

**ДЕРЖАВНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ**

Система забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти

сертифікована на відповідність ДСТУ ISO9001:2015 / ISO 9001:2015

Кафедра цифрової економіки та системного аналізу

ЗАТВЕРДЖЕНО

вченою радою ДТЕУ

(пост. п. 11 від 09.09.2023 р.)

Ректор

Анатолій МАЗАРАКІ



**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
У НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ /
MATHEMATICAL MODELLING
IN SCIENTIFIC RESEARCHES**

**РОБОЧА ПРОГРАМА /
COURSE OUTLINE**

освітній ступінь	доктор філософії / PhD
галузь знань	05 Соціальні та поведінкові науки / 05 Social and behavioral sciences
спеціальність	051 Економіка / 051 Economics

Київ 2023

Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу ДТЕУ заборонено

Автор: А. А. Роскладка, доктор економічних наук, професор

Програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри цифрової економіки та системного аналізу 11.09.2023 р., протокол № 2

Рецензент: В. Ф. Гамалій, доктор фізико-математичних наук, професор
Н. В. Ралле, кандидат економічних наук, доцент, фахівець з розробки та тестування програмного забезпечення ТОВ «ОМІЛІЯ НЕТЮРАЛ ЛЕНГВІДЖ СОЛЮШНС УА»

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
У НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ /
MATHEMATICAL MODELLING
IN SCIENTIFIC RESEARCHES**

**РОБОЧА ПРОГРАМА/
COURSE OUTLINE**

освітній ступінь	доктор філософії	/	PhD
галузь знань	05 Соціальні та поведінкові науки	/	05 Social and behavioral sciences
спеціальність	051 Економіка	/	051 Economics

1. СТРУКТУРА ДИСЦИПЛІНИ ТА РОЗПОДІЛ ГОДИН ЗА ТЕМАМИ (ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН)

Для вивчення дисципліни відводиться 90 год / 3 кредити ЄКТС (лекцій – 16 год., практичних занять – 12 год., самостійної роботи – 62 год.), підсумковий контроль – залік.

Назва теми	Кількість годин				Форми контролю*
	Усього годин/ кредитів	із них:			
		лекції	заняття	самостій- на робота студентів	
Тема 1. Концептуальні аспекти застосування математичного моделювання в науковій діяльності	8	2	0	6	Т, ВІЗ
Тема 2. Математичні моделі оптимізації	12	2	2	8	Т, ВПЗ, ВІЗ
Тема 3. Прикладні оптимізаційні моделі	10	2	0	8	Т, ВІЗ, ПР
Тема 4. Математичні моделі прогнозування	14	2	4	8	Т, ВПЗ, ВІЗ
Тема 5. Оцінка якості математичних моделей	12	2	2	8	Т, ВПЗ, ВІЗ
Тема 6. Експертні методи моделювання в науковому дослідженні	12	2	2	8	Т, ВПЗ, ВІЗ
Тема 7. Математичні моделі індивідуального вибору рішень	10	2	0	8	Т, ВІЗ
Тема 8. Моделі групового прийняття рішень	12	2	2	8	Т, ВПЗ, ВІЗ
<i>Підсумковий контроль – залік</i>					
РАЗОМ	90/3	16	12	62	х

Примітка*:

Т – тестування; ВПЗ – виконання практичних завдань; ВІЗ – виконання індивідуальних завдань; ПР – підготовка презентації.

