

**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 комп'ютерних наук та інформаційних систем

ЗАТВЕРДЖЕНО

вченою радою

(пост. зі сл. від « 10 » 2020 р.)

Ректор

А. А. Мазаракі



**НЕЧІТКІ МОДЕЛІ ТА МЕРЕЖІ/
FUZZY MODELS AND NETWORKS**

**ПРОГРАМА /
COURSE SUMMARY**

Київ 2020

**Розповсюдження і тиражування без офіційного дозволу КНТЕУ
заборонено**

Автор: Демідов П.Г., кандидат технічних наук, доцент

Програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем від 18 травня 2020р., протокол № 18

Рецензенти: Пурський О. І., д-р. фіз.-мат. наук, професор,
Кудрявцева С.П., провідний науковий співробітник
Міжнародного науково-навчального центру
інформаційних технологій та систем НАН та МОН
України, канд. техн. наук.

**НЕЧІТКІ МОДЕЛІ ТА МЕРЕЖІ/
FUZZY MODELS AND NETWORKS**

**ПРОГРАМА /
COURSE SUMMARY**

ВСТУП

Програма з дисципліни «Нечіткі моделі та мережі» призначена для студентів бакалаврату денної форми навчання КНТЕУ галузі знань 12 «Інформаційні технології», спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», спеціалізації «Комп'ютерні науки».

Програму підготовлено відповідно до Стандарту вищої освіти України із зазначеної спеціальності та відповідної освітньо-професійної програми підготовки бакалаврів КНТЕУ.

Програма складається з таких розділів:

1. Мета, завдання та предмет дисципліни.
2. Передумови вивчення дисципліни як вибіркової компоненти освітньої програми.
3. Результати вивчення дисципліни.
4. Зміст дисципліни.
5. Список рекомендованих джерел.

1. МЕТА, ЗАВДАННЯ ТА ПРЕДМЕТ ДИСЦИПЛІНИ

Метою дисципліни «Нечіткі моделі та мережі» є підготовка фахівців в області методів обчислювального інтелекту, зокрема нейромережевої та нечіткої обробки даних.

Завданням вивчення дисципліни є набуття студентами знань теоретичної та практичної підготовки для роботи з інтелектуальними системами, що дозволяють майбутнім фахівцям орієнтуватися в роботі з програмами обробки неповної та нечіткої інформації шляхом реалізації в них систем нечіткого виводу.

Предметом дисципліни є нечіткі моделі, нечіткі нейронні продукційні мережі та нейронні нечіткі мережі.

2. ПЕРЕДУМОВИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ ЯК ВИБІРКОВОЇ КОМПОНЕНТИ ОСВІТНЬОЇ ПРОГРАМИ

знання

- основ інформаційних технологій, класичної теорії множин та відношень;
- основ математичної логіки та нейронних мереж;
- технологій алгоритмізації та програмування;

вміння

- розробляти алгоритми та програми в інтегрованих середовищах об'єктно-орієнтованих мов та пакетів прикладних програм для рішення технічних обчислень.

3. РЕЗУЛЬТАТИ ВИВЧЕННЯ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Нечіткі моделі та мережі», як основна компонента освітньої програми, забезпечує оволодіння студентами загальними та фаховими компетентностями і досягнення ними програмних результатів навчання за відповідною освітньо-професійною програмою:

Комп'ютерні науки (ОС бакалавр)

Номер в освітній програмі	Зміст компетентності	Номер теми, що розкриває зміст компетентності
<i>Загальні компетентності за освітньою програмою</i>		
ЗК2	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.	4,5
ЗК3	Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.	1,2
ЗК6	Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.	3
ЗК8	Здатність генерувати нові ідеї (креативність).	6,7
<i>Фахові компетентності за освітньою програмою</i>		
СК2	Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної, нейромережевої та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо.	3,6,7
СК6	Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризику.	3,6,7
СК8	Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.	4,5
СК11	Здатність до інтелектуального аналізу даних на основі методів обчислювального інтелекту включно з великими та погано структурованими даними, їхньої оперативної	4,5

	обробки та візуалізації результатів аналізу в процесі розв'язування прикладних задач.	
СК15	Здатність до аналізу та функціонального моделювання бізнес-процесів, побудови та практичного застосування функціональних моделей організаційно-економічних і виробничо-технічних систем, методів оцінювання ризиків їх проектування.	2,3
<i>Програмні результати навчання за освітньою програмою</i>		
ПР4	Використовувати методи обчислювального інтелекту, машинного навчання, неймережевої та нечіткої обробки даних, генетичного та еволюційного програмування для розв'язання задач розпізнавання, прогнозування, класифікації, ідентифікації об'єктів керування тощо	4,5
ПР12	Застосовувати методи та алгоритми обчислювального інтелекту та інтелектуального аналізу даних в задачах класифікації, прогнозування, кластерного аналізу, пошуку асоціативних правил з використанням програмних інструментів підтримки багатовимірного аналізу даних на основі технологій DataMining, TextMining, WebMining.	4,5

4. ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

Тема 1. Загальні представлення і поняття про нечітку інформацію. Нечіткі множини.

