

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. № _____ від «___» _____ 2020 р.)

Ректор

А. Мазаракі



НЕЧІТКІ МОДЕЛІ ТА МЕРЕЖІ/ FUZZY MODELS AND NETWORKS

РОБОЧА ПРОГРАМА / COURSE OUTLINE

освітній ступінь	бакалавр	/	Bachelor
галузь знань	<u>12 Інформаційні технології</u>	/	<u>Information Technologies</u>
спеціальність	<u>122 Комп'ютерні науки</u>	/	<u>Computer Sciences</u>
спеціалізація	<u>Комп'ютерні науки</u>	/	<u>Computer Sciences</u>

Київ 2020

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

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

Робочу програму розглянуто і затверджено на засіданні кафедри комп'ютерних наук та інформаційних систем 10 листопада 2020р., протокол № 10

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
РОБОЧА ПРОГРАМА /
COURSE OUTLINE**

освітній ступінь	бакалавр	/	Bachelor
галузь знань	<u>12 Інформаційні технології</u>	/	<u>Information Technologies</u>
спеціальність	<u>122 Комп'ютерні науки</u>	/	<u>Computer Sciences</u>
спеціалізація	<u>Комп'ютерні науки</u>	/	<u>Computer Sciences</u>

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

№ по	Назва теми	Кількість годин				Форма контролю
		з них				
		Усього годин/кредитів	Лекції	Лабораторні заняття/МК	Самостійна робота	
1	Тема 1. Загальні представлення і поняття про нечітку інформацію. Нечіткі множини.	25	4	6	15	О, ПСР, ПЛР
2	Тема 2. Нечіткі відношення. Нечіткі та лінгвістичні змінні.	25	4	6	15	О, ПСР, ПЛР
3	Тема 3. Основи нечіткої логіки. Системи нечіткого виводу.	26	4	6	16	О, ПСР, ПЛР
4	Тема 4. Нечітке моделювання у середовищі MATLAB.	26	4	6	16	О, ПСР, ПЛР
5	Тема 5. Нечітке моделювання в середовищі fuzzyTECH.	26	4	6	16	О, ПСР, ПЛР
6	Тема 6. Нечіткі нейронні продукційні мережі.	26	4	6	16	О, ПСР, ПЛР
7	Тема 7. Нейронні нечіткі мережі.	26	4	6	16	О, ПСР, МК, ПЛР
РАЗОМ		180/6	28	42	110	
Підсумковий контроль – екзамен						

Умовні позначення: ПСР – перевірка самостійної роботи; МК – модульний контроль; ПЛР – перевірка лабораторної роботи; О – опитування.

2. ТЕМАТИКА ТА ЗМІСТ ЛЕКЦІЙНИХ, ПРАКТИЧНИХ (СЕМІНАРСЬКИХ), ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ, САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТІВ

Результати навчання	Навчальна діяльність	Робочий час студента, год.
Знати: визначення нечіткої множини, основні характеристики нечітких множин, основні типи функцій приналежності та методи їх побудови, операції над нечіткими множинами	Лекція 1. Загальні представлення і поняття про нечітку інформацію. Нечіткі множини. План лекції. 1. Проблеми прийняття правильних рішень в ситуаціях неповної та нечіткої інформації. Лотфі А. Заде (Lotfi A. Zaden) та його нова математична теорія. 2. Змінення класичного канторовського поняття множини за рахунок введення розширеної характеристичної функції. 3. Нечіткі множини (НМ). Визначення нечіткої множини. Основні характеристики нечітких множин. 4. Основні типи функцій приналежності. Приклади НМ. Методи побудови функцій приналежності НМ: прямі та непрямі. Операції над нечіткими множинами. Список рекомендованих джерел. Основний: 1,2,3,4 Додатковий: 6,7 Інтернет-ресурси:8,9	4
Вміти: створювати та виконувати m -функції, формувати матриці та графіки функцій в середовищі MatLab	Самостійна робота студентів. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до практичного заняття. 1. Подальша робота Лотфі А. Заде та його послідовників [4]. 2. Сучасний стан в області розробок та впровадження нечітких систем в інженерну практику [1].	15
MatLab	<i>Лабораторне заняття № 1*</i> 1. Засвоїти призначення m -файлів системи MatLab:, розробити та виконати m -функцію виконання деякого обчислювального процесу, вивчити синтаксис основних операторів MatLab 2. Виконати завдання формування матриць та графіків функцій в середовищі MatLab.	6