2. ТЕМАТИКА ТА ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНИХ, ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ І САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Результати навчання	Навчальна діяльність	Робочий час студента, год.
<p>Знати: основні типи математичних моделей процесів і систем.</p> <p>Вміти: використовувати математичні методи дослідження різноманітних процесів.</p>	<p>Тема 1. Концептуальні аспекти застосування математичного моделювання в науковій діяльності</p> <p>План лекції 1</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Поняття моделі і моделювання. 2. Математична модель, основні етапи процесу моделювання. 3. Класифікація моделей. 4. Основні типи математичних моделей. 5. Етапи математичного аналізу процесів, явищ, об'єктів і систем. <p>Список рекомендованих джерел: <i>Основний:</i> 1, 4. <i>Додатковий:</i> 6, 12.</p> <p>Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції, вивчення основних та додаткових джерел, виконання індивідуальних завдань з використанням комп'ютера.</p> <p><i>Індивідуальна робота:</i> За темою дисертації визначити можливі застосування математичного моделювання у поточному науковому дослідженні з метою отримання нових кількісних та якісних характеристик об'єкту дослідження.</p> <p>Відокремити та описати етапи:</p> <ul style="list-style-type: none"> - визначення об'єкта моделювання; - збір та підготовка вихідної інформації про об'єкт; - визначення мети моделювання; - побудова дескриптивної моделі об'єкта; - побудова формалізованої моделі об'єкта; - побудова математичної моделі об'єкта; - перевірка адекватності моделі об'єкта. 	<p>2</p> <p>6</p>

Результати навчання	Навчальна діяльність	Робочий час студента, год.
	<p>5. Записати отримане рівняння нелінійної регресії, обчислити розрахункові значення Y_p для заданих значень x, порівняти їх із даними значеннями y.</p> <p>6. Знайти прогнозоване значення Y для заданого значення x.</p> <p>7. Побудувати на точковому графіку (див. п. 1) отриману нелінійну криву.</p> <p>8. Використати систему <i>Curve Expert</i> для пошуку найкращого нелінійного наближення моделі.</p>	
<p>Знати: основні методи перевірки якості й коректності математичної моделі.</p> <p>Вміти: досліджувати якість, адекватність та значущість математичних моделей.</p>	<p align="center">Тема 5. Оцінка якості математичних моделей</p> <p align="center">План лекції 5</p> <ol style="list-style-type: none"> Критерії якості математичних моделей. Помилка моделі. Коефіцієнти детермінації та кореляції. Перевірка моделі на адекватність. Перевірка значущості коефіцієнтів моделі. <p align="center">Список рекомендованих джерел:</p> <p><i>Основний:</i> 1, 2, 4. <i>Додатковий:</i> 7, 9. <i>Інтернет-джерела:</i> 14.</p> <p>Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до практичних занять з теми, ознайомлення з основною та додатковою літературою, інтернет-ресурсами, виконання індивідуальних завдань з використанням комп'ютера, підготовка до тестування.</p> <p><i>Індивідуальна робота:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> Здійснити перевірку моделі, побудованої під час самостійної роботи над темою 4, на адекватність за критерієм Фішера. 	<p align="center">2</p> <p align="center">8</p>

Результати навчання	Навчальна діяльність	Робочий час студента, год.
	<p>використанням комп'ютера, підготовка до тестування.</p> <p><i>Індивідуальна робота:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. За науковим напрямом дисертації визначити параметри, які потребують експертного оцінювання. 2. Обґрунтувати вибір кількісної або рангової шкали для формування оцінок експертів. <p style="text-align: center;">Практичне заняття 5 Метод аналізу ієрархій</p> <p>Мета: побудова ієрархічних моделей розв'язання проблеми на основі ранжування альтернатив.</p> <p>Завдання: <i>Розрахувати, використовуючи метод аналізу ієрархій, пріоритети чотирьох альтернатив забезпечення банківського кредиту (А – іноземна валюта; Б – дорогоцінні метали, В – цінні папери; Г – нерухомість) у задачі багатокритеріальної оптимізації з такими критеріями:</i></p> <p style="padding-left: 40px;"><i>I група економічних критеріїв:</i></p> <p style="padding-left: 80px;"><i>A1 – зменшення фінансового ризику від кредитування;</i></p> <p style="padding-left: 80px;"><i>A2 – ймовірність збільшення вартості застави;</i></p> <p style="padding-left: 80px;"><i>A3 – повернення вартості;</i></p> <p style="padding-left: 80px;"><i>A4 – ліквідність застави;</i></p> <p style="padding-left: 40px;"><i>II група фізичних критеріїв:</i></p> <p style="padding-left: 80px;"><i>A5 – відсутність зносу;</i></p> <p style="padding-left: 80px;"><i>A6 – наявність (необхідність) місця для зберігання застави;</i></p> <p style="padding-left: 40px;"><i>III група юридичних критеріїв:</i></p> <p style="padding-left: 80px;"><i>A7 – законодавчо оформлене право забезпечення;</i></p> <p style="padding-left: 80px;"><i>A8 – гарантії на використання забезпечення.</i></p>	2