Проблеми прийняття правильних рішень в ситуаціях неповної та нечіткої інформації. Лотфі А. Заде (Lotfi A. Zaden) та його нова математична теорія. Змінення класичного канторовського поняття множини за рахунок введення розширеної характеристичної функції. Визначення операцій над нечіткими множинами. Введення поняття лінгвістичної змінної. Подальша робота Лотфі А. Заде та його послідовників. Сучасний стан в області розробок та впровадження нечітких систем в інженерну практику.

Нечіткі множини (НМ). Визначення нечіткої множини. Основні характеристики нечітких множин. Основні типи функцій приналежності. Приклади НМ. Методи побудови функцій приналежності НМ: прямі та непрямі.

Список рекомендованих джерел.

Основний: 1,2,3,4

Додатковий: 6,7

Інтернет-ресурси:8,9

Тема 2. Нечіткі відношення. Нечіткі та лінгвістичні змінні.

Нечіткі відношення та способі його завдання. Основні характеристики та операції над нечіткими відношеннями. Композиція бінарних нечітких відношень. Нечітке відображення. Принцип узагальнення в теорії нечітких множин. Властивості бінарних нечітких відношень, які задані на одному універсумі.

Визначення нечіткої та лінгвістичної змінної. Операції над нечіткими числами та інтервалами. Операції над нечіткими числами та інтервалами (L – R)-типу. Операції над трикутними нечіткими числами та трапецієвидними нечіткими інтервалами.

Список рекомендованих джерел.

Основний: 4,5

Додатковий:6,7

Інтернет-ресурси:8,10,11

Тема 3. Основи нечіткої логіки. Системи нечіткого виводу.

Базова архітектура систем нечіткого виводу. Нечіткі лінгвістичні висловлювання. Правила нечітких продукцій в системі нечіткого виводу. Алгоритм виводу в системах нечіткого виводу. Основні етапи нечіткого виводу. Формування бази правил систем нечіткого виводу. Фазифікація. Агрегування. Активізація. Акумуляція. Дефазифікація. Алгоритми нечіткого виводу: Mamdani, Tsukamoto, Sugeno, Larsen та спрощений алгоритм нечіткого виводу. Приклади використання систем нечіткого виводу в задачах управління. Мова нечіткого управління FCL.

Список рекомендованих джерел.

Основний: 1,3,4

Додатковий: 6,7

Інтернет-ресурси:8,9,13

Тема 4. Нечітке моделювання у середовищі MATLAB.

Основні елементи системи MATLAB: інсталяція, запуск та її довідкова система. Основні прийоми роботи в системі MATLAB. Графічні можливості системи MATLAB.

Процес розробки системи нечіткого виводу в середовищі пакету Fuzzy Logic Toolbox. Редактор системи нечіткого виводу FIS. Редактор функції приналежності. Редактор правил нечіткого виводу. Програми перегляду правил та поверхні системи нечіткого виводу. Приклади розробки систем нечіткого виводу в інтерактивному та командного рядку режимах.

Нечітка кластеризація в середовищі Fuzzy Logic Toolbox. Основи програмування в середовищі MATLAB.

Список рекомендованих джерел.

Основний: 1,4,5

Додатковий: 6,7

Інтернет-ресурси: 8,9,13

Тема 5. Нечітке моделювання в середовищі fuzzyTECH.

Загальна характеристика програми fuzzyTECH: нечіткий проект, елементи робочого проекту інтерфейсу програми та вбудована довідкова система. Призначення операцій в головному меню та панелі інструментів в програмі fuzzyTECH. Графічні засоби візуалізації результатів нечіткого виводу в програмі fuzzyTECH.

Характеристика засобів нечіткого моделювання в середовищі fuzzyTECH. Графічні редактори: лінгвістичних змінних та функцій приналежності їх термів; правил систем нечіткого виводу. Графічні засоби аналізу результатів нечіткого виводу. Майстер нечіткого проекту. Майстер лінгвістичної змінної. Майстер блоку правил. Приклади розробки та аналізу нечітких моделей в середовищі fuzzyTECH.

