

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


Каріна НЕМАШКАЛО

**МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ТА МОДЕЛІ У НАУКОВИХ
ДОСЛІДЖЕННЯХ**

робоча програма навчальної дисципліни (РПНД)

Галузь знань **05 Соціальні та поведінкові науки**
Спеціальність **051 Економіка**
Освітній рівень **третій (освітньо-науковий)**
Освітня програма **Економіка**

Статус дисципліни **обов'язкова**
Мова викладання, навчання та оцінювання **українська**

Розробник:
Д.е.н., професор
вчене звання



Лідія ГУР'ЯНОВА

Завідувач кафедри
економічної кібернетики
і системного аналізу



Лідія ГУР'ЯНОВА

Гарант програми



Галина НАЗАРОВА

Харків
2024

ВСТУП

Необхідною умовою ефективною та успішною науковою діяльністю аспірантів є знання сутності методики та організації наукових досліджень. Важливе місце в цих знаннях займають математичні методи та моделі. Тому дисципліна "Математичні методи та моделі у наукових дослідженнях" є дуже важливою в підготовці наукових дослідників. Дисципліна складається з двох змістових модулів: методи та моделі багатовимірних аналізів даних, прикладна економетрика.

Математичні методи та моделі відтворюють соціально-економічні процеси і явища, які залежать від великої кількості параметрів, що їх характеризують. Це обумовлює труднощі, пов'язані з виявленням структури взаємозв'язків цих параметрів. В умовах, коли рішення приймаються на підставі стохастичної, неповної інформації, використання методів математичного моделювання об'єктів є необхідним.

Мета навчальної дисципліни: вивчення теоретичних основ і можливостей практичного застосування методів моделювання систем, що функціонують в умовах невизначеності, під час наукових досліджень.

Завданнями вивчення дисципліни є сформулювати у здобувача освітньо-наукового ступеня доктора філософії концептуальні знання з методів і моделей, математичного апарату, сучасних концепцій, які визначають різні підходи до моделювання складних систем, знання основного інструментарію для вирішення завдань наукового пошуку, оброблення, представлення інформації та спілкування з колегами під час досліджень.

Об'єктом навчальної дисципліни є складні соціально-економічні системи, що функціонують в умовах невизначеності.

Предметом навчальної дисципліни є методи моделювання соціально-економічних систем.

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
PH01	СК 6
PH03	СК 6
PH04	ЗК 2, СК 6
PH08	СК 3
PH09	ЗК2, СК3, СК 6, СК 8
PH10	СК6
PH11	СК6

де, РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з економіки, управління соціально-економічними системами і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення фундаментальних і прикладних досліджень на рівні світових досягнень з відповідного напрямку.

РН03. Розробляти та досліджувати фундаментальні та прикладні моделі соціально-економічних процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у економіці та дотичних міждисциплінарних напрямках.

РН04. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу великих масивів даних та/або складної структури, спеціалізоване програмне забезпечення та інформаційні системи.

РН08. Планувати і виконувати емпіричні та/або теоретичні дослідження у сфері економіки та з дотичних міждисциплінарних напрямів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми

РН09. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, емпіричних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

РН10. Застосовувати креативні технології та математичні методи і моделі при здійсненні наукових досліджень та виявленні причинно-наслідкових зв'язків і тенденцій розвитку економічних явищ та процесів.

РН11. Пропонувати нові рішення в соціально-економічній сфері для забезпечення збалансованого соціально-економічного розвитку в новій світовій соціо-економічній реальності.

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

СК03. Здатність використовувати сучасні методології, методи та інструменти емпіричних і теоретичних досліджень у сфері економіки, методи комп'ютерного моделювання, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та науково-педагогічній діяльності.

СК06. Здатність обґрунтовувати та готувати економічні рішення на основі розуміння закономірностей розвитку соціально-економічних систем і процесів із застосуванням математичних методів та моделей.

СК08. Здатність визначати нові тренди і тенденції розвитку соціально-економічних явищ і процесів, виявляти причинно-наслідкові зв'язки із застосуванням креативних технологій у здійсненні наукових досліджень.

