



## Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



# Нечіткі моделі та методи

**Шифр та назва спеціальності**  
113 – Прикладна математика

**Інститут**  
ННІ Комп'ютерних наук та інформаційних технологій

**Освітня програма**  
Інтелектуальний аналіз даних

**Кафедра**  
Комп'ютерна математика і аналіз даних

**Рівень освіти**  
Бакалавр

**Тип дисципліни**  
Спеціальна (фахова), Обов'язкова

**Семестр**  
8

**Мова викладання**  
Українська

## Викладачі, розробники



**Костюк Ольга Василівна**

[Olha.Kostiuk@khi.edu.ua](mailto:Olha.Kostiuk@khi.edu.ua)

Кандидат технічних наук, доцент кафедри комп'ютерної математики і аналізу даних НТУ «ХПІ»

Автор наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Нечіткі моделі та методи», «Теорія прийняття рішень», «Вступ до спеціальності та інженерної діяльності»

## Загальна інформація

### Анотація

Дисципліна спрямована на оволодіння теоретичними основами нечітких моделей, методів та м'яких обчислень. Розглянуто методи побудови математичних моделей наближених міркувань людини і використання їх в комп'ютерних системах, вирішення практичних задач аналізу конкретних технічних та економічних ситуацій, у яких вихідні дані є ненадійними та слабо формалізованими.

### Мета та цілі дисципліни

Метою вивчення дисципліни є набуття необхідних компетентностей для прикладного застосування основ нечіткої математики, зокрема: здатність розробляти та впроваджувати інформаційне та лінгвістичне забезпечення інтерфейсу та баз знань інтелектуальних комп'ютерних систем; здатність розробляти та впроваджувати нові інформаційні технології і програмне забезпечення для управління, проектування, прийняття рішень, пошуку, аналізу і обробки даних.

## **Формат занять**

Лекції, лабораторні роботи, розрахункові завдання, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

## **Компетентності**

- ЗК 1. Здатність учитися й оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК 2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК 8. Знання і розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- СК 3. Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.
- СК 7. Здатність розв'язувати професійні задачі за допомогою комп'ютерної техніки, комп'ютерних мереж та Інтернету, в середовищі сучасних операційних систем, із використанням стандартних офісних додатків.
- СК 14. Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних.
- СК 18. Здатність обирати та застосовувати математичні моделі та методи для статистичного та інтелектуального аналізу даних в умовах невизначеності.
- СК 19. Здатність застосовувати математичні методи та алгоритми машинного навчання, м'яких обчислень і обчислювального інтелекту для аналізу невизначених даних, прогнозування та прийняття рішень.

## **Результати навчання**

- РН 1. Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.
- РН 2. Володіти основними положеннями та методами математичного, комплексного та функціонального аналізу, лінійної алгебри та теорії чисел, аналітичної геометрії, теорії диференціальних рівнянь, зокрема рівнянь у частинних похідних, теорії ймовірностей, математичної статистики та випадкових процесів, чисельними методами.
- РН 3. Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.
- РН 13. Використовувати в практичній роботі спеціалізовані програмні продукти та програмні системи комп'ютерної математики.
- РН 14. Виявляти здатність до самонавчання та продовження професійного розвитку.
- РН 21. Знати та зрозуміти сучасні методи розв'язання математичних задач статистичного і інтелектуального аналізу даних, прогнозування тощо.
- РН 23. Вміти застосовувати існуючі та розробляти нові алгоритми і програмні засоби для статистичного і інтелектуального аналізу невизначених даних.

## **Обсяг дисципліни**

Загальний обсяг дисципліни 90 год. (3 кредити ECTS): лекції – 10 год., лабораторні роботи – 20 год., самостійна робота – 60 год.

## **Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)**

«Математична логіка», «Теорія прийняття рішень».

## **Особливості дисципліни, методи та технології навчання**

Особливістю викладання є використання елементів проектної роботи.

# Програма навчальної дисципліни

## Теми лекційних занять

**Тема 1. Загальні відомості про методи математичного представлення і обробки нечіткої інформації. Основні поняття і визначення теорії нечітких множин**

- лінгвістичний підхід Л.А. Заде;
- основні питання і задачі обчислювального інтелекту та м'яких обчислень.
- елементи булевої алгебри;
- поняття нечіткої множини;
- поняття належності;
- типові функції належності, їх властивості;
- принципи побудови функцій належності нечітких множин;
- стохастична та лінгвістична невизначеності.

**Тема 2. Математичні аспекти теорії нечітких множин. Нечіткі числа**

- операції над нечіткими множинами: включення, рівність, додток, перетин, поєднання, алгебраїчна сума та алгебраїчний добуток, гранична сума та граничний добуток, драстична сума та драстичний добуток, диз'юнктивна сума;
- звичайна множина, найближча до нечіткої;
- звичайна підмножина  $\mathbb{R}$  -рівня;
- теорема про декомпозицію;
- декартів добуток нечітких множин.
- основні визначення, арифметичні операції;
- приклади застосування нечітких чисел для економічних розрахунків.

**Тема 3. Нечітке відношення і його властивості. Нечіткий логічний висновок**

- операції над нечіткими відношеннями – поєднання, пересічення, алгебраїчна сума і алгебраїчний добуток, диз'юнктивна сума;
- закони нечіткої композиції;
- види композицій двох нечітких відносин.
- поняття лінгвістичної змінної;
- відображення нечітких множин, їх основні застосування;
- структура правил та схема механізму висновку.
- моделі оператора нечіткої імплікації Mamdani, Larsen.