Результати навчання	Навчальна діяльність	Робочий час студента, год.
<p>Знати: індивідуальні критерії прийняття рішень в умовах невизначеності.</p> <p>Вміти: застосовувати експертні методи моделювання процесів</p>	<p>Тема 7. Математичні моделі індивідуального вибору рішень План лекції 7</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Допустимі, ефективні та оптимальні рішення. 2. Індивідуальний вибір в умовах невизначеності. 3. Критерій Вальда (песимізму). 4. Критерій Севіджа (втрат). 5. Критерій Байєса (оптимізму). 6. Критерій Гурвіца (оптимізму-песимізму). 7. Критерій Лапласа (максимум середнього виграшу). <p>Список рекомендованих джерел: <i>Основний:</i> 5. <i>Додатковий:</i> 6, 10, 12. <i>Інтернет-джерела:</i> 15.</p> <p>Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції, ознайомлення з основними та додатковими джерелами, інтернет-ресурсами, виконання індивідуальних завдань з використанням комп'ютера, підготовка до тестування.</p> <p><i>Індивідуальна робота:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Визначити множину станів, що виникають внаслідок внутрішнього або зовнішнього впливу на функціонування об'єкту дослідження дисертаційної роботи. 2. Застосувати індивідуальні критерії вибору рішення в умовах невизначеності зовнішнього середовища. 	<p>2</p> <p>8</p>

Результати навчання	Навчальна діяльність	Робочий час студента, год.
<p>Знати: групові критерії прийняття рішень в умовах невизначеності.</p> <p>Вміти: застосовувати експертні методи моделювання процесів та оцінювати узгодженість експертних оцінок при груповому виборі</p>	<p align="center">Тема 8. Моделі групового прийняття рішень План лекції 8</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Груповий вибір в умовах невизначеності. 2. Критерії Курно, Парето та Еджворта. 3. Методи оцінки узгодженості думок експертів. Коефіцієнт конкордації. <p align="center">Список рекомендованих джерел:</p> <p><i>Основний:</i> 5. <i>Додатковий:</i> 6, 10, 12. <i>Інтернет-джерела:</i> 15.</p> <p>Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції, підготовка до практичних занять з теми, ознайомлення з основними та додатковими джерелами, інтернет-ресурсами, виконання індивідуальних завдань з використанням комп'ютера, підготовка до тестування.</p> <p><i>Індивідуальна робота:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. За науковим напрямом дисертації визначити параметри, які потребують експертного оцінювання. 2. При множинному виборі об'єктів здійснити групову експертну оцінку та визначити міру узгодженості експертних висновків. <p align="center">Практичне заняття 6 Математичні моделі прийняття рішень</p> <p>Мета: визначення оптимальних рішень з використанням індивідуальних та групових оцінок.</p> <p>Завдання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Визначити оптимальне за критерієм Лапласа рішення з множини трьох допустимих рішень Y_1, Y_2, Y_3 для трьох ситуацій S_1, S_2, S_3, ймовірності 	<p align="center">2</p> <p align="center">8</p> <p align="center">2</p>