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Зміст навчальної дисципліни

Змістовий модуль 1. Методи та моделі багатовимірного аналізу даних

Тема 1. Моделювання як метод наукового пізнання складних систем.

Особливості застосування методів кластерного аналізу.

1.1. Особливості обробки багатомірних статистичних даних

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

1.2. Методи багатовимірної обробки, зіставлення та моделювання сукупностей.

Зв'язок дисципліни з іншими дисциплінами спеціальності. Типологія методів багатовимірного аналізу даних.

1.3. Особливості застосування методів кластерного аналізу.

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

1.4. Термінологія кластерного аналізу

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

1.5. Міри подібності.

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

1.6. Класифікація кластер-процедур.

Групи методів кластерного аналізу. Відстань між кластерами.

1.7. Ієрархічні агломеративні і ітеративні кластер-процедури.

Ієрархічні методи групування. Алгоритм методу Уорда. Ітеративні методи класифікації кластерного аналізу. Метод К-середніх

1.8. Альтернативні методи класифікації багатомірних об'єктів

Нечітка кластеризація. Базовий алгоритм нечітких k-середніх. Метод Fuzzy c-means. Геометричні методи. Метод пошуку згущення «форель». Метод дендритів. Метод куль.

1.9. Критерії якості класифікації кластерного аналізу.

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

Тема 2. Класифікація з навчанням. Методи дискримінантного аналізу

2.1. Основні положення дискримінантного аналізу.

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

2.2 Методи дискримінантного аналізу

Класифікація при наявності двох навчальних вибірок. Класифікація при наявності k навчальних вибірок. Обмеження під час використання дискримінантних змінних

2.3. Алгоритм лінійного дискримінантного аналізу Фішера для двох класів.

Дискримінантні функції і їх геометрична інтерпретація. Розрахунок коефіцієнтів дискримінантної функції. Перевірка якості дискримінації. Приклад використання дискримінантного аналізу. Пакети прикладних програм, в яких реалізуються методи дискримінантного аналізу.

Тема 3. Методи скорочення простору ознак

3.1. Поняття редукції і історія скорочення розмірності простору ознак.

Завдання скорочення розмірності простору ознак. Поняття і історія методів редукції простору ознак.

3.2. Методи редукції простору ознак.

Методи рішення задачі зниження розмірності і її постановка. Методи неповної редукції. Метод центру ваги. Методи повної редукції. Таксономічний показник рівня розвитку

3.3. Алгоритм методу центру ваги.

Алгоритм методу центру ваги. Правила вибору показника-репрезентанта. Угрупування і вибір репрезентантів. Приклад реалізації методу центру ваги.

3.4. Таксономічний показник рівня розвитку.

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

Тема 4. Моделі і методи факторного аналізу

4.1. 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

4.2. Визначення структури і статистичне дослідження моделі факторного аналізу.

Основна модель факторного аналізу. Основна схема реалізації факторного аналізу. Матрична форма моделі факторного аналізу. Компоненти дисперсії факторного аналізу. Фундаментальна теорема факторного аналізу. Варіанти реалізації обчислювальних процедур факторного аналізу.

4.3. Метод головних факторів. Оцінка факторів і задачі класифікації.

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

Змістовий модуль 2. Методи просунутої економетрики

Тема 5. Проблеми побудови економетричних моделей

5.1. Особливості побудови економетричної моделі.

Економетрична модель, її види. Етапи побудови економетричних моделей. Особливості обґрунтування форми економетричної моделі. Методи відбору факторів. Критерії якості економетричних моделей.

5.2. Методи розробки економетричної моделі в умовах мультиколінеарності.

Побудова економетричних моделей в умовах мультиколінеарності незалежних змінних. Ознаки мультиколінерності. Методи звільнення від мультиколінерності.

5.3. Побудова економетричних моделей з нестандартними помилками.

Перевірка наявності автокореляції. Оцінювання параметрів моделей з автокорельованими залишками. Методи визначення гетероскедастичності. Оцінювання параметрів моделі з гетероскедастичними похибками.

Тема 6. Моделі з дискретними змінними

6.1 Поняття фіктивних змінних. Види моделей з фіктивними змінними.

Сутність фіктивних змінних. Регресія кількісних та якісних змінних. Міри зв'язку. Моделі з кількома фіктивними змінними. Взаємодія фіктивних змінних.

6.2. Особливості побудови моделей з фіктивними змінними.

Особливості специфікації моделі з фіктивними змінними. Фіктивна змінна зрушення. Фіктивна змінна нахилу. Тест Чоу. Сплайн-функції.

6.3. Поняття та класифікація моделей з дискретними залежними змінними.

Моделі бінарного вибору. Моделі множинного вибору. Моделі з упорядкованими альтернативними варіантами.

6.4. Методи probit- та logit-аналізу.

Особливості probit- та logit-моделі. Оцінювання параметрів моделі. Критерії якості моделей. Моделі множинного вибору. Особливості побудови моделей з неупорядкованими альтернативами. Латентні змінні. Особливості розробки моделей з упорядкованими альтернативами.

6.5. Моделі з обмеженими залежними змінними

Поняття цензурованої та відсіченої вибірок. Приклади та характеристики відсічених вибірок. Приклади та характеристики цензурованих вибірок. Моделі цензурованих вибірок. Tobit-модель. Модель Хекмана. Оцінювання параметрів моделей. Критерії якості.

Тема 7. Моделі панельних даних

7.1. Поняття панельних даних. Види панельних даних.

Просторово-часові вибірки. Збалансована панель. Незбалансована панель. Ротаційна панель.

7.2. Класифікація моделей панельних даних. Методи оцінювання параметрів.

Звичайна модель панельних даних. Модель з фіксованим ефектом. Модель з випадковим ефектом. Внутрішньогрупове перетворення. Виконувальний узагальнений метод найменших квадратів.

7.3. Тести на специфікацію моделі.

Ієрархія моделей панельних даних. Зміст гіпотез. Тест Фішера. Тест Бреуша-Пагана. Тест Хаусмана.

Тема 8. VAR- та ЕСМ-моделі

8.1. Особливості побудови VAR-моделі

Теоретичні основи моделювання економічних систем за допомогою VAR-технологій. ADF-тест, тест Гренджера. Оцінювання VAR-моделі. Вибір порядку VAR-моделі. Аналіз функції імпульсних відгуків. Оцінка стабільності системи. Декомпозиція дисперсії помилок прогнозу в VAR-моделюванні.

8.2. Поняття моделі корегування помилки та коінтеграції.

Механізм корегування помилки та коінтеграція. Перевірка часових рядів на коінтеграцію. Особливості побудови ЕСМ-моделей.

Перелік лабораторних занять за навчальною дисципліною наведено в табл.

2.

