



# НЕЧІТКЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки
Освітня програма	Цифрові технології в енергетиці
Статус дисципліни	Вибіркова
Форма навчання	очна(денна)
Рік підготовки, семестр	1 курс весняний семестр
Обсяг дисципліни	4 кредити (120 год) 36 лек. 18 лаб. 66 СРС
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Залік, МКР
Розклад занять	<a href="http://rozklad.kpi.ua/">http://rozklad.kpi.ua/</a>
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: д.т.н., доцент, Шушура Олексій Миколайович, <a href="mailto:leshu@i.ua">leshu@i.ua</a> , тел. 050-470-15-67 Лабораторні (комп'ютерний практикум): д.т.н., доцент, Шушура Олексій Миколайович, <a href="mailto:leshu@i.ua">leshu@i.ua</a> , тел. 050-470-15-67
Розміщення курсу	Кампус

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Fuzzy logic є одним з найбільш популярних засобів штучного інтелекту, який знайшов широке застосування в сучасних технічних та програмних системах, починаючи з побутових приладів і закінчуючи управлінням космічними апаратами. Завдяки простоті застосування і наближенню до людської логіки, fuzzy системи характеризуються високою швидкістю розробки при хороших показниках результатів впровадження. Тому фахівці, які планують розробляти програмне забезпечення для інтелектуальних комп'ютерних систем, мають володіти методикою нечіткого моделювання та управління.

**Метою** дисципліни є опанування студентами основних понять, методів, алгоритмів та програмного забезпечення для розв'язку задач нечіткого моделювання, управління та підтримки прийняття рішень.

**Завдання.** В результаті вивчення дисципліни у студентів повинні сформуватися наступні компетентності:

*загальні:*

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу,
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях,

*фахові:*

- здатність розробляти програмне забезпечення на основі моделей процесів та систем з використанням нечіткої логіки.

Після засвоєння навчальної дисципліни студенти мають продемонструвати такі програмні результати навчання:

- знати основні поняття теорії нечітких множин, нечіткого моделювання і управління,

- знати основні способи виконання операцій над нечіткими множинами, нечіткими числами,
- знати методикку побудови систем нечіткого управління, алгоритми нечіткого логічного виведення,
- вміти формалізувати задачу нечіткого управління,
- вміти розробляти програмне забезпечення для управління та прийняття рішень на основі моделей процесів і систем на засадах нечіткої логіки.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

**Пререквізити дисципліни.** Знання та вміння, отримані на попередньому рівні освіти зі спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» при вивченні дисциплін математичної підготовки, комп'ютерної дискретної математики, програмування, алгоритмів та структур даних.

**Постреквізити дисципліни.** Отримані при вивченні дисципліни «Нечітке моделювання та управління» знання формують базові знання для вивчення дисциплін, пов'язаних з моделюванням та розробкою програмного забезпечення автоматизованих систем управління та підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності.

## **3. Зміст навчальної дисципліни**

Розділ 1. Теоретичні основи нечіткого моделювання та управління

Тема 1.1. Основи теорії нечітких множин

Тема 1.2. Нечіткі відношення

Тема 1.3. Нечіткі числа

Тема 1.4. Нечітка міра та інтеграл

Тема 1.5. Основи нечіткої логіки

Розділ 2. Методологія нечіткого моделювання та управління

Тема 2.1. Концептуальне моделювання предметних галузей задач нечіткого управління

Тема 2.2. Методика нечіткого управління

## **4. Навчальні матеріали та ресурси**

### ***Основна література***

1. Кирик В.В. Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах. К., 2019. 224с.
2. Желдак, Тимур Анатолійович. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень :навчальний посібник /Т.А. Желдак, Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус ; за редакцією С.А. Ус .– Дніпро :НТУ ДП,2020. – 386 с.
3. Коротка, Лариса Іванівна. Обчислювальний інтелект : теорія нечітких множин :навчальний посібник /Коротка Л.І., Зеленцов Д.Г., Науменко Н.Ю.,Ляшенко О.А., Солодка Н.О.– Дніпро :ДВНЗ УДХТУ,2020. – 161 с.

### ***Додаткова література***

4. Івахів, Орест Васильович. Основи побудови систем керування з нечіткою логікою :навчальний посібник /О. Івахів, М. Наконечний.– Львів :Растр-7,2017. – 129 с.
5. Ротштейн А. П. Проектування нечітких баз знань [Текст] : лабораторний практикум та курсове проектування : [навчальний посібник] / А. П. Ротштейн, С. Д. Штовба - Вінниця : ВДТУ, 1999. – 65 с.