<p>Знати: характеристики та операції над нечіткими відношеннями, визначення нечіткої та лінгвістичної змінної, операції над нечіткими числами та інтервалами.</p>	<p>Лекція 2. Нечіткі відношення. Нечіткі та лінгвістичні змінні.</p> <p>План лекції.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нечіткі відношення та способі його завдання. Основні характеристики та операції над нечіткими відношеннями. Композиція бінарних нечітких відношень. Нечітке відображення. 2. Принцип узагальнення в теорії нечітких множин. Властивості бінарних нечітких відношень, які задані на одному універсумі. 3. Визначення нечіткої та лінгвістичної змінної. Операції над нечіткими числами та інтервалами. Операції над нечіткими числами та інтервалами (L – R)-типу. 4. Операції над трикутними нечіткими числами та трапецієвидними нечіткими інтервалами. <p>Список рекомендованих джерел: Список рекомендованих джерел. Основний: 4,5 Додатковий:6,7 Інтернет-ресурси:8,10,11</p>	<p>4</p>
	<p>Самостійна робота студентів.</p> <p>Вивчення матеріалу лекції, підготовка до практичного заняття.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. На основі заданою математичної формули функції приналежності (ФП) відповідного виду написати функцію MatLab [6]. 2. Побудувати графіки цієї ФП з різними значеннями параметрів, навести приклади функцій приналежності даного виду [6]. 	<p>15</p>
<p>Вміти: виконувати формалізацію та параметризацію нечітких множин</p>	<p><i>Лабораторне заняття № 2</i></p> <p><i>Формалізація та параметризація нечітких множин.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. На основі заданого параметру (наприклад, вік людини або іншого), а також заданих відповідних йому нечітких множин (наприклад, «молодий», «старий») в середовищі MatLab необхідно визначити ці нечіткі множини, а також деякі їхні модифікації. 2. Побудувати відповідні графіки функцій приналежності в середовищі MatLab. 	<p>6</p>

<p>Знати: технологію виконання етапів нечіткого виводу: фазифікацію, агрегування, активізацію, акумуляцію та дефазифікацію; алгоритми нечіткого виводу</p>	<p align="center">Лекція 3. Основи нечіткої логіки. Системи нечіткого виводу.</p> <p align="center">План лекції.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Базова архітектура систем нечіткого виводу. Нечіткі лінгвістичні висловлювання. 2. Правила нечітких продукцій в системі нечіткого виводу. Алгоритм виводу в системах нечіткого виводу. Основні етапи нечіткого виводу. Формування бази правил систем нечіткого виводу. 3. Фазифікація. Агрегування. Активізація. Акумуляція. Дефазифікація. Алгоритми нечіткого виводу: Mamdani, Tsukamoto, Sugeno, Larsen та спрощений алгоритм нечіткого виводу. 4. Приклади використання систем нечіткого виводу в задачах управління. Мова нечіткого управління FCL. <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,3,4 Додатковий: 6,7 Інтернет-ресурси:8,9,13</p>	<p align="center">4</p>
	<p align="center">Самостійна робота студентів.</p> <p>Вивчення матеріалу лекції, підготовка до практичного заняття.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Встановити на ПК інтегроване середовище розробки програм на мові Python [10]. 2. Використати отримані результати лабораторного заняття №2 та розробити програму в інтегрованому середовищі на мові Python побудови відповідних графіків функцій [10]. 	<p align="center">16</p>
<p>Вміти: працювати в системі Fuzzy Logic Toolbox пакету MatLab</p>	<p align="center"><i>Лабораторне заняття № 3</i></p> <p><i>Оволодіння інтерфейсом та основними можливостями системи нечіткого виведення (СНВ) Fuzzy Logic Toolbox пакету MatLab.</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виконати запуск СНВ Fuzzy Logic Toolbox пакету MatLab, вивчити її головне меню, віконний інтерфейс, провести апробацію можливостей її графічних засобів. 2. Розробити в інтерактивному режимі системи Fuzzy Logic Toolbox пакету MatLab нечітку модель апроксимації функції за допомогою системи нечіткого виведення. 	<p align="center">6</p>

<p>Знати: функціональні можливості паketу MATLAB та його програм- них продуктів, які необхідні для роботи з нечіткими моделями та мережами</p>	<p>Лекція 4. Нечітке моделювання у середовищі MATLAB.</p> <p>План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Основні елементи системи MATLAB. Основні прийоми роботи в системі MATLAB. Графічні можливості системи MATLAB. 2. Процес розробки системи нечіткого виводу в середовищі пакету Fuzzy Logic Toolbox. Редактор системи нечіткого виводу FIS. Редактор функції приналежності. Редактор правил нечіткого виводу. 3. Програми перегляду правил та поверхні системи нечіткого виводу. Приклади розробки систем нечіткого виводу в інтерактивному та командного рядку режимах. 4. Нечітка кластеризація в середовищі Fuzzy Logic Toolbox. <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 1,4,5 Додатковий: 6,7 Інтернет-ресурси:8,9,13</p>	<p>4</p>
<p>Вміти: використову- вати пакет MATLAB та його програм- ні продукти для розробки систем нечіткого виведення Мамдані</p>	<p>Самостійна робота студентів.</p> <p>Вивчення матеріалу лекції, підготовка до практичного заняття.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Провести порівняння ефективності використання алгоритмів нечіткого виведення Мамдані та Сугено 0-ого порядку [6]. 2. Засвоїти методи спрощення нечіткої моделі на основі скорочення бази правил [6]. 	<p>16</p>
	<p><i>Лабораторне заняття № 4</i></p> <p><i>Розробка систем нечіткого виведення Мамдані</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Розробити систему нечіткого виведення (СНВ) Мамдані в системі MatLab в інтерактивному режимі. 2. Розробити СНВ Мамдані в середовищі MatLab в режимі команд: <ul style="list-style-type: none"> • написати програму, яка реалізує нечітку модель Мамдані, що апроксимує задану аналітичну залежність у визначеному діапазоні змінних, • визначити метод дефазифікації, застосування якого забезпечить найкращу якість нечіткого виведення, обчислити нев'язку, • зробити висновки. 	<p>6</p>

<p>Знати: функціональні можливості системи fuzzyTECH та графічних редакторів і майстрів.</p> <p>Вміти: використовувати пакет MATLAB та його програмні продукти для розробки систем нечіткого виведення Сугено</p>	<p>Лекція 5. Нечітке моделювання в середовищі fuzzyTECH.</p> <p>План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Загальна характеристика програми fuzzyTECH. Призначення операцій в головному меню та панелі інструментів в програмі fuzzyTECH 2. Характеристика засобів нечіткого моделювання в середовищі fuzzyTECH. Графічні редактори. Графічні засоби аналізу результатів нечіткого виводу. Майстри лінгвістичної змінної та блоку правил. 3. Приклади розробки та аналізу нечітких моделей в середовищі fuzzyTECH. <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 2, 3, 5 Додатковий: 6, 7 Інтернет-ресурси: 11, 12, 13</p>	4
	<p>Самостійна робота студентів.</p> <p>Вивчення матеріалу лекції, підготовка до практичного заняття.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Засвоїти теорію проектування нечітких правил на основі чисельних даних [6]. 2. Вивчити нечітку модель управління контейнерним краном, яка реалізована в середовищі MatLab [11]. 	16
	<p><i>Лабораторне заняття № 5</i></p> <p><i>Розробка систем нечіткого виведення (СНВ) Сугено:</i></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. <i>Розробити модель Сугено розв'язання задачі класифікації в пакеті MatLab.</i> 2. <i>Розробити модель Сугено розв'язання задачі апроксимації в пакеті MatLab.</i> 	6
<p>Знати: нечіткі нейронні продукційні мережі з параметричною оптимізацією, нечітку нейронну</p>	<p>Лекція 6. Нечіткі нейронні продукційні мережі.</p> <p>План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нечіткі нейронні продукційні мережі з параметричною оптимізацією правил на основі алгоритмів навчання. Нечіткі нейронні продукційні мережі типу ANFIS. Реалізація ANFIS в середовищі MATLAB. 	4

<p>мережу Ванга-Менделя.</p> <p>Вміти: розробляти нечіткі нейронні мережі в середовищі ANFIS</p>	<p>2. 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.</p> <p>3. Розбиття просторів вхідних змінних та формування багатомірних функцій приналежності передумов. Нечіткі продукційні мережі з представленням структури у вигляді нейронної мережі.</p> <p>Список рекомендованих джерел: Основний: 2,4,5 Додатковий: 6,7 Інтернет-ресурси: 13</p>	
	<p>Самостійна робота студентів.</p> <p>Вивчення матеріалу лекції, підготовка до практичного заняття.</p> <p>1. Вивчення можливостей головного меню та віконного інтерфейсу нечіткої нейронної системи ANFIS [12].</p> <p>2. Оволодіння навичками роботи в середовищі інтерфейсу нечіткої нейронної системи ANFIS на прикладах демонстраційних файлів системи MatLab [12].</p>	16
	<p><i>Лабораторне заняття № 6</i></p> <p>1. Розробити нечітку нейрону модель у вигляді системи ANFIS для апроксимації деякої математичної функції (наприклад, $y=x^3$ та інших).</p> <p>2. Розробити нечітку нейрону модель у вигляді системи ANFIS моделювання фізичних або економічних процесів (наприклад, появи тріщини у склянці, яку нагріли до визначеної температури, наливши в неї воду певної температури).</p>	6
<p>Знати: нейронні нечіткі мережі з введенням нечіткості в структуру,</p>	<p>Лекція 7. Нейронні нечіткі мережі.</p> <p>План лекції</p> <p>1. Нейронні нечіткі мережі на основі нечітких нейронів.</p> <p>2. Гібридні нейронні нечіткі мережі на основі нейронів, які реалізують нечіткі операції.</p>	4
<p>гібридні</p>	<p>3. Навчання нейронних нечітких мереж.</p>	

нейронні нечіткі мережі на основі нейронів, які реалізують нечіткі операції.	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. 4. Використання нечітких продукційних мереж в нейронних мережах. Список рекомендованих джерел: Основний:3,4,5 Додатковий: 6,7 Інтернет-ресурси:8,139	
	Самостійна робота студентів. Вивчення матеріалу лекції, підготовка до практичного заняття. 1. Засвоєння загальних прийомів роботи в системі fuzzyTECH [13]. 2. Оволодіння навичками роботи з графічними редакторами та майстрами системі fuzzyTECH [13].	16
Вміти: розробляти нечіткі моделі в середовищі fuzzyTECH	Лабораторне заняття 7. 1.Розробити нечітку модель управління контейнерним краном в системі fuzzyTECH та порівняти її з відповідною моделлю, яка реалізована в системі MatLab (див. самостійна робота лекції № 5). 2. Розробити нечітку модель оцінювання фінансового стану клієнтів для надання банківських кредитів.	6
	Разом	180/6
	Підсумковий контроль - екзамен	

*Заняття проводяться в інтерактивному режимі навчання.

3. 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. Клебанова Т.С., Чаговец Л.О., Панасенко О.В., Нечітка логіка та нейронні мережі в управлінні підприємством: навчальний посібник. - Х.: ВД «ІНЖЕК», 2011. – 240 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. Интеллектуальный анализ данных : 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 (дата звернення: 20.12.2020).

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