Таблиця 2

Перелік лабораторних занять

Назва завдання	Зміст
Тема 1.	За допомогою методів кластерного аналізу по наведених варіантах провести класифікацію економічних об'єктів за наступними алгоритмами: ієрархічному агломеративному методу; методу k-середніх; методу куль; методу дендритів. Вихідні дані нормувати. Дати графічну й економічну інтерпретацію, побудувати дендрограму. Порівняти розбивку на кластери, порахувавши функціонали якості класифікації, зробити висновки)
Тема 2.	За допомогою методів дискримінантного аналізу за наведеними варіантами, використовуючи класи як навчальні вибірки, провести дискримінацію зазначених економічних об'єктів, кожен з яких характеризується системою показників і віднести їх до відповідного класу. Дати економічну інтерпретацію й зробити висновки.
Тема 3.	Здійснити редукцію ознак на підставі методів «центра ваги», рівня розвитку (такмономічного показника рівня розвитку). Дати економічну інтерпретацію й зробити висновки.
Тема 4.	У таблицях приведені показники фінансово-економічної діяльності підприємств. Необхідно за допомогою методу головних компонент розрахувати факторні навантаження, визначити значення факторів та виділити найбільш значимі показники, розрахувати коефіцієнти інформативності факторного простору.
Тема 5.	Побудувати лінійну багатофакторну економетричну модель (включити усі відповідні фактори і визначити всі її характеристики). Перевірити статистичну значимість параметрів моделі, коефіцієнта множинної кореляції). Перевірити адекватність моделі за допомогою критерію Фішера. Перевірити модель на наявність мультиколінеарності. Навести матрицю парних кореляцій для факторних ознак. За методом Феррара- Глобера оцінити суттєвість мультиколінеарності. Навести результати дослідження моделі за критерієм Дарбіна - Уотсона і нециклічного коефіцієнта автокореляції. Зробити висновки щодо наявності автокореляції Побудувати гістограму і графік розподілу похибок. Навести групування даних за значеннями похибок, дати економічну інтерпретацію. Перевірити модель на наявність гетероскедастичності за критерієм Гольфреда-Квандта, тесту Глейсера, Спірмена. Зробити висновки щодо наявності чистої, змішаної та повної гетероскедастичності, провести графічний аналіз, зробити висновки щодо адекватності побудованої багатофакторної моделі, дати економічну інтерпретацію моделі в цілому. Побудувати і дати інтерпретацію моделей, побудованих на основі методів покрокового включення і покрокового виключення змінних. Якщо в моделі присутня мультиколінеарність, то для оцінки параметрів використати метод рідж-регресії. Визначити всі характеристики моделі. Навести графіки зміни значень оцінок параметрів рідж-моделі залежно від значення параметра. Оцінити ступінь зсуву оцінок. Якщо в моделі присутня автокореляція чи гетероскедастичність, то для оцінки

	параметрів використати відповідні методи її корегування та усунення. Зробити порівняльний аналіз побудованих моделей. Визначити найбільш адекватну й економічно інтерпретовану модель.
Тема 6.	Побудувати логістичну регресію, визначити всі її характеристики, провести оцінку її адекватності, навести вид моделі. Побудувати пробіт регресію, визначити всі її характеристики, провести оцінку її адекватності, навести вид моделі. Повести порівняльний аналіз моделей, навести матрицю класифікацій, визначити прогнозні значення ймовірностей, маржинальні ефекти. Представити економічну інтерпретацію результатів моделювання. Побудувати модель з <i>dummu</i> -змінними. Перевірити гіпотезу про відсутність структурного зрушення даних за допомогою тесту Чоу
Тема 7.	Побудувати звичайну модель панельних даних, модель з фіксованим, модель з випадковим ефектом. Визначити всі їх характеристики, провести оцінювання адекватності моделей. Провести порівняльний аналіз моделей на підставі тестів Фішера, Бреуша-Пагана, Хаусмана. Зробити висновки. Привести економічну інтерпретацію результатів моделювання
Тема 8.	Перевірити часові ряди на стаціонарність, зробити перетворення часових рядів. Визначити характер причинно-наслідкових зв'язків на підставі тесту Гренджера. Здійснити оцінювання VAR-моделі, провести імпульсний аналіз та декомпозицію дисперсій. Перевірити часові ряди на коінтеграцію на підставі тестів Інгла-Гренджера, Йохансена, здійснити оцінювання ЕСМ-моделі, стабільності системи. Знайти прогноз. Привести економічну інтерпретацію результатів моделювання.

Перелік самостійної роботи за навчальною дисципліною наведено в табл.

3.

Таблиця 3

Перелік самостійної роботи

Назва завдання	Зміст
Тема 1.	За даними соціально-економічних систем розробити моделі кластерного аналізу
Тема 2.	За даними соціально-економічних систем розробити моделі дискримінантного аналізу
Тема 3.	На підставі даних соціально-економічних систем здійснити редукцію ознак
Тема 4.	На підставі даних соціально-економічних об'єктів сформувавши систему головних компонент
Тема 5.	На підставі даних соціально-економічних систем розробити економетричні моделі
Тема 6.	На підставі даних соціально-економічних систем розробити пробіт-, логіт- моделі, моделі з <i>dummu</i> -змінними
Тема 7.	Розробити моделі панельних даних соціально-економічних систем
Тема 8.	На підставі даних соціально-економічних систем розробити VAR- та ЕСМ-моделі

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: лекції проблемного характеру, міні-лекції, робота в малих групах, презентації, банки візуального супроводу (табл. 4 і 5). Розділ форм та методів активізації процесу навчання за темами навчальної дисципліни наведено у табл. 4.