**Тема 4. Моделі оператора нечіткої імплікації. Нечіткі системи керування**

- НЛВ Tsukamoto, Sugeno;
- спрощений алгоритм нечіткого логічного висновку;
- спадні нечіткі висновки;
- розв'язання задач за умов спадних нечітких висновків.
- призначення нечітких систем керування;
- класифікація й особливості нечітких систем керування.

**Тема 5. Основні галузі їх застосування нечітких систем керування. Приклади практичного використання теорії нечітких множин**

- структура та елементи нечіткого аналога ПД-регулятора;
- операція фазифікації;
- табличне представлення набору правил;
- методи дефазифікації;
- варіанти структури.
- адаптивне нечітке керування;
- нечітке керування з прогнозуванням;
- нечіткі обчислювальні системи;
- теорія нечітких рішень;
- нечіткі експертні системи;
- застосування теорії нечітких множин в економіці.

## Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені навчальним планом.

## Теми лабораторних робіт

Лабораторна робота 1. Основні питання і задачі теорії нечітких множин. Типові функції належності нечітких множин, їх властивості

Лабораторна робота 2. Операції над чіткими та нечіткими множинами

Лабораторна робота 3. Основні операції над нечіткими числами

Лабораторна робота 4. Прийняття рішень в умовах невизначеності

Лабораторна робота 5. Алгоритми НЛВ Mamdani, Larsen

Лабораторна робота 6. Алгоритми Tsukamoto, Sugeno. Спрощений алгоритм нечіткого логічного висновку

Лабораторна робота 7. Дослідження системи керування з нечітким регулятором

Лабораторна робота 8. Синтез нечітких систем керування

Лабораторна робота 9. Синтез ANFIS-системи і порівняння її ефективності з нейромережею

Лабораторна робота 10. Побудова і застосування ANFIS-моделі для прогнозування часових рядів

## Самостійна робота

Представлення і використання нечітких знань.

Класифікація нечіткої та невизначеної інформації у різних предметних галузях інженерної діяльності й технічних системах.

Класифікація операцій над нечіткими множинами. Відстань Хеммінга. Нечіткі лінгвістичні змінні. Оператори:  $t$ -норма,  $t$ -конорма.

Використання нечітких моделей на основі нечітких правил.

Приклади практичного використання теорії нечітких множин. Нечітка класифікація.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1. Fuzzy Logic Toolbox. User's Guide. The MathWorks, Inc., 2018. – 528 p.

<https://person.dibris.unige.it/masulli-francesco/lectures/ML-CI/lectures/MATLAB%20fuzzy%20toolbox.pdf>

2. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень: навч. посіб. / Т.А. Желдак, Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус, за редакцією С.А. Ус ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2020. – 387 с.

<https://ir.nmu.org.ua/jspui/bitstream/123456789/156356/1/CD1239.pdf>

3. Прохорова О. М. Моделі і методи нечіткої логіки: навч. посіб. /О. М. Прохорова, Н. В. Кальчук; Нац. аерокомс. ун-т ім. Н. Є. Жуковського "ХАІ". – Х., 2021. – 166 с.

4. Кирик, В. В. Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах [Електронний ресурс] : підручник / В. В. Кирик – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка» 2019. – 226 с.

<https://ela.kpi.ua/handle/123456789/30080>

5. Zadeh L. A. Fuzzy Logic Theory and Applications: Part I and Part II / Lofti A. Zadeh, Rafik A. Aliev. – NJ: World Scientific Publishing Co., 2018 – P.610.

ISBN: 978-981-323-817-6

<http://dx.doi.org/10.1142/10936>

### Додаткова література

6. Fuzzy Logic Toolbox. Design and simulate fuzzy logic systems

<https://se.mathworks.com/help/fuzzy/>

7. Кондратенко Ю. П. Нечіткі множини та нечітка логіка. Методичні рекомендації та вказівки для виконання лабораторних робіт студентами спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» / Ю. П. Кондратенко, Г. В. Кондратенко, Є. В. Сіденко ; під ред. д-р техн. наук, професора Ю. П. Кондратенка. – Миколаїв : ЧНУ ім. Петра Могили, 2019. – 36 с.

<https://dSPACE.chmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/308/1/Кондратенко%20Ю.%20П.%20Нечіткі%20множини.%20Вип.%20267.pdf>

8. Методичні вказівки до лабораторних занять з курсу "Нечіткі моделі та методи" : для студентів напрямку "Прикладна математика" / уклад.: Ю. І. Дорофєєв, О. В. Костюк ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2014. – 48 с.

<http://repository.kpi.kharkov.ua/handle/KhPI-Press/45510>

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

100% підсумкової оцінки складаються з результатів оцінювання у вигляді іспиту (40%) та поточного оцінювання (60%).

**Іспит:** письмове завдання (2 теоретичних питання і дві задачі) та усна доповідь.

**Поточне оцінювання:** оцінки за лабораторні роботи та розрахункове завдання.

### Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

## Норми академічної етики і політика курсу

Студент повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

## Погодження

Силабус погоджено

Дата погодження, підпис  
31.08.2023 р.

Завідувач кафедри  
Олена АХІЄЗЕР

Дата погодження, підпис  
31.08.2023 р.

Гарант ОП  
Олена АХІЄЗЕР