

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ**

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

Система забезпечення якості освітньої діяльності та якості вищої освіти
сертифікована на відповідність ДСТУ ISO 9001:2015 / ISO 9001:2015

Кафедра цифрової економіки та системного аналізу

ЗАТВЕРДЖЕНО

вченою радою

(пост. п. 6 від

Ректор

02 2020 р.)

А. А. Мазаракі

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

**РОБОЧА ПРОГРАМА
COURSE OUTLINE**

освітній ступінь	PhD
галузь знань	03 – Гуманітарні науки / Humanities 05 – Соціальні і поведінкові науки / Social and Behavioral Sciences 07 – Управління та адміністрування / Management and Administration 12 Інформаційні технології / Information Technology 18 – Виробництво і технології / Manufacturing and Technology 28 Публічне управління та адміністрування / Public administration 29 Міжнародні відносини / International relations
спеціальність	033 – Філософія / Philosophy 051 – Економіка / Economics 052 – Політологія / Political Science 053 – Психологія / Psychology 071 – Облік і оподаткування / Accounting and taxation 072 – Фінанси, банківська справа та страхування / Finance, Banking and Insurance 073 – Менеджмент / Management 075 – Маркетинг / Marketing 076 – Підприємництво, торгівля та біржова діяльність / Entrepreneurship, trade and exchange activities 122 Комп'ютерні науки / Computer Sciences 181 – Харчові технології / Food Technology 281 Публічне управління та адміністрування / Public administration 292 Міжнародні економічні відносини / International economic relations

Київ 2020

Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу КНТЕУ заборонено

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

Робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри цифрової економіки та системного аналізу 14.02.2020р., протокол № 13

Рецензент: В. Ф. Гамалій, доктор фізико-математичних наук, професор

**МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ
У НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ /**

**MATHEMATICAL MODELLING
IN SCIENTIFIC RESEARCHES**

**РОБОЧА ПРОГРАМА
COURSE OUTLINE**

освітній ступінь	PhD
галузь знань	03 – Гуманітарні науки / Humanities 05 – Соціальні і поведінкові науки / Social and Behavioral Sciences 07 – Управління та адміністрування / Management and Administration 12 Інформаційні технології / Information Technology 18 – Виробництво і технології / Manufacturing and Technology 28 Публічне управління та адміністрування / Public administration 29 Міжнародні відносини / International relations
спеціальність	033 – Філософія / Philosophy 051 – Економіка / Economics 052 – Політологія / Political Science 053 – Психологія / Psychology 071 – Облік і оподаткування / Accounting and taxation 072 – Фінанси, банківська справа та страхування / Finance, Banking and Insurance 073 – Менеджмент / Management 075 – Маркетинг / Marketing 076 – Підприємництво, торгівля та біржова діяльність / Entrepreneurship, trade and exchange activities 122 Комп'ютерні науки / Computer Sciences 181 – Харчові технології / Food Technology 281 Публічне управління та адміністрування / Public administration 292 Міжнародні економічні відносини / International economic relations

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				Форма контролю
	Усього годин / кредитів	з них:			
		лекції	практичні заняття / МК	самостійна робота аспірантів	
Тема 1. Концептуальні аспекти застосування математичного моделювання в науковій діяльності	4	2	0	2	Т, ІДЗ, П, Пр
Тема 2. Оптимізаційні моделі	20	4	2	14	Т, ІДЗ, П, Пр
Тема 3. Математичні моделі прогнозування	26	4	6	16	Т, ІДЗ, П, Пр
Тема 4. Експертні методи моделювання в науковому дослідженні	40	6	4	30	Т, ІДЗ, Пр, П, МК
Підсумковий контроль – залік					
Разом	90/3	16	12	62	х

Примітка: Т – тестування; ІДЗ – виконання індивідуальних домашніх завдань; П – перевірка індивідуальних завдань; Пр. – презентація індивідуального завдання; МК – модульний контроль.