Таблиця 4

**Розподіл форм та методів активізації процесу навчання
за темами навчальної дисципліни**

Тема	Практичне застосування навчальних технологій
Тема 1.	Лекція проблемного характеру з питання "Класифікація методів багатомірного аналізу та їх особливості" , Міні-лекція з питання "Ієрархічні кластер-процедури", банки візуального супроводу робота в малих групах, презентація результатів
Тема 2.	Лекція проблемного характеру з питання "Побудова дискримінантних моделей", робота в малих групах, презентація результатів, банки візуального супроводу
Тема 3.	Лекція проблемного характеру з питання "Завдання скорочення розмірності простору ознак", робота в малих групах, презентація результатів
Тема 4.	Лекція проблемного характеру з питання "Постановка задачі факторного аналізу", банки візуального супроводу
Тема 5.	Лекція проблемного характеру з питання «Проблеми побудови економетричної моделі в умовах мультиколінераності, автокореляції, гетероскедастичності», банки візуального супроводу робота в малих групах, презентація результатів
Тема 6.	Лекція проблемного характеру з питання "Побудова моделей множинного вибору", банки візуального супроводу робота в малих групах, презентація результатів
Тема 7.	Міні-лекція з питання «Вибір специфікації моделі панельних даних», банки візуального супроводу робота в малих групах, презентація результатів
Тема 8.	Міні-лекція з питання «Алгоритм коінтеграційного аналізу», банки візуального супроводу робота в малих групах, презентація результатів

Таблиця 5

Використання методик активізації процесу навчання

Тема	Практичне застосування методик	Методики активізації процесу навчання
Тема 1.	Завдання 1. «Методи і моделі кластерного аналізу. Класифікація без навчання».	Робота в малих групах, комп'ютерна симуляція

Тема 2.	Завдання 2. "Побудова дискримінантних моделей"	Робота в малих групах, комп'ютерна симуляція
Тема 3.	Завдання 3. «Методи скорочення простору ознак»	Робота в малих групах, комп'ютерна симуляція
Тема 4.	Завдання 4. «Методи і моделі факторного аналізу».	Робота в малих групах, комп'ютерна симуляція
Тема 5.	Завдання 5. Побудова економетричної моделі	Робота в малих групах, комп'ютерна симуляція
Тема 6.	Завдання 6. Побудова й аналіз моделі з <i>dummu</i> -змінними. Побудова <i>logit</i> -, <i>probit</i> -моделей	Робота в малих групах, комп'ютерна симуляція
Тема 7.	Завдання 7. Побудова та аналіз моделей панельних даних	Робота в малих групах, комп'ютерна симуляція
Тема 8. і	Завдання 8. Побудова VAR-моделі та моделі корегування помилки.	Робота в малих групах, комп'ютерна симуляція

Лекції проблемного характеру – один із найважливіших елементів проблемного навчання здобувачів. Вони передбачають поряд із розглядом основного лекційного матеріалу встановлення та розгляд кола проблемних питань дискусійного характеру, які недостатньо розроблені в науці й мають актуальне значення для теорії та практики. Лекції проблемного характеру відрізняються поглибленою аргументацією матеріалу, що викладається. Вони сприяють формуванню у здобувачів самостійного творчого мислення, прищеплюють їм пізнавальні навички. Здобувачі стають учасниками наукового пошуку та вирішення проблемних ситуацій.

Міні-лекції передбачають викладення навчального матеріалу за короткий проміжок часу й характеризуються значною ємністю, складністю логічних побудов, образів, доказів та узагальнень. Вони проводяться, як правило, як частина заняття-дослідження. Міні-лекції відрізняються від повноформатних лекцій значно меншою тривалістю. Зазвичай міні-лекції тривають не більше 10 – 15 хвилин і використовуються для того, щоб стисло донести нову інформацію. Міні-лекції часто застосовуються як частини цілісної теми, яку бажано викладати повноформатною лекцією, щоб не втомлювати аудиторію. Тоді інформація надається по черзі кількома окремими сегментами, між якими застосовуються інші форми й методи навчання.

