = (x_{ij} - \bar{x}_i) / \sigma \quad (6.1)$$

де  $z$  – стандартизоване значення показника;

$x_{ij}$  – фактичне значення показника;

$\bar{x}_i$  – середнє значення показника по вибірці кластеризації;

$\sigma$  – середнє квадратичне відхилення показника

На основі стандартизованих даних розраховується Евклідова відстань між об'єктами кластеризації за формулою:

$$d = \sqrt{\sum_{j=1}^n (z_i - z_j)^2}, \quad (6.2)$$

де  $z_i, z_j$  – стандартизоване значення показника для  $i$ -го та  $j$ -го об'єкту кластеризації;

$n$  – кількість показників, на основі яких проводиться кластеризація.

Із матриці Евклідових відстаней знаходиться мінімальна відстань. Об'єкти, між яким встановлена мінімальна відстань, об'єднуються на першій ітерації.

На другу ітерацію переноситься матриця Евклідових відстаней, змін зазнають тільки відстані між тими об'єктами, що були об'єднані на першій ітерації, та іншими об'єктами кластеризації. Якщо на першій ітерації були, наприклад, об'єднанні об'єкти «6» та «8», в подальшому вони розглядаються вже як один об'єкт «6+8». Відповідно до методу найближчого сусіда, відстань між об'єктом «6+8» та «1» визначається як мінімальна із відстаней між об'єктами «6»-«1» та «8»-«1». Аналогічно визначаються відстані до всіх інших об'єктів. Із сформованої нової матриці відстаней знову знаходиться мінімальна відстань. Об'єкти, між яким встановлена мінімальна відстань, об'єднуються на другій ітерації. Ітерації продовжуються доки всі об'єкти не будуть об'єднані в систему.

Оптимальна кількість кластерів буде відповідати кількості об'єктів на тій ітерації, де приріст Евклідової відстані при об'єднанні є максимальним.

**Завдання 6.** Провести кластерний аналіз на одну із тем. Орієнтовний перелік тем для аналізу:

1. Кластерний аналіз специфіки територій. Вивчення географічних та економічних особливостей різних територій для визначення можливостей розвитку.
2. Розробка стратегій кластеризації підприємств. Створення стратегій для групування підприємств у кластери для спільного розвитку
3. Взаємодія та синергії кластерів. Вивчення можливостей та викликів співпраці між різними кластерами для створення синергії.
4. Територіальний маркетинг та продажі. Впровадження стратегій маркетингу та продажів для привертання інвестицій та розвитку території.
5. Інновації та технологічний розвиток кластерів. Розробка стратегій для стимулювання інновацій та використання новітніх технологій у кластерах.
6. Управління інфраструктурою територій. Оцінка та планування інфраструктурних проектів для підтримки розвитку підприємств та територій.
7. Управління інвестиційним кліматом території. Створення умов для привертання інвестицій та створення сприятливого інвестиційного клімату.
8. Сегментація ринку за соціальними та екологічними особливостями. Розбиття ринку на сегменти враховуючи соціальні та екологічні уподобання споживачів.
9. Споживчі звички та поведінкові шаблони. Аналіз груп споживачів на основі їхніх покупок, використання продуктів та стилів життя.
10. Технологічна кластеризація компаній. Групування компаній за рівнем технологічності та використанням інновацій.
11. Кластеризація замовлень або продуктів. Групування продуктів чи замовлень з метою виявлення спільних характеристик чи особливостей.
12. Розподіл за вартістю та прибутковістю. Групування продуктів, послуг чи клієнтів за рівнем вартості та прибутковості.
13. Сегментація за індексом задоволеності клієнтів. Групування клієнтів залежно від їхнього рівня задоволеності продуктами чи послугами.

14. Кластеризація проектів на основі їхнього обсягу та тривалості. Групування проектів за розміром та тривалістю для виявлення спільних характеристик та ресурсних вимог.

15. Розподіл за рівнем задоволеності працівників. Групування працівників за їхнім рівнем задоволеності роботою, оцінюваного різними параметрами.

16. Типи технологічних змін в організації. Кластеризація технологічних змін в організації за характером та обсягом.

17. Розділення продуктів за енергоефективністю. Групування продуктів або послуг за їхньою енергоефективністю та екологічним впливом.