2. ТЕМАТИКА ТА ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНИХ, ПРАКТИЧНИХ (СЕМІНАРСЬКИХ) ЗАНЯТЬ І САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ ЗДОБУВАЧІВ

Результати навчання	Навчальна діяльність ¹	Робочий час здобувача, год
1	2	3
<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 style="text-align: center;">Лекція 1. Концепція математичного моделювання</p> <p style="text-align: center;">План лекції</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 style="text-align: center;">Список рекомендованих джерел:</p> <p><i>Основний:</i> 3. <i>Додатковий:</i> 6, 7.</p>	2
	<p>Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекції, ознайомлення з основною та додатковою літературою, інтернет-ресурсами, 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. 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. 	2
<p>Знати: основні задачі основні принципи побудови математичних моделей; методи дослідження оптимізаційних моделей систем</p>	<p style="text-align: center;">Тема 2. Оптимізаційні моделі</p> <p style="text-align: center;">Лекція 2. Оптимізаційні моделі</p> <p style="text-align: center;">План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Сутність теорії оптимізації. 2. Загальна задача лінійного програмування. 3. Методи розв'язування оптимізаційних задач. 4. Програмні засоби оптимізації математичних моделей. 	2
	<p style="text-align: center;">Лекція 3. Моделі дослідження операцій</p> <p style="text-align: center;">План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Моделі цілочислової оптимізації 2. Задача про призначення. 3. Транспортна задача. 4. Моделі багатокритеріальної оптимізації. 	2

¹+20% інтерактивних методів навчання виділено курсивом

<p>Вміти: здійснювати математичну постановку та розв'язувати задачі оптимізації показників; користуватися прикладними програмами <i>MS Excel, MathCAD, Maple</i> для побудови і дослідження оптимізаційних моделей</p>	<p style="text-align: center;">Список рекомендованих джерел:</p> <p><i>Основний:</i> 4. <i>Додатковий:</i> 5, 8, 9, 12, 13. <i>Інтернет-джерела:</i> 16, 17.</p> <p>Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до практичного заняття 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> За науковим напрямом дисертації визначити критерії, які слід оптимізувати та обмеження, які накладені внутрішніми та зовнішніми умовами функціонування об'єкту дослідження. Здійснити етапи формування оптимізаційної моделі:</p> <ul style="list-style-type: none"> - визначити змінні моделі x_1, x_2, \dots, x_n; - визначити обмеження на числові значення змінних; - записати математичний вираз цільової функції; - скласти систему обмежень задачі; - записати складові частини моделі у вигляді цільової функції, системи обмежень та обмежень на змінні моделі. <p style="text-align: center;">Практичне заняття 1 Оптимізаційні методи і моделі</p> <p>Мета: побудова математичних моделей оптимізаційних задач та їх програмна реалізація. Завдання: для заданої дескриптивної моделі скласти математичну модель і здійснити її оптимізацію в програмних середовищах <i>Microsoft Excel, MathCAD, Maple</i>.</p>	<p style="text-align: center;">•</p> <p style="text-align: center;">14</p> <p style="text-align: center;">2</p>
<p>Знати: основні моделі та методи прогнозування та перевірки якості й коректності математичної моделі;</p> <p>Вміти: використовувати основні методи прогнозування; досліджувати якість, адекватність та значущість математичних моделей</p>	<p style="text-align: center;">Тема 3. Математичні моделі прогнозування</p> <p style="text-align: center;">Лекція 4. Математичні моделі кореляційно-регресійного аналізу</p> <p style="text-align: center;">План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основи кореляційно-регресійного аналізу. 2. Аналіз часових та просторових рядів. 3. Методи лінійного регресійного аналізу. 4. Нелінійні та багатofакторні кореляційно-регресійні моделі. <p style="text-align: center;">Лекція 5. Дослідження якості математичних моделей.</p> <p style="text-align: center;">План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Критерії якості математичних моделей. 2. Помилка моделі. 3. Коефіцієнти детермінації та кореляції. 4. Перевірка моделі на адекватність. 5. Перевірка значущості коефіцієнтів моделі. <p style="text-align: center;">Список рекомендованих джерел:</p> <p><i>Основний:</i> 1. <i>Додатковий:</i> 8, 10. <i>Інтернет-джерела:</i> 14.</p>	<p style="text-align: center;">2</p> <p style="text-align: center;">2</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 style="text-align: center;">16</p>

	<p><i>Індивідуальна робота:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. За науковим напрямом дисертації визначити показники, для яких слід визначити прогностні значення та інтервали стійкості прогностних оцінок. 2. Обґрунтувати або спростувати доречність вибору для прогнозування лінійної кореляційно-регресійної моделі. 3. Використати систему <i>Curve Expert</i> для вибору оптимальної моделі прогнозування даних у дисертаційному дослідженні 4. Здійснити перевірку моделі на адекватність за критерієм Фішера. 5. Здійснити перевірку значущості коефіцієнтів моделі за критерієм Стьюдента. 	
	<p align="center">Практичне заняття 2</p> <p align="center">Моделі кореляційно-регресійного аналізу</p> <p>Мета: побудова прогностних моделей у вигляді лінійних функцій.</p> <p>Завдання:</p> <p align="center"><i>Постановка задачі. на основі статистичних даних побудувати економіко-математичну модель прогнозу залежності показника Y від фактору X. Для обчислення коефіцієнтів моделі використати:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> a) метод натягнутої нитки; б) метод сум; в) метод найменших квадратів. <p><i>Обчислити прогностне значення показника для заданого значення фактору. Побудувати в одній системі координат:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1) точковий графік початкових статистичних даних; 2) графіки регресійних прямих, отриманих різними методами; 3) прогностні значення показника, отримані різними методами 	2
	<p align="center">Практичне заняття №3</p> <p align="center">Нелінійне прогнозування.</p> <p>Мета: опанування методів нелінійного регресійного аналізу.</p> <p>Завдання:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Побудувати в системі координат множину точок відповідно до свого варіанту (точковий графік). 2. Використовуючи заміни змінних звести задану нелінійну регресію до лінійної. 3. Записати формули для обчислення коефіцієнтів a і b шуканої нелінійної регресії. 4. Скласти в MS Excel таблицю для обчислення коефіцієнтів a і b. 5. Записати отримане рівняння нелінійної регресії, обчислити розрахункові значення Y_r для заданих значень x, порівняти їх із даними значеннями y. 6. Знайти прогнозоване значення Y для заданого значення x. 7. Побудувати на точковому графіку (див. п. 1) отриману нелінійну криву. 8. Використати систему <i>Curve Expert</i> для пошуку найкращого нелінійного наближення моделі. 	2
	<p align="center">Практичне заняття №4</p> <p align="center">Дослідження якості математичних моделей</p> <p>Мета: перевірка критеріїв якості моделей.</p>	2

	<p>Завдання: На основі статистичних даних фактору X та показника Y (X – порядковий номер місяця, Y – роздрібний товарообіг), знайти найкращий вид математичної функції, який відображає залежність показника Y від фактору X з використанням основних характеристик якості моделі. Вихідні дані та їх перетворення дані в таблиці.</p>	
<p>Знати: принципи ієрархічного підходу до розв'язування складних системних задач; критерії якості та об'єктивності експертних оцінок; індивідуальні та групові критерії прийняття рішень в умовах невизначеності</p> <p>Вміти: використовувати методи і процедури ранжування альтернатив при дослідженні складних ієрархічних систем; застосовувати експертні методи моделювання процесів</p>	<p>Тема 4. Експертні методи моделювання в науковому дослідженні</p> <p>Лекція 6. Методи ранжування альтернатив План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Декомпозиція проблеми. 2. Побудова ієрархічної моделі. 3. Експертне оцінювання переваг 4. Метод аналізу ієрархій. 5. Розрахунок міри узгодженості висновків. <p>Лекція 7. Математичні моделі прийняття рішень План лекції</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 (максимуму середнього виграшу). <p>Лекція 8. Групова оцінка об'єктів експертами План лекції</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>Список рекомендованих джерел: <i>Основний:</i> 2. <i>Додатковий:</i> 7, 8, 11. <i>Інтернет-джерела:</i> 15.</p>	<p>2</p> <p>2</p> <p>2</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>Індивідуальна робота:</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. 3. Визначити множину станів, що виникають внаслідок внутрішнього або зовнішнього впливу на функціонування об'єкту дослідження. 4. Застосувати індивідуальні критерії вибору рішення в умовах невизначеності зовнішнього середовища. 5. При множинному виборі об'єктів здійснити групову експертну оцінку та визначити міру узгодженості експертних висновків. 	<p>30</p>

	<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="text-align: center;"><i>I група економічних критеріїв:</i></p> <p><i>A1 – зменшення фінансового ризику від кредитування;</i> <i>A2 – ймовірність збільшення вартості застави;</i> <i>A3 – повернення вартості;</i> <i>A4 – ліквідність застави;</i></p> <p style="text-align: center;"><i>II група фізичних критеріїв:</i></p> <p><i>A5 – відсутність зносу;</i> <i>A6 – наявність (необхідність) місця для зберігання застави;</i></p> <p style="text-align: center;"><i>III група юридичних критеріїв:</i></p> <p><i>A7 – законодавчо оформлене право забезпечення;</i> <i>A8 – гарантії на використання забезпечення.</i></p> <p style="text-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. <i>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 появи яких p_1, p_2, p_3 відомі. ОПР визначила переваги рішень для кожної ситуації в порядковій шкалі.</i> 2. <i>Визначити оптимальне за критерієм Гурвіца рішення, користуючись даними завдання 1 (перші три рядки таблиці) за умови, що коефіцієнт песимізму $h = 0.42$.</i> 3. <i>Визначити оптимальне за критеріями Байєса та Вальда рішення, користуючись даними завдання 1 (перші три рядки таблиці).</i> 4. <i>Використати генератор випадкових чисел для генерації випадкових значень функції переваг та ймовірностей настання ситуацій. Провести автоматичне визначення оптимального рішення за кожним критерієм.</i> 5. <i>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.</i> 6. <i>Знайти значення рангів для 20 об'єктів, упорядкування яких задано.</i> 7. <i>Знайти коефіцієнт конкордації для оцінки п'ятьма експертами шістьох об'єктів.</i> 	2
Разом		2
		90

5. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основний

1. Здрок В. В. Економетрія / В. В. Здрок, Т. Я. Лагоцький. – К.: Знання, 2014. – 540 с.
2. Катренко А. В. Системний аналіз об'єктів та процесів комп'ютеризації: Підручник / А. В. Катренко. – Львів: Новий Світ-2000, 2013. – 396 с.
3. Математичні моделі в маркетингу та менеджменті: Навч. посібник (Текст)/ Укладачі: Гамалій В.Ф., Сотніков В.С., Вишневська В.А., Жовновач Р.І., Загреба М.М. – Кіровоград: ЦНТУ, 2017.- 136с.
4. Rajagopal K. Operations research / K. Rajagopal. – PHI Learning Pvt. Ltd., 2012. – 608 p.

Додатковий

5. 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.
6. Григорків В.С. Моделювання економіки: навч. посіб. для студ. вищ. навч. закл. / В. С. Григорків. – Чернівці : ЧНУ, 2009. – 320с.
7. Грисенко М. В. Математика для економістів. Методи й моделі, приклади й задачі: навч. посіб / М. В. Грисенко. – К. : Либідь, 2007. – 720с.
8. Гунько О. В. Використання середовища MathCAD при вивченні навчальної дисципліни «Математика для економістів»: навч.-практ. посіб. / О. В. Гунько. – Харків: ХНЕУ, 2010. – 288 с.
9. Дослідження операцій: Методичні рекомендації до самостійної роботи студентів / Каф. вищої та прикладної математики; уклад. С.В. Білоусова, Ю.А. Гладка, Т.В. Ковальчук та ін. – Київ : КНТЕУ, 2008. – 54 с.
10. Єріна А.М. Статистичне моделювання та прогнозування: навч. посіб. / А. М. Єріна. – Тернопіль: Университетская книга, 2005. – 170 с.
11. Ковальчук К. Ф., Лозовская Л. І, Савчук Л. М., Аберніхіна І. Г. Моделі і методи прийняття управлінських рішень. - Дніпропетровськ: Редакційно-видавничий відділ НМетАУ. – 2010. – 116 с.
12. Наконечний С.І. Математичне програмування / С. І. Наконечний, С. С. Савіна. – К.: КНЕУ, 2005. – 452 с.
13. 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.

Internet-ресурси

14. Curve Expert, Version 1.34: A comprehensive curve fitting system for Windows [Електронний ресурс] – Режим доступу: <http://ww2.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>

16. Naidu N. V. R. Operations Research / N. V. R. Naidu, G. I. K. Rajendra. – International Pvt Ltd, 2010. – 180 p. – Режим доступу: <https://www.ikbooks.com/openPdf/9788189866426>
17. Sharma J. K. Operations Research: Theory and Applications / J. K. Sharma. – Macmillan Publishers India Limited, 2009. – 976 p. – Режим доступу: https://books.google.com.ua/books/about/Operations_Research_3_Edition_Theory_And.html?id=kfRUPgAACAAJ&redir_esc=y

* Курсивом виділені джерела, що є у бібліотеці КНТЕУ