Робота в малих групах дає змогу структурувати практично-семінарські та лабораторні заняття за формою і змістом, створює можливості для участі кожного здобувача в роботі за темою заняття, забезпечує формування особистісних якостей та досвіду соціального спілкування.

Презентації – виступи перед аудиторією, що використовуються для представлення певних досягнень, результатів роботи групи, звіту про виконання індивідуальних завдань, проектних робіт. Презентації можуть бути як індивідуальними, наприклад виступ одного здобувача, так і колективними, тобто виступи двох та більше здобувачів.

Комп'ютерна симуляція (гра) – це метод навчання, що спирається на використання спеціальних комп'ютерних програм, за допомогою яких можливе віртуальне моделювання. Здобувачі можуть змінювати параметри й дані,

приймати рішення та аналізувати наслідки таких рішень. Метою використання даного методу є розвиток системного мислення здобувачів, їх здібностей до планування, формування вмінь розпізнавати й аналізувати проблеми, порівнювати й оцінювати альтернативи, приймати оптимальні рішення й діяти в умовах обмеженого часу.

Банки візуального супроводу сприяють активізації процесу навчання за темами навчальної дисципліни за допомогою наочності.

ФОРМИ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ

Університет використовує 100 бальну накопичувальну систему оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лекційних, лабораторних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості здобувача вищої освіти до виконання конкретної роботи і оцінюється сумою набраних балів. Для дисциплін з формою семестрового контролю залік: максимальна сума – 100 балів; мінімальна сума – 60 балів.

Підсумковий контроль включає семестровий контроль та атестацію здобувача вищої освіти.

Семестровий контроль проводиться у формі диференційованого заліку.

Підсумкова оцінка за навчальною дисципліною визначається сумуванням всіх балів, отриманих під час поточного контролю.

Поточний контроль з даної навчальної дисципліни проводиться в таких формах:

- захист лабораторних завдань (60 балів);
- проведення контрольних робіт (20 балів);
- виконання індивідуального науково-дослідного завдання (20 балів).

Модульний контроль здійснюється у формі комплексної контрольної роботи. Модульний контроль проводиться на ПНС після того як розглянуто увесь теоретичний матеріал та виконані індивідуальні завдання в межах кожного з двох модулів. Більш детальна інформація щодо системи оцінювання та накопичування балів з навчальної дисципліни наведена у робочому плані (технологічній карті) з навчальної дисципліни.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Бізнес-аналітика багатомірних процесів [Електронний ресурс] : навч. посіб. / Т. С. Клебанова, Л. С. Гур'янова, Л. О. Чаговець [та ін.] ; Харківський національний економічний університет ім. С. Кузнеця. - Електрон. текстові дан. (6,61 МБ). - Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2018. - 271 с. <http://www.repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/22020>
2. Економетрика [Електронний ресурс] : навч. посібник / [Л.С. Гур'янова, Т.С. Клебанова, Р.М. Яценко, С.В. Прокопович, О.А. Сергієнко]. –

мультимедійне інтерактивне електрон. вид. комбінованого використ. – Х. : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2019. – Режим доступу : <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=4842>.