6. Shushura O.M. Infological modeling of information systems subject industries in solving of fuzzy control tasks. Зв'язок. 2018. № 2. С. 53–56.
7. Технології та системи підтримки прийняття рішень в умовах невизначеності. Практикум для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» зі спеціальностей 122 Комп'ютерні науки та 126 Інформаційні системи та технології усіх форм навчання [Електронний ресурс] / [упоряд. Єгорова О.В.] ; М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. Черкаси: ЧДТУ, 2019 - 90 с.

## Навчальний контент

### 5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Розділ 1. Теоретичні основи нечіткого моделювання та управління

Тема 1.1. Основи теорії нечітких множин

Лекція 1. Аналіз та характеристика підходів до моделювання та управління на основі нечіткої логіки.

Вступ до курсу лекцій. Стохастична та лінгвістична невизначеність. Історія та характеристика застосування нечіткої логіки

Лекція 2. Поняття нечітких множин, операції над ними

Визначення нечіткої множини. Характеристики нечітких множин. Операції над нечіткими множинами. Узагальнення операцій над нечіткими множинами у вигляді t-норми и s-норми (t-конорми)

Лекція 3. Види функцій належності нечітких множин.

Кусково-лінійні функції. Z-образні і S-образні функції. П-подібні функції.

Лекція 4. Способи побудови функцій належності нечітких множин.

Огляд методів побудови функцій належності. Прямі методи побудови функцій належності. Непрямі методи побудови функцій належності. Метод нечіткої кластеризації, метод потенціалів.

Тема 1.2. Нечіткі відношення

Лекція 5. Нечіткі відношення.

Основні визначення. Операції над нечіткими відношеннями. Властивості нечітких відношень.

Лекція 6. Класи нечітких відношень.

Відношення подібності та відмінності. Поняття метрики. Нечітка класифікація та кластеризація. Відношення слабого та сильного порядку. Задача впорядкування.

Тема 1.3. Нечіткі числа

Лекція 7. Нечіткі числа та операції над ними

Визначення нечіткого числа. Операції над нечіткими числами. Нечіткі числа (L-R) типу, операції над ними. Трикутні та трапецієподібні нечіткі числа, операції над ними.

Тема 1.4. Нечітка міра та інтеграл

Лекція 8. Розмитість нечітких множин. Нечітка міра та інтеграл.

Показник розмитості нечіткої множини, застосування. Нечітка міра. Міри довіри, правдоподібності, можливості. Поняття нечіткого інтегралу, сфери застосування.

Тема 1.5. Основи нечіткої логіки

Лекція 9. Нечіткі висловлювання та предикати

Поняття нечіткого висловлювання. Нечіткі логічні операції (визначення, підходи до реалізації). Поняття нечіткого предиката.

Лекція 10. Нечітка та лінгвістична змінні.

Поняття нечіткої змінної, поняття лінгвістичної змінної. Множина термів. Зв'язки лінгвістичних змінних.

Розділ 2. Методологія нечіткого моделювання та управління

Тема 2.1. Концептуальне моделювання предметних галузей задач нечіткого управління

Лекція 11. Підходи до моделювання предметних галузей задач нечіткого управління.

Використання засобів UML. Методологія FAME. Метод О.М. Шушури.

Лекція 12. Методика нечіткого моделювання та управління.

Основні етапи побудови нечіткої моделі та розробки алгоритму нечіткого управління. Формалізації вхідних та вихідних змінних, формування бази правил, вибір алгоритму нечіткого виведення.

Лекція 13. База правил нечітких продукцій.

Узагальнена структура бази правил нечітких продукцій. Особливості формування. Вагові коефіцієнти правил. Прямий та обернений нечіткий логічний висновок.

Лекція 14. Основні етапи нечіткого логічного виведення (фазифікація, агрегування, активізація).

Етап фазифікації, особливості розрахунків. Агрегування умов правил нечітких продукцій. Активізація правих частин правил нечітких продукцій.

Лекція 15. Основні етапи нечіткого логічного виведення (акумуляція та дефазифікація)

Акумуляція заключень правил нечітких продукцій. Дефазифікація результату нечіткого логічного виведення, огляд підходів. Особливості програмної реалізації нечіткого логічного виведення.

Лекція 16. Основні алгоритми нечіткого управління

Алгоритми Мамдані, Сугено, Ларсена, Цукамото.

Лекція 17. Інструментальні засоби нечіткого управління.

Огляд можливостей MATLAB Fuzzy Logic Toolbox. Завдання вхідних та вихідних змінних, реалізація алгоритмів нечіткого логічного виведення.

Лекція 18. Приклади нечіткого моделювання та управління

Нечітка модель прогнозування результатів футбольних матчів, модель визначення пріоритету зміни напруги розподільної електричної мережі.

## **6. Самостійна робота студента**

Розділ 1. Теоретичні основи нечіткого моделювання та управління

Огляд практичних застосувань нечіткої логіки в побутових пристроях.

Способи реалізації операцій над нечіткими множинами у вигляді t-норми и s-норми.

Види функцій належності в Матлаб.

Статистичні методи визначення функцій належності

Проекції нечітких відношень.

Відношення толерантності.

Симетричні нечіткі трикутні числа.

Застосування нечітких мір та інтегралів у слабо структурованих задач.

Способи завдання нечітких логічних операцій.

Методи формування множин термів.

Розділ 2. Методологія нечіткого моделювання та управління

Нечітке інфологічне моделювання.

Нечіткі експертні системи.

Нечіткі алгоритми.

Теорія наближених міркувань.

Алгоритм нечіткого управління навчанням.

Управління динамічними системами в нечітких умовах.

Ієрархічні системи нечіткого логічного виведення.

Бібліотеки класів для реалізації нечіткого моделювання та управління.

Під час навчання застосовується пояснювально-ілюстративний, частково-пошуковий, репродуктивний, проблемний, дослідницький методи.

## 7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекційних та лабораторних робіт є обов'язковим за винятком поважних причин (хвороби, форс-мажорних обставин).

В разі пропущення занять з поважних причин викладач надає можливість студенту виконати усі або деякі завдання лабораторних робіт (винятком є виконання деяких завдань у зв'язку із закінченням навчального процесу).

Політика та принципи академічної доброчесності визначені у розділі 3 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Норми етичної поведінки Норми етичної поведінки студентів і працівників визначені у розділі 2 Кодексу честі Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського». Детальніше: <https://kpi.ua/code>.

Протягом семестру студенти:

- виконують та захищають лабораторні роботи у відповідні терміни,
- пишуть модульну контрольну роботу,
- повинні позитивно закрити дві атестації (в кінці березня та в середині травня),
- по закінченні навчального процесу складають залік.

## 8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

### *Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання*

Максимальна кількість балів з кредитного модуля дорівнює 100.

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

- виконання та захист завдань лабораторних робіт,
- модульну контрольну роботу (МКР) тривалістю 1 акад. година.
- складання заліку.

### **1. Виконання лабораторних робіт**

Завдання практичного заняття являє собою індивідуальне виконання робіт, що пов'язані з рішенням на ЕОМ заданої задачі комп'ютерного моделювання.

Вагові бали завдань наведено у таблиці.

<i>Види завдань</i>	<i>Максимальний внесок до семестрового рейтингу балів</i>
Завдання №1. Розробка алгоритмів та програмна реалізація базових операцій для нечітких множин	30
Завдання №2. Розробка нечіткої моделі та програмна реалізація алгоритмів нечіткого управління	30

Максимальна кількість балів за всі завдання дорівнює 60 балів.

### **Критерії оцінювання**

***Підготовка до роботи (у відсотках від максимальної кількості балів за відповідну роботу):***

- протокол відповідає вимогам, охайний – 20 %;
- протокол відповідає вимогам, але є чисельні виправлення – 10 %;

***Виконання завдання:***

- робота виконана повністю і вірно протягом відведеного часу – 50 %;
- робота виконана пізніше зазначеного терміну – 20 %;

***Якість захисту роботи:***

- студент вірно і повністю відповів на запитання – 30 %;
- студент при відповіді допустив несуттєві неточності – 20 %;
- студент при відповіді на запитання допустив суттєві неточності, але самостійно виправив їх – 10 %.

Для зарахування лабораторної роботи студент має набрати не менше 60% балів від максимального за цю роботу.

## **2. Модульний контроль**

Ваговий бал – 40.

Контрольна робота складається з 20 тестових завдань. За кожну вірну відповідь на запитання надається 2 бали.

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R = 60 + 40 = 100 \text{ балів.}$$

Необхідною умовою допуску до заліку є зарахування усіх лабораторних робіт, а також стартовий рейтинг ( $r_c$ ) не менше 36% від R, тобто 36 балів.

З метою підвищення оцінки на заліку студент може виконати тестову контрольну роботу з максимальною оцінкою в 40 балів, результат якої додається до суми балів за лабораторні роботи.

Сума балів переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

Бали (RD)	Традиційна оцінка
95..100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
RD≤60	Незадовільно
RD < 40 або не виконані інші умови допуску до заліку	Не допущений

### **Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):**

Складено професор, д.т.н., доцент, Шушура Олексій Миколайович

Ухвалено кафедрою ЦТЕ (протокол № 1 від 01.07.22)

Погоджено Методичною комісією НН ІАТЕ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 10 від 04.07.22)