#### *Методичні рекомендації до виконання завдання б*

Кластерний аналіз за обраною темою необхідно провести в такій послідовності:

1. Сформулювати гіпотези дослідження.
2. Обґрунтувати вибірку даних для аналізу (показники, об'єкти кластеризації, період спостереження).
3. Охарактеризувати репрезентативність вибірки.
4. Обґрунтувати необхідність використання одного із методів кластерного аналізу (чи декількох).
5. Провести кластерний аналіз.
6. Обґрунтувати кількість виділених кластерів, визначити об'єкти, що їх сформували.
7. Дати характеристику виділеним кластерам.
8. Оцінити репрезентативність кластерного аналізу.
9. Зробити економічний висновок за результатами кластеризації.
10. На основі отриманих результатів кластеризації запропонувати заходи щодо розвитку компанії (регіону, країни, групи країн) залежно від об'єкту дослідження.

## Тема 7. Класифікація об'єктів з використання дискримінантного аналізу

Мета – формування умінь з розробки та використання методу дискримінантного аналізу для визначення та прогнозування приналежності об'єктів до певних груп чи категорій на основі їхніх характеристик, що дозволяє забезпечити обґрунтоване та об'єктивне прийняття управлінських рішень.

Основні питання:

7.1 Сутність дискримінантного аналізу

7.2 Алгоритм дискримінантного аналізу

### *Практичні завдання за темою 7*

**Завдання 1.** Знайдіть відповідність між методом управлінського моделювання та його призначенням (табл. 7.1).

Таблиця 7.1 – Призначення методів управлінського моделювання

Метод	Призначення методу
1. Таксономічний аналіз	А. Виявлення найбільш значимих показників впливу та оцінка сили впливу
	В. Вирішення задачі класифікації
2. Кореляційно-регресійний аналіз	С. Встановлення щільності зв'язку між показниками
	Д. Зведення багатьох вимірів чи компонентів до інтегральної оцінки
3. Кластерний аналіз	Е. Прогнозування результуючого показника
	Ф. Прогнозування класу (групи), до якого відносить об'єкт дослідження
4. Дискримінантний аналіз	Г. Встановлення показників-репрезентантів при визначенні класу (групи), до якого відносить об'єкт дослідження

**Завдання 2.** Ідентифікуйте методи управлінського моделювання, наведені на рис. 7.1. Опишіть призначення, особливості використання кожного із них.

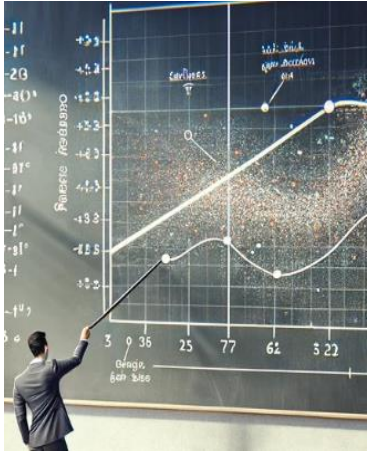


Рисунок 1



Рисунок 2



Рисунок 3

Рисунок 7.1 – Методи управлінського моделювання

**Завдання 3.** Знайдіть вірні твердження із запропонованих та поясніть кожную відповідь:

1. Дискримінантний аналіз є інструментом для вирішення задач класифікації.

Так	Ні
-----	----

2. Дискримінантний аналіз дозволяє досліднику спрогнозувати, до якого класу належить новий об'єкт.

Так	Ні
-----	----

3. Дискримінантний аналіз дозволяє спрогнозувати значення результуючого показника.

Так	Ні
-----	----

4. Як і кластерний аналіз, дискримінантний аналіз належить до методів багатовимірної класифікації.

Так	Ні
-----	----

5. Дискримінантний аналіз дозволяє інтерпретувати відмінності між існуючими класами.

Так	Ні
-----	----

6. Дискримінантний аналіз – це класифікація без учителя.

Так	Ні
-----	----

7. Із варіантів прогнозування прибутковості компанії, виокремлення груп підприємств за рівнем прибутковості, прогнозування ймовірності банкрутства, використання дискримінантного аналізу є найбільш доречним в останньому випадку.

Так	Ні
-----	----

8. Найбільшу дискримінаційну здатність мають показники, для яких значення лямбди Уїлкса є максимальним, а значення часткової лямбди – мінімальним.

Так	Ні
-----	----

9. Підприємство співвідноситься з тим класом, для якого розраховане значення функції дискримінації є максимальним.

Так	Ні
-----	----

10. Значення  $F$ -критерію 1,86 свідчить про адекватність дискримінантного аналізу.

Так	Ні
-----	----

11.  $F$ -критерій для оцінки адекватності дискримінантної моделі може приймати від'ємні значення.

Так	Ні
-----	----

12. Чим вище значення  $F$ -критерію, тим більш статистично значимою є дискримінантна модель.

Так	Ні
-----	----

13. При оцінюванні дискримінаційної здатності показників необхідно звертати увагу на  $t$ -критерій та  $F$ -критерій.

Так	Ні
-----	----

14. Значення показника  $p$ -value для змінної, яке становить 0,00, свідчить про статистичну значимість дискримінаційної здатності цієї змінної.

Так	Ні
-----	----

15. Від'ємні значення показника  $p$ -value для змінної свідчить про статистично незначиму дискримінаційну здатність цієї змінної.

Так	Ні
-----	----

16. Дискримінантний аналіз придатний для дослідження груп технологічних змін в організації за характером та обсягом.

Так	Ні
-----	----

17. Дискримінантний аналіз придатний для групування клієнтів залежно від їхнього рівня задоволеності продуктами чи послугами.

Так	Ні
-----	----

18. Дискримінантний аналіз придатний для групування проектів за розміром та тривалістю для виявлення спільних характеристик та ресурсних вимог.

Так	Ні
-----	----

19. Компанія планує вивести новий продукт на ринок і розглядає три стратегії ринкового входження: інноваційну, диференційовану та стратегію знижок. З метою вивчення, яка з трьох стратегій ринкового входження найбільш відповідає характеристикам цільового ринку, може бути використаний дискримінантний аналіз.

Так	Ні
-----	----

20. Аналітики хочуть визначити, які фактори впливають на фінансову стійкість компаній та чи можна використовувати ці фактори для прогнозування ймовірності кризи в компанії. Для цього може бути використаний дискримінантний аналіз.

Так	Ні
-----	----

**Завдання 4.** Обґрунтуйте відповіді на питання:

Чим дискримінантний аналіз відрізняється від кластерного аналізу, в яких випадках краще застосовувати дискримінантний?

Чи може дискримінантний аналіз бути ефективно застосований у випадках з високою розмірністю даних? Які існують обмеження?

Чи є дискримінантний аналіз кращим вибором для прогнозування в порівнянні із лінійною регресією?

Як можна використовувати дискримінантний аналіз для визначення важливості змінних у дослідженні?

Чи існують специфічні галузі або типи даних, де дискримінантний аналіз особливо ефективний?

Як впливає розмір вибірки на ефективність і точність дискримінантного аналізу?

Чи можливо застосувати дискримінантний аналіз до нечислових (категоріальних) даних, і якщо так, то яким чином?

Як можна інтерпретувати коефіцієнти дискримінантних функцій, і що вони говорять про відносини між змінними та розділеними групами?

Як можна використовувати результати дискримінантного аналізу для розробки стратегій прийняття рішень в бізнесі або інших дослідницьких областях?

Які можливості використання дискримінантного аналізу при діагностиці банкрутства підприємств?

Перерахуйте та поясніть завдання класифікації, для яких використання дискримінантного аналізу є неможливим.

Які критерії забезпечення статистичної значущості результатів дискримінантного аналізу?

**Завдання 5.** На рис. 7.2 представлено результати дискримінантного аналізу. Поясніть їх, оцініть статистичну значимість.

Discriminant Function Analysis Summary						
No. of vars in model: 12; Grouping: Y1 (2 grps)						
Wilks' Lambda: ,69042 approx. F (12,50)=1,8683 p< ,0620						
N=63	Wilks' Lambda	Partial Lambda	F-remove (1,50)	p-value	Toler.	1-Toler. (R-Sqr.)
Y2	0,691211	0,998855	0,057328	0,811749	0,566711	0,433289
Y3	0,741778	0,930762	3,719407	0,059471	0,333686	0,666314
Y4	0,762401	0,905586	5,212891	0,026706	0,143502	0,856498
Y5	0,764972	0,902542	5,399096	0,024253	0,149331	0,850669
Y6	0,730245	0,945462	2,884185	0,095669	0,297702	0,702298
Y7	0,690646	0,999672	0,016433	0,898512	0,440995	0,559005
Y8	0,717052	0,962857	1,928782	0,171047	0,503275	0,496725
Y9	0,690560	0,999796	0,010192	0,919988	0,053330	0,946670
Y10	0,694970	0,993452	0,329554	0,568496	0,082713	0,917287
Y11	0,711300	0,970644	1,512218	0,224556	0,126519	0,873481
Y12	0,711758	0,970020	1,545340	0,219623	0,239773	0,760227
Y13	0,745776	0,925773	4,008949	0,050698	0,144007	0,855993

Показники дискримінантної сили змінних

Classification Matrix			
Rows: Observed classifications			
Columns: Predicted classifications			
Group	Percent Correct	A p=,47619	B p=,52381
	A	73,33334	22
B	81,81818	6	27
Total	77,77778	28	35

Матриця класифікації

Рисунок 7.2 – Результати дискримінантного аналізу, отримані в програмі STATISTICA 12.0

### Методичні рекомендації до виконання завдання 5

При вирішенні завдання необхідно звернути увагу:

- на кількість груп (класів), до яких віднесено об'єкти спостереження;
- на критерії адекватності дискримінантної моделі:  $F$ , емпіричне значення якого повинне перевищувати критичне;  $p$ , значення якого повинне відповідати допустимому рівню значущості (0,01, 0,05, 0,10). Пояснити чи є адекватними отримані результати дискримінантного аналізу;
- на показники дискримінантної сили змінних:  $F$ ,  $p$ -value. Пояснити які змінні є дискримінуючими при поділі об'єктів на класи (групи);
- на відсоток правильної класифікації по групах А, В та в цілому.

**Завдання 6.** Поясніть отримані в результаті дискримінантного аналізу функції класифікації (рис. 7.3).

Variable	Classification Functions; grouping: Y1	
	A p=,47619	B p=,52381
Y2	7,8191	7,6787
Y3	-3,8189	-3,0133
Y4	-5,2051	-3,3676
Y5	0,5976	0,3992
Y6	0,0945	0,0756
Y7	1,2026	1,1973
Constant	-55,1305	-54,9150

Variable	Classification Functions; grouping: Y1	
	A p=,47619	B p=,52381
Y8	2,3664	1,9802
Y9	-3,9458	-4,0142
Y10	5,3875	4,1809
Y11	0,1756	-0,7259
Y12	63,3738	56,9158
Y13	3,5707	5,9354
Constant	-55,1305	-54,9150

Рисунок 7.3 – Функції класифікації об'єктів за результатами дискримінантного аналізу, отримані в програмі STATISTICA 12.0

## *Методичні рекомендації до виконання завдання 6*

Необхідно пояснити:

- як використовувати представлені на рисунку функції класифікації;
- що означають додатні та від’ємні значення коефіцієнтів у функціях;
- як за допомогою цих функцій перевірити адекватність дискримінантного аналізу;
- як за допомогою цих функцій визначити клас (групу), до якої будуть віднесені нові об’єкти, на основі яких не проводився дискримінантний аналіз.

**Завдання 7.** Провести дискримінантний аналіз на одну із тем. Орієнтовний перелік тем для аналізу:

1. Визначення факторів, які впливають на можливість повернення кредиту, та розробка моделі для класифікації клієнтів на ризикові та безризикові групи.

2. Аналіз фінансових та економічних показників для прогнозу можливості банкрутства підприємств і визначення ключових чинників, що призводять до фінансових труднощів.

3. Вивчення факторів, які впливають на інвестиційний ризик, і створення моделі для класифікації активів чи компаній за рівнем ризику.

4. Аналіз впливу різних маркетингових стратегій на успішність продажів та розробка моделі для класифікації ефективних та менш ефективних кампаній.

5. Дослідження факторів, які визначають конкурентоспроможність підприємств на ринку та створення моделі для класифікації компаній за рівнем конкурентоспроможності.

6. Порівняння ефективності різних галузей на основі економічних та фінансових показників та визначення ключових чинників, що впливають на успішність.

7. Вивчення факторів, які визначають вибір споживачів та розробка моделі для класифікації споживачів за їхніми потребами та перевагами.

8. Аналіз впливу різних економічних факторів на динаміку ринків і розробка моделі для передбачення тенденцій та можливих змін.

9. Визначення ключових факторів, які впливають на успішність продукту або послуги на новому ринку та розробка моделі для класифікації ринків за їхнім потенціалом.

10. Вивчення впливу інновацій на економічний розвиток та розробка моделі для оцінки важливості конкретних інновацій у різних секторах.

#### *Методичні рекомендації до виконання завдання 7*

Дискримінантний аналіз за обраною темою необхідно провести в такій послідовності:

1. Сформулювати гіпотези дослідження.
2. Обґрунтувати вибірку даних для аналізу (показники, об'єкти класифікації, період спостереження).
3. Здійснити та пояснити поділ об'єктів класифікації на класи (групи).
4. Охарактеризувати репрезентативність вибірки.
5. Провести дискримінантний аналіз.
6. Оцінити репрезентативність дискримінантного аналізу.
7. Визначити дискримінаційну здатність змінних.
8. Побудувати моделі класифікації нових об'єктів.
9. Зробити економічний висновок за результатами проведеного аналізу.
10. Описати можливості практичного використання отриманих результатів в діяльності підприємств, банків, організацій.

### 3. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Вовк Л. Математичний інструментарій моделювання економічних процесів. Київ : Ліра-К, 2017. 252 с.
2. Гладка О. М., Карпович І. М., Сінчук А. М. Моделі економічної динаміки для фахівців з інформаційних технологій. Рівне : РДГУ, 2019. 158 с.
3. Григорків В. С. Моделювання економіки. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2019. 360 с.
4. Журавльов О. В. Статистичне моделювання трансформації національної економіки в умовах глобалізації. Київ : ДП «Інформаційно-аналітичне агентство», 2017. 312 с.
5. Кузьменко О., Козьменко О. Економіко-математичні методи і моделі. Економетрика. Суми : Університетська книга, 2019. 406 с.
6. Моделі економічної динаміки / В. А. Кадієвський та ін. Київ : ДП «Інформ.-аналіт. агенство», 2017. 466 с.
7. Моделювання економічної динаміки / М. Г. Акулов та ін. Вінниця : ВФЕУ, 2017. 310 с.
8. Ahmed M. Systems Modeling. Singapore : Springer, 2020. 425 p.
9. Amiran E.Y. Algebra and Calculus: Mathematical Modeling for Business, Economics, and Finance. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2014. 270 p.
10. Baltagi Badi H. Econometric Analysis of Panel Data. Cham : Springer International Publishing, 2021. 424 p.
11. Bodmer E. Corporate and Project Finance Modeling: Theory and Practice. Hoboken : Wiley, 2014. 624 p.
12. Brook R.J., Arnold G.K. Applied Regression Analysis and Experimental Design. London : Taylor & Francis, 2019. 256 p.
13. Christensen B.J., Kiefer N., Kiefer N.M. Economic Modeling and Inference. Princeton : Princeton University Press, 2009. 488 p.

14. Ezekiel M. *Methods of Correlation and Regression Analysis: Linear and Curvilinear*. Forgotten Books, 2018. 566 p.
15. Gunst R.F., Mason R.L. *Regression Analysis and its Application: A Data-Oriented Approach*. London : Taylor & Francis, 2019. 424 p.
16. Kreinovich V., Sriboonchitta S. *Structural Changes and their Econometric Modeling*. Cham : Springer International Publishing, 2019. 776 p.
17. MirHassani S., Hooshmand F. *Methods and Models in Mathematical Programming*. Springer, 2020. 389 p.
18. Mobus G.E. *Systems Science: Theory, Analysis, Modeling, and Design*. Springer, 2022. 1404 p.
19. Naldi G., Pareschi L., Toscani G. *Mathematical Modeling of Collective Behavior in Socio-Economic and Life Sciences (Modeling and Simulation in Science, Engineering and Technology)*. Basel : Birkhäuser, 2010. 448 p.
20. Schofield N. *Mathematical Methods in Economics*. London : Taylor & Francis, 2019. 298 p.
21. Shabir S. *Mathematical Modeling in Economics*. 16Leaves, 2023. 282 p.
22. Stanimirovic I. *Correlation and Regression Analysis: Applications for Industrial Organizations*. Arcler Press, 2019. 290 p.
23. Vogt W.P., Johnson R.B. *Correlation and Regression Analysis (SAGE Benchmarks in Social Research Methods)*. Thousand Oaks : SAGE Publications Ltd, 2012. 1632 p.
24. Westfall P.H., Arias A.L. *Understanding Regression Analysis: A Conditional Distribution Approach*. London : Taylor & Francis, 2022. 514 p.

Електронне навчальне видання комбінованого використання  
Можна використовувати в локальному та мережному режимі

**Нескородєва Інна Іванівна**  
**Пустовгар Світлана Анатоліївна**

## **УПРАВЛІНСЬКЕ МОДЕЛЮВАННЯ**

Методичні рекомендації  
до практичних занять для здобувачів спеціальності  
073 «Менеджмент»

В авторській редакції

Підписано до розміщення 21.05.2024. Гарнітура Times New Roman.  
Ум. друк. арк. 2,18. Обсяг 1,515 Мб. Зам. № 127/24.

Харківський національний університет імені В. Н. Каразіна,  
61022, м. Харків, майдан Свободи, 4.  
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 3367 від 13.01.2009  
Видавництво ХНУ імені В. Н. Каразіна