Список рекомендованих джерел.

Основний: 2, 3,5

Додатковий: 6,7

Інтернет-ресурси: 10,12,13

Тема 6. Нечіткі нейронні продукційні мережі.

Нечіткі нейронні продукційні мережі з параметричною оптимізацією правил на основі алгоритмів навчання. Нечіткі нейронні продукційні мережі типу ANFIS. Реалізація ANFIS в середовищі MATLAB. Нечітка нейронна продукційна мережа Ванга-Менделя. Нечітка нейронна продукційна мережа Такаґи-Сугено-Канґа.

Нечіткі нейронні продукційні мережі з реалізацією компонентів нечітких продукційних моделей на основі нейромережевої технології. Побудова функції приналежності передумов та заключень нечітких

продукційних правил. Формування передумов та заключень нечітких продукційних правил. Розбиття просторів вхідних змінних та формування багатомірних функцій приналежності передумов. Нечіткі продукційні мережі з представленням структури у вигляді нейронної мережі.

Список рекомендованих джерел.

Основний: 2,4,5

Додатковий: 6,7

Інтернет-ресурси: 13

Тема 7. Нейронні нечіткі мережі.

Нейронні нечіткі мережі з введенням нечіткості в структуру. Нейронні нечіткі мережі на основі нечітких нейронів. Гібридні нейронні нечіткі мережі на основі нейронів, які реалізують нечіткі операції.

Навчання нейронних нечітких мереж. Використання нейронних мереж з навчанням зі зворотним розповсюдженням помилки для реалізації нечітких моделей. Навчання нейронних нечітких мереж типу 2 та 3 з нечіткими входами, виходами та вагами. Використання нечітких продукційних мереж в нейронних мережах.

Список рекомендованих джерел.

Основний: 3,4,5

Додатковий: 6,7

Інтернет-ресурси: 8,13

5. СПИСОК РЕКОМЕНДОВАНИХ ДЖЕРЕЛ

Основний:

1. Антоненко В. М., Мамченко С.Д., Рогушина Ю.В. Сучасні інформаційні системи і технології: управління знаннями : навчальний посібник. – Ірпінь : Національний університет ДПС України, 2016. 212 с.
2. Глибовець М.М., Отецький О.В. Штучний інтелект. – К.: Вид. дім «КМ Академія», 2002. – 366 с.
3. Матвійчук А. В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка : монографія – К. : КНЕУ, 2011. – 439 с.
4. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткие множества, генетические алгоритмы, нейронные сети. – Винница: УНІВЕРСУМ-Вінниця, 1999. – 320 с.

5. Черняк О. І. Захарченко П.В. Інтелектуальний аналіз даних : підручник – Київ : Знання, 2014. – 599 с.

Додатковий:

6. Добровська Л. М. Нечіткі моделі в медицині. Комп'ютерний практикум [Електронний ресурс] : навчальний посібник для студентів спеціальності 122 “Комп'ютерні науки ” для всіх спеціалізацій. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2019 – 315 с.

7. Кондратенко Ю. П., Сіденко Є.В. Нечіткі множини та нечітка логіка. Методичні рекомендації та вказівки для виконання лабораторних робіт студентами спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».–Миколаїв : ЧНУ ім. Петра Могили, 2019. 36 с.

Інтернет – ресурси:

8. Нечітка логіка [Електронний ресурс]. – Режим доступу: uk.wikipedia.org/wiki/Нечітка_логіка (дата звернення: 30.04.2020).

9. Портал знань [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.znannya.org/?view=group:fuzzy-logic> (дата звернення: 20.12.2020).

10. Путівник мовою програмування Python [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://pythonguide.rozh2sch.org.ua/> (дата звернення: 20.12.2020).

11. Нечітка модель керування контейнерним краном. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://infopedia.su/2x61ab.html> (дата звернення: 20.12.2020).

12. NAUTICA. Нечітка логіка: [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://sites.google.com/site/ne4itkalogika/modeluvanna-v-matlab/anfis-redaktor> (дата звернення: 20.12.2020).

13. Підручник MatAp.pdf : [Електронний ресурс]. – Режим доступу: [Pidruchnyk_MatAp.pdf - ela.kpi.ua > bitstream > Pidruchnyk_MatAp](http://ela.kpi.ua/bitstream/Pidruchnyk_MatAp) (дата звернення: 20.12.2020).

** - Курсивом виділені джерела, що є в бібліотеці КНТЕУ