Додаткова

3. Кононова К. Машинне навчання: методи та моделі: підручник / К. Кононова. – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2019. - 307 с. https://www.researchgate.net/profile/Kateryna-Kononova/publication/345765254_MASINNE_NAVCANNA_METODI_TA_MODELI/links/5fad1c5892851cf7dd1396bf/MASINNE-NAVCANNA-METODI-TA-MODELI.pdf
4. Кононова К. Інтелектуальні системи аналізу даних: нав.-мет. посібник/ К. Кононова – Харків: ХНУ імені В.Н. Каразіна, 2019. - 100 с.
5. Cavicchioli, Maddalena. Goodness-of-fit tests for Markov Switching VAR models using spectral analysis // Journal of Statistical Planning and Inference, Volume 219, 2022, Pages 189-203, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378375821001324>
6. Guryanova Lidiya, Stanislav Milevskiy, Elena Piskun, Maria Belyaeva, Liliya Kasyanenko. Methods and Models of Machine Learning in Managing the Competitiveness of Audit Companies. Guryanova, L., Yatsenko, R., Babenko, V., Dubrovina, N. (Eds.): Machine Learning Methods and Models, Predictive Analytics and Applications, Proceedings of the Workshop on the XII International Scientific Practical Conference Modern problems of social and economic systems modelling (MPSESM-W 2020), Kharkiv, Ukraine, June 25, 2020, CEUR-WS.org, online. P. 77-91 <https://ceur-ws.org/Vol-2649/paper7.pdf>
7. Guryanova Lidiya, Oksana Panasenko, Vitalii Gvozditskiy, Mykhaylo Ugryumov, Viktoriia Strilets, Serhii Chernysh Methods and Models of Machine Learning in Managing the Market Value of the Company. Guryanova, L., Yatsenko, R., Dubrovina, N. Babenko, V., (Eds.): Machine Learning Methods and Models, Predictive Analytics and Applications, Proceedings of the Workshop on the XIII International Scientific Practical Conference Modern problems of social and economic systems modelling (MPSESM-W 2021), Kharkiv, Ukraine, April 9, 2021, CEURWS.org, online. <http://ceur-ws.org/Vol-2927/>
8. Klebanova Tamara, Olha Rudachenko, Vitalii Gvozdytskyi, Mozhovyi Ievgen, Guryanova Lidiya. Classification Of Regions Of Ukraine By The Level Of Social Tension // WSEAS Transactions on Systems and Control, Volume 15, 2020, Art. #57, pp. 576-584 <https://doi.org/10.37394/23203.2020.15.57>
9. Saldivia, Mauricio, Kristjanpoller, Werner, Olson, E. Josephine. Energy consumption and GDP revisited: A new panel data approach with wavelet decomposition // Applied Energy, Volume 272, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115207>
10. Ramos, Célia M.Q., Casado-Molina, Ana-María. Online corporate reputation: A panel data approach and a reputation index proposal applied to the banking sector // Journal of Business Research, Volume 122, 2021, Pages 121-130, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0148296320305671>

11. Zyma Oleksandr, Lidiya Guryanova, Nataliia Gavkalova, Natalia Chernova, Olga Nekrasova. THE APPLICATION OF MACHINE LEARNING METHODS IN DETERMINING ATTRACTIVE DEVELOPMENT DIRECTIONS FOR TOURISM BUSINESSES. INTELLECTUAL ECONOMICS 2022 , No 16(1), p. 151-165 <https://ojs.mruni.eu/ojs/intellectual-economics/article/view/7150>

Інформаційні ресурси

12. Математичні методи, моделі та інформаційні технології у наукових дослідженнях. Сайт ПНС ХНЕУ ім. С. Кузнеця [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=9031>

13. Національна бібліотека України ім. Вернадського – www.nbuv.gov.ua

14. Сайт Державної служби статистики України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.ukrstat.gov.ua.

15. Сайт Національного банку України / [Електронний ресурс]. – Режим доступу : www.bank.gov.ua.

16. Dua, D. and Graff, C. UCI Machine Learning Repository [http://archive.ics.uci.edu/ml]. 2019. - Irvine, CA: University of California, School of Information and Computer Science. <https://archive.ics.uci.edu/>

17. OECD Statistical Resource. <https://www.oecd.org/sdd/statisticalresources.htm>

18. United Nations data, A world of information. <https://data.un.org/>

19. The World Bank, Enterprise surveys, What businesses experience. <https://www.enterprisesurveys.org/en/data>

20. Global Edge, Statistical Data Sources. <https://globaledge.msu.edu/global-resources/statistical-data-sources>

21. Eurostat. <https://ec.europa.eu/eurostat/>