Результати навчання	Навчальна діяльність	Робочий час студента, год.
	<p>яких p_1, p_2, p_3 відомі. ОПР визначила переваги рішень для кожної ситуації в порядковій шкалі.</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Визначити оптимальне за критерієм Гурвіца рішення, користуючись даними завдання 1 (перші три рядки таблиці) за умови, що коефіцієнт песимізму $h=0.42$. 3. Визначити оптимальне за критеріями Байєса та Вальда рішення, користуючись даними завдання 1 (перші три рядки таблиці). 4. Використати генератор випадкових чисел для генерації випадкових значень функції переваг та ймовірностей настання ситуацій. Провести автоматичне визначення оптимального рішення за кожним критерієм. 5. Для групової оцінки об'єктів було запрошено 8 експертів. Групі експертів було запропоновано провести самооцінку, а також оцінити інших експертів. Вважаючи включення будь-якого експерта в експертну групу випадковою величиною, знайти коефіцієнти компетентності експертів. 6. Знайти значення рангів для 20 об'єктів, упорядкування яких задано. 7. Знайти коефіцієнт конкордації для оцінки п'ятьма експертами шістьох об'єктів. 	
<i>Підсумковий контроль – залік</i>		
Разом		90

Примітка:

курсивом позначено інтерактивні методи навчання

3. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основний

1. Здрок В. В. *Економетрія* / В. В. Здрок, Т. Я. Лагоцький. – К.: Знання, 2014. – 540 с.
2. Касьяненко В. О., Старченко Л. В. *Моделювання та прогнозування економічних процесів: навчальний посібник*. – Університетська книга, 2023. – 185 с.
3. Катренко А. В., Пасічник В. В. *Прийняття рішень: теорія та практика*. – Новий світ-2000, 2021. – 448 с.
4. *Математичні моделі в маркетингу та менеджменті: Навч. посібник / Укладачі: Гамалій В.Ф., Сотніков В.С., Вишневська В.А., Жовновач Р.І., Загреба М.М.* – Кіровоград: ЦНТУ, 2017.- 136с.
5. Негрей М., Тужик К. *Теорія прийняття рішень: Навчальний посібник*. – Центр навчальної літератури, 2018. – 272 с.

Додатковий

6. Боровик О. В. *Дослідження операцій в економіці: Навч. посібник для студентів вищих навч. закладів* / О. В. Боровик, Л. В. Боровик. – К.: Центр учбової літератури, 2007. – 423с.
7. Додонов О. Г., Кузьмичов А. І. *Датамайнінг в Excel. Розвідувальний аналіз даних та прогнозування з використанням надбудови AnalyticSolver Data Mining*: Ліра-К, 2023. – 240 с.
8. Ладієва Л. Р. *Методи оптимізації та пошуку оптимальних рішень: навчальний посібник*. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2023 [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/56540/1/Metody.pdf>
9. *Прогнозування соціально-економічних процесів: навч. посібник* / Т. С. Клебанова [та ін.]; Харків. нац. екон. ун-т ім. С. Кузнеця. – Харків: ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2015. – 656 с.
10. Сікора Я. Б., Щехорський А. Й., Якимчук Б. Л. *Методи оптимізації та дослідження операцій: навчальний посібник*. – Житомир: ЖДУ ім. Івана Франка, 2019. – 148 с.
11. Чемерис, А. *Методи оптимізації в економіці: Навч. посібник для студентів вищих навч. закладів* / А. Чемерис, Р. Юринець, О. Мицишин. – К.: Центр навчальної літератури, 2006. – 150с.
12. Bhunia A. K., Sahoo L., Shaikh A. A. *Advanced Optimization and Operations Research* / Asoke Kumar Bhunia, Laxminarayan Sahoo, Ali Akbar Shaikh. – Singapore: Springer Singapore Pte. Limited, 2020. – 626 p.
13. Tovey C. A. *Linear Optimization and Duality. A modern Exposition* / Craig A. Tovey. – Chapman and Hall/CRC, 2021. – 585 p.

Інтернет-джерела

14. CurveExpert, Version 1.34: A comprehensive curve fitting system for Windows [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://www2.msstate.edu/~dgh2/cvxpt.htm>
15. Kochenderfer M. J. Decision Making Under Uncertainty: Theory and Application [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.amazon.com/Decision-Making-Under-Uncertainty-Application/dp/0262029251>

* Курсивом виділені джерела, що є у бібліотеці ДТЕУ, або наявні повнотекстові електронні версії джерел