Затверджено Вченою Радою ОНУ
імені І.І. Мечникова
від "20"грудня 20 16 р. № 4

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова
Кафедра математичного забезпечення комп'ютерних систем

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Проректор з науково-педагогічної роботи
_____
"____" _____ 20___ р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВБ 4.3 Нечітка логіка в СППР
(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти третій (доктор філософії)

Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки
(код і назва спеціальності (тей)

Факультет математики, фізики та інформаційних технологій
(назва інституту, факультету)

2021 – 2022

Робоча програма складена на основі навчальної програми з дисципліни «Нечітка логіка в СППР».

Розробники:
Крапівний Ю.М., доцент, к.ф.-м.н.

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри математичного забезпечення комп'ютерних систем

Протокол № 1 від. "30" 08 2021 р..

Завідувач кафедри _____ (Є.В. Малахов)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) _з ІТ факультету МФІТ_

Протокол № 1 від. "06" 09 2021 р.

Голова НМК _____ (О.В. Савастру)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри _____

Протокол № ___ від. "____" _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри _____

Протокол № ___ від. "____" _____ 20__ р.

Завідувач кафедри _____ (_____)
(підпис) (прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, напрям підготовки, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	**заочна форма навчання**
Кількість кредитів – 3	Галузь знань 12 – Інформаційні технології	Нормативна / за вибором (ВНЗ/аспіранта)	
Залікових модулів– 1		**Рік підготовки:**	
Змістових модулів – 4	Спеціальність 122 – Комп'ютерні науки	2	
		Семестр	
Загальна кількість годин - 90	Спеціалізації: _____ (назва)		
		Лекції	
		16 год.	
		Практичні, семінарські	
	Рівень вищої освіти: доктор філософії	14 год.	
		Лабораторні	
		Самостійна робота	
		60 год.	
		Індивідуальні завдання:	
		Вид контролю: залік	

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою курсу є вивчення одного із способів подання і використання нечітких знань в системи штучного інтелекту, заснованого на нечіткої логіки..

Завдання:

Курс побудований на вивченні одного із способів подання і використання нечітких знань в системи штучного інтелекту, заснованого на нечіткої логіки. Розглядаються основи нечіткої логіки і нечітких множин введених Лютфі Заде, нечіткі моделