

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ  
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ**

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

на засіданні кафедри  
економічної кібернетики і системного  
аналізу

Протокол №1 від 22.08.2023 р.

**ПОГОДЖЕНО**

Проректор з навчально-методичної  
роботи

  
№0207121 Каріна НЕМАШКАЛО



**БІЗНЕС-АНАЛІТИКА БАГАТОВИМІРНИХ ПРОЦЕСІВ**  
робоча програма навчальної дисципліни (РПНД)

Галузь знань **всі**  
Спеціальність **всі**  
Освітній рівень **другий (магістерський)**

Освітня програма **всі**

Статус дисципліни **вибіркова**  
Мова викладання, навчання та оцінювання **українська**

Розробники:  
д.е.н., професор

  
Лідія ГУР'ЯНОВА

к.е.н., доцент

  
Оксана ПАНАСЕНКО

к.е.н., доцент

  
Любов ЧАГОВЕЦЬ

Завідувач кафедри  
економічної кібернетики і системного аналізу

  
Лідія ГУР'ЯНОВА

## ВСТУП

Соціально-економічні процеси і явища залежать від великого числа параметрів, які їх характеризують, що обумовлює труднощі, пов'язані з виявленням структури взаємозв'язків цих параметрів. В умовах, коли рішення приймаються на підставі стохастичної, неповної інформації, використання методів багатовимірного статистичного аналізу є необхідним. Дисципліна «Бізнес-аналітика багатовимірних процесів» є вибірковою дисципліною економіко-математичного циклу для підготовки магістрів. Наукову основу дисципліни складають теоретичні методи і моделі, математичний апарат, сучасні концепції, які визначають різні підходи до порівняльного багатовимірного аналізу економічних систем. У процесі навчання здобувачі отримують необхідні знання під час лекційних, практичних та семінарських занять і виконуючи лабораторні роботи. Також велике значення в процесі вивчення та закріплення знань має самостійна робота здобувачів і виконання індивідуальних завдань.

Метою навчальної дисципліни «Бізнес-аналітика багатовимірних процесів» є вивчення теоретичних основ і можливостей практичного застосування методів багатовимірного статистичного аналізу для дослідження економічних систем різного призначення.

Основними завданнями дисципліни є вивчення теоретичних основ бізнес-аналітики багатовимірних процесів, знайомство із сучасними методами багатовимірного статистичного аналізу, набуття вмінь виділяти й аналізувати багатомірні об'єкти в економіці, будувати алгоритми кластер-процедур, здійснювати класифікацію об'єктів на основі методу дискримінантного аналізу, здійснювати лінійне упорядкування багатовимірних об'єктів на основі методів таксономії, застосовувати метод дендритів для нелінійного упорядкування об'єктів, виділяти об'єкти-репрезентанти в однорідних групах, визначати агрегатні діагностичні ознаки, застосовувати методи дисперсійного аналізу, досліджувати взаємозалежності на основі методу канонічних кореляцій, застосовувати моделі факторного аналізу для зниження розмірності простору ознак, використовувати метод головних компонентів для стиску вихідних даних, використовувати методи багатовимірного шкалювання.

Предметом дисципліни є сукупність методів і моделей порівняльного аналізу багатовимірних об'єктів.

Об'єктом вивчення дисципліни є соціально-економічні системи різного рівня ієрархії.

Результати навчання та компетентності, які формує навчальна дисципліна визначено в табл. 1.

Таблиця 1

## Результати навчання та компетентності, які формує навчальна дисципліна

| Результати навчання  | Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач вищої освіти  |
|--|--|
| Здатність збирати, аналізувати та обробляти статистичні дані, науково-аналітичні матеріали, які необхідні для розв'язання комплексних економічних завдань. | <p>Формулювати, аналізувати та синтезувати рішення науково-практичних проблем на абстрактному рівні шляхом декомпозиції їх на складові.</p> <p>Демонструвати навички самостійно приймати рішення, лідерські навички та уміння працювати в команді.</p> <p>Демонструвати навички спілкування в професійних і наукових колах державною та англійською мовами.</p> <p>Проводити дослідження, генерувати нові ідеї, здійснювати інноваційну діяльність.</p> <p>Обґрунтовувати та управляти проектами або комплексними діями.</p> <p>Демонструвати високу соціальну відповідальність і дотримання принципів академічної доброчесності.</p>  |
| Здатність використовувати сучасні інформаційні технології та економіко-математичні методи і моделі для дослідження економічних та соціальних процесів.     | <p>Оцінювати результати власної роботи і нести відповідальність за особистий професійний розвиток.</p> <p>Вибирати та використовувати необхідний науковий, методичний і аналітичний інструментарій для управління економічною діяльністю.</p> <p>Збирати, обробляти та аналізувати статистичні дані, науково-аналітичні матеріали, необхідні для вирішення комплексних економічних завдань.</p> <p>Застосовувати сучасні інформаційні технології у соціально-економічних дослідженнях.</p> <p>Формулювати нові гіпотези та наукові задачі в сфері економіки, вибирати належні напрями і відповідні методи для їх розв'язку, беручи до уваги наявні ресурси.</p> <p>Обґрунтовувати управлінські рішення щодо ефективного розвитку суб'єктів господарювання.</p> |
| Здатність до розробки сценаріїв і стратегій розвитку соціально-економічних систем.   | <p>Розробляти сценарії і стратегії розвитку соціально-економічних систем.</p> <p>Використовувати сучасні технології Data Science та Machine Learning для оцінки та аналізу сучасного стану економічних систем.</p> <p>Розробляти прогнози майбутніх станів систем, які мають нелінійний характер розвитку.</p>   |

# ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

## **Змістовий модуль 1. Методи статистичного аналізу складних систем**

### **Тема 1. Базові поняття бізнес-аналітики багатовимірних процесів**

1.1. *Сутність багатовимірного статистичного аналізу. Можливості застосування багатовимірного статистичного аналізу в бізнес-аналітиці.*

Мета і задачі навчальної дисципліни. Сутність багатовимірного статистичного аналізу.

1.2. *Історичні аспекти використання багатовимірного статистичного аналізу. Методи багатовимірного статистичного аналізу.*

Особливості розвитку курсу на сучасному етапі. Особливості багатовимірного статистичного аналізу.

1.3. *Особливості обробки багатовимірних статистичних даних. Види простору ознак. Етапи дослідження за допомогою багатовимірного статистичного аналізу*

Методи багатовимірного статистичного аналізу. Види простору ознак. Етапи дослідження за допомогою багатовимірного статистичного аналізу.

### **Тема 2. Вимірювання і типи вимірювальних шкал. Методи оцінювання вибірки**

2.1. *Поняття, сутність вимірювання та їх класифікація.*

Оцінка параметрів розподілу випадкових величин. Формування і аналіз вибіркової сукупності.

2.2. *Вибіркова сукупність, оцінка якості та формування вибірки.*

Сутність і причини виникнення похибок в даних.

2.3. *Сутність та основи робастного оцінювання вибірки. Стійкі методи оцінки параметрів вибіркової сукупності.*

2.4. *Статистичні критерії виявлення грубих помилок* Критерії виявлення і дослідження «грубих похибок».

2.5. *Основні методи визначення стійких статистичних оцінок.*

Підходи до вирішення проблеми «грубих похибок». Методи і моделі дисперсійного аналізу. Класифікація методів дисперсійного аналізу та особливості розрахункових процедур. Одновимірний, множинний та багатомірний дисперсійний аналіз.

### **Тема 3. Особливості класифікації багатовимірних процесів**

3.1. *Особливості застосування методів кластерного аналізу.*

Поняття кластерного аналізу, його завдання. Основні підходи до класифікації об'єктів.

3.2. *Термінологія кластерного аналізу*

Поняття «кластера», властивості «кластера». Типи кластерних структур. Загальна характеристика методів кластерного аналізу. Етапи кластерного аналізу. Вимоги до вхідних даних.

### *3.3. Міри подібності.*

Особливості міри подібності. Міри схожості: коефіцієнт кореляції. Міри відстані, коефіцієнти асоціативності.

## **Тема 4. Методи кластерного аналізу. Класифікація без навчання**

*4.1. Класифікація кластер-процедур. Ієрархічні агломеративні і ітеративні кластер-процедури.*

Групи методів кластерного аналізу. Відстань між кластерами. Ієрархічні методи методи групування. Алгоритм методу Уорда. Ітеративні методи класифікації кластерного аналізу. Метод К-середніх

*4.2. Нечіткі методи класифікації.*

*4.3. Критерії якості класифікації.*

Критерії якості кластеризації., в яких реалізуються методи та критерії якості кластерного аналізу.

## **Тема 5. Класифікація з навчанням. Методи дискримінантного аналізу**

*5.1. Сутність та завдання дискримінантного аналізу. Обмеження та проблеми використання методів дискримінантного аналізу.*

Сутність дискримінантного аналізу. Основні поняття дискримінантного аналізу. Завдання дискримінантного аналізу. Історія дискримінантного аналізу.

*5.2 Методи дискримінантного аналізу. Алгоритм лінійного дискримінантного аналізу Фішера для двох класів. Перевірка якості дискримінаціїю.*

Класифікація при наявності двох навчальних вибірок. Класифікація при наявності  $k$  навчальних вибірок. Обмеження під час використання багатовимірних змінних. Дискримінантні функції і їх геометрична інтерпретація. Розрахунок коефіцієнтів дискримінантної функції. Перевірка якості дискримінації. Приклад використання дискримінантного аналізу

*5.3. Приклади використання дискримінантного аналізу*

## **Змістовий модуль 2. Методи опрацювання багатовимірних об'єктів**

**Тема 6. Методи повної редукції. Таксономічний показник рівня розвитку**

*6.1. Поняття редукції ознак. Класифікація методів редукції ознак.*

Завдання скорочення розмірності простору ознак. Поняття і історія методів редукції простору ознак. Методи рішення задачі зниження розмірності і її постановка.

*6.2. Таксономічний показник рівня розвитку.*

Методи повної редукції. Таксономічний показник рівня розвитку. Алгоритм побудови таксономічного показника.

*6.3. Приклад застосування таксономічного показника рівня розвитку в економічних дослідженнях*

Приклад розрахунку таксономічного показника. Пакети прикладних програм, в яких реалізуються методи редукції.

## **Тема 7. Методи неповної редукції. Метод центру ваги**

*7.1. Поняття системи діагностичних ознак.*

Динамічні та просторові дані, просторово-часові дані. Особливості класифікації економічних об'єктів (або ситуацій) та вибір репрезентанта.

*7.2. Метод «центру ваги».*

Методи неповної редукції. Метод центру ваги. Алгоритм методу центру ваги. Правила вибору показника-репрезентанта.

*7.3. Приклад застосування методу «центру ваги» в економічних дослідженнях.*

Приклад реалізації методу центру ваги.

*7.4. Оцінка якості діагностичного простору ознак*

## **Тема 8. Методи факторного аналізу**

*8.1. Сутність моделі факторного аналізу, його основні завдання.*

Поняття факторного аналізу. Історія розвитку факторного аналізу. Класифікація методів факторного аналізу. Завдання факторного аналізу. Постановка задачі факторного аналізу

*8.2. Визначення структури і статистичне дослідження моделі факторного аналізу.*

Основна модель факторного аналізу. Основна схема реалізації факторного аналізу. Матрична форма моделі факторного аналізу. Компоненти дисперсії в факторного аналізу. Фундаментальна теорема факторного аналізу.

*8.3. Метод головних факторів. Оцінка факторів і задачі багатовимірної класифікації.*

Алгоритм методу головних факторів. Оцінка значущості моделі факторного аналізу. Інтерпретація отриманих факторів. Проблема обертання. Приклад реалізації методу головних факторів.

*8.4. Метод головних компонент.*

Методи обчислення спільнот.

*8.5. Приклад реалізації алгоритму методу головних компонент*

Варіанти реалізації обчислювальних процедур факторного аналізу.

Перелік лабораторних занять / завдань за навчальною дисципліною наведено в табл. 2

## Перелік лабораторних занять / завдань

| Назва теми та / або завдання  | Зміст  |
|---|--|
| Завдання 1. «Оцінка параметрів розподілу випадкових величин».                     | Закріплення теоретичного й практичного матеріалу за темою "Оцінка параметрів розподілу випадкових величин", придбання навичок роботи в модулі Basic Statistics                 |
| Завдання 2. «Методи і моделі кластерного аналізу. Класифікація без навчання».     | Закріплення теоретичного й практичного матеріалу за темою "Методи кластерного аналізу. Класифікація без навчання", придбання навичок роботи в модулі Cluster Analysis          |
| Завдання 3. "Методи і моделі дискримінантного аналізу. Класифікація з навчанням". | Закріплення теоретичного й практичного матеріалу за темою "Методи дискримінантного аналізу. Класифікація з навчанням", придбання навичок роботи в модулі Discriminant Analysis |
| Завдання 4. "Методи повної редукції".   | Закріплення теоретичного й практичного матеріалу за темою "Методи методи повної редукції", придбання навичок побудови таксономічного показника в середовищі Microsoft Excel    |
| Завдання 5. "Методи неповної редукції".   | Закріплення теоретичного й практичного матеріалу за темою "Методи неповної редукції", придбання навичок вибору показників-репрезентантів в середовищі Microsoft Excel          |
| Завдання 6. "Методи і моделі факторного аналізу".                                 | Закріплення теоретичного й практичного матеріалу за темою "Моделі і методи факторного аналізу", придбання навичок роботи в модулі Factor Analysis.                             |

Перелік самостійної роботи за навчальною дисципліною наведено в табл.

3.

## Перелік самостійної роботи

| Назва теми та / або завдання   | Зміст  |
|--|--|
| Тема 1. Базові поняття бізнес-аналітики багатовимірних процесів          | Вивчення базових понять бізнес-аналітики багатовимірних процесів   |
| Тема 2. Вимірювання і типи вимірювальних шкал. Методи оцінювання вибірки | Вивчення лекційного матеріалу, огляд теоретичного матеріалу з методів робастного оцінювання                          |
| Тема 3. Особливості класифікації багатовимірних процесів                 | Вивчення лекційного матеріалу, розрахунок відстаней між об'єктами різними методами                                   |
| Тема 4. Методи кластерного аналізу. Класифікація без навчання            | Вивчення лекційного матеріалу за питаннями «Метод дендритів. Алгоритм побудови дендрита. Стійкість групових оцінок». |

|   |  |
|---|--|
| Тема 5. Класифікація з навчанням.<br>Методи дискримінантного аналізу    | Вивчення лекційного матеріалу за питанням «Показники оцінки якості дискримінантної моделі, класифікація нового спостереження»            |
| Тема 6 Методи повної редукції.<br>Таксономічний показник рівня розвитку | Вивчення лекційного матеріалу за питанням «Визначення показників стимуляторів та дестимуляторів для розрахунку таксономічного показника» |
| Тема 7. Методи неповної редукції.<br>Метод центру ваги                  | Вивчення лекційного матеріалу за питаннями «Визначення показників-репрезентантів у двоелементних групах»                                 |
| Тема 8. Методи факторного аналізу                                       | Вивчення лекційного матеріалу за питаннями «Оцінка значущості моделі факторного аналізу. Інтерпретація отриманих факторів»               |

Кількість годин лекційних, лабораторних занять та годин самостійної роботи наведено в робочому плані (технологічній карті) з навчальної дисципліни.

## **МЕТОДИ НАВЧАННЯ**

У процесі викладання навчальної дисципліни для набуття визначених результатів навчання, активізації освітнього процесу передбачено застосування таких методів навчання, як:

При проведенні лекцій використовуються методи навчання, а саме ілюстрування, демонстрування наочного матеріалу із відповідним поясненням та супроводом.

Методи передачі та сприймання навчальної інформації: індуктивні, дедуктивні та аналітичні.

Методи самостійного оволодіння знаннями здобувачів, формуванням умінь і навичок:

- продуктивні – проблемні (теми 2, 3, 5, 8),
- репродуктивні – пояснювально-ілюстративні (теми 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8).

Методи, що сприяють успішному засвоєнню знань, умінь: виконання лабораторних робіт, презентація результатів лабораторних робіт.

За організаційним характером навчання:

- методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності (теми 1, 2, 6, 7);
- методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності (теми 1, 2, 3, 8);
- методи контролю та самоконтролю у навчанні (теми 1, 2, 8).
- бінарні, поєднання теоретичного, наочного, практичного матеріалу (теми 4, 5, 6, 7, 8).

В умовах змішаної форми навчання подання лекційного матеріалу та/або проведення лабораторних занять та групових та індивідуальних консультацій



відбувається з використанням платформ Zoom, в умовах звичайної аудиторної форми заняття проводяться очно, в аудиторіях та комп'ютерних залах.

## ФОРМИ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ

Система оцінювання сформованих компетентностей у здобувачів враховує види занять, які згідно з програмою навчальної дисципліни передбачають лекційні, лабораторні заняття, а також виконання самостійної роботи. Оцінювання сформованих компетентностей у здобувачів здійснюється за накопичувальною 100-бальною системою. Контрольні заходи включають: поточний контроль, модульний контроль, підсумковий контроль.

Поточний контроль здійснюється протягом семестру під час проведення лекційних та лабораторних занять. Поточний контроль з даної навчальної дисципліни проводиться в таких формах:

захист індивідуальних завдань до лабораторного практикуму;  
Інтерактивне тестування (колоквіуми).

Під час оцінювання індивідуальних завдань увага приділяється якості, самостійності та своєчасності здачі виконаних завдань викладачу, згідно з графіком навчального процесу. Якщо якась із вимог не буде виконана, то бали будуть знижені.

**Порядок проведення поточного оцінювання знань здобувачів.** Поточний контроль включає оцінювання здобувачів під час лекцій, лабораторних занять.

Самостійна робота передбачає виконання шести індивідуальних лабораторних завдань за базовими темами дисципліни.

Захист кожного індивідуального лабораторного завдання оцінюється у 10 балів. При оцінюванні використовуються наступні критерії:

1. 10 балів здобувач одержує повністю логічно послідовно розв'язане завдання, з повним обґрунтуванням обраного ходу розв'язання й отриманих висновків;

2. 7-9 балів – якщо завдання розв'язане повністю, але відсутнє обґрунтування, не повністю зроблені висновки;

3. 4-6 балів – якщо в ході дослідження була допущена технічна помилка, що вплинула на хід розв'язання й остаточні висновки;

4. 1-3 бали – якщо здобувач зміг тільки запропонувати деякий шлях розв'язання;

5. 0 балів – у випадку, якщо завдання повністю не розв'язано.

**Модульний контроль** з даної навчальної дисципліни проводиться у формі інтерактивного тестування 2 рази за семестр та включає теоретичні та практичні завдання різного рівня складності відповідно до тем змістового

модуля. Таким чином, після вивчення тем 1 – 5 (модуль 1) здобувачі виконують завдання до модуля 1. Відповідно, після вивчення тем 6 – 8 (модуль 2) – завдання до модуля 2. Виконання інтерактивних завдань модульного контролю за модулем 1 оцінюється в 20 балів, за модулем 2 – 20 балів.

Підсумкова оцінка з навчальної дисципліни розраховується з урахуванням балів, отриманих під час поточного та модульного контролю за накопичувальною системою. Сумарний результат у балах за семестр складає: "60 і більше балів – зараховано", "59 і менше балів – не зараховано" та заноситься у залікову "Відомість обліку успішності" навчальної дисципліни.

Більш детальну інформацію щодо системи оцінювання наведено в робочому плані (технологічній карті) з навчальної дисципліни.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

### Основна

1. Advanced R Statistical Programming and Data Models: Analysis, Machine Learning, and Visualization Joshua F. Wiley, Matt Wiley: APress, 2019. – 638 p.
2. Ch V Raghavendran. Hand Book on R ProgrammingScholars' Press, 2021. -- 124 p.
3. Бізнес-аналітика багатовимірних процесів : навчальний посібник / Т. С. Клебанова, Л. С. Гур'янова, Л. О. Чаговець та ін. – Харків. : Вид. ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. – 272 с.
4. Einspruch, Eric L. An Introductory Guide to R: Guilford Publications, 2022. – 196 p.
5. Chagovets L. Fuzzy Logic and Neural Networks Application in Estimation of Economic Security / L.Chagovets, N. Chernova, O. Panasenko Oksana, I. Medvicka // Conference Proceedings of the 2nd International Scientific Conference “Economic and Social-Focused Issues of Modern World” (October 16 – 17, 2019, Bratislava, Slovak Republic). – Pp. 20-29.
6. Шабельник Т. В. Математичні методи інтелектуального аналізу даних : навч. посібник для здобувачів першого рівня вищої освіти спеціальності 124 Системний аналіз / Т. В. Шабельник, О. Ф. Дяченко. – Маріуполь: МДУ, 2021. – 163 с. Режим доступу: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/28088>
7. Актуальні проблеми системного аналізу та моделювання процесів управління / За ред. В. Пономаренка, Л. Гур'янової, Я. Пеліової, Е. Ніжинського – Братислава-Харків, ВШЕМ – ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2023. – 409 с. Укр. мова, англ. мова. Режим доступу: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/29952>

### Додаткова

8. Sergio Consoli, Diego Reforgiato Recupero, Michaela Saisana. Data Science for Economics and Finance. Methodologies and Applications: Springer; 1st ed., 2021. – 369 p.

9. Silvia Bozza, Franco Taroni. Bayes Factors for Forensic Decision Analyses with R. Springer Texts in Statistics (2022).

10. Jorge Munoz-Gama, Xixi Lu. Process Mining Workshops ICPM 2021 International Workshops, Eindhoven, The Netherlands, October 31 – November 4, 2021, Revised Selected Papers in Lecture Notes in Business Information Processing (2022).

11. Dana Fisman, Grigore Rosu. Tools and Algorithms for the Construction and Analysis of Systems, 28th International Conference, TACAS 2022, Held as Part of the European Joint Conferences on Theory and Practice of Software, ETAPS 2022, Munich, Germany, April 2–7, 2022, Proceedings, Part II in Lecture Notes in Computer Science (2022).

12. Соціальні, економіко-правові та фінансові виклики в умовах глобальних трансформацій : Монографія / За ред. Л. Гур'янової, В. Цибакової. – Братислава : ВШЕМ ; Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – 188 с. Режим доступу: <http://www.repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/22424>

13. Гурьянова Л. С. Модели оценки эффективности систем здравоохранения / Л. С. Гурьянова, Н. А. Дубровина, М. М. Сироткина // National Health as Determinant of Sustainable Development of Society. Editors: Nadiya DUBROVINA & Stanislav FILIP. Monograph. School of Economics and Management in Public Administration in Bratislava, 2021. – P. 721-733. Режим доступу: <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/25577>

### **Інформаційні ресурси**

1. Сайт персональних навчальних систем ХНЕУ ім. С. Кузнеця [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=10624>

2. Національна бібліотека України ім. Вернадського – Режим доступу : [www.nbuv.gov.ua](http://www.nbuv.gov.ua)

3. Сайт Державної служби статистики України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.ukrstat.gov.ua](http://www.ukrstat.gov.ua).

4. Сайт Національного банку України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : [www.bank.gov.ua](http://www.bank.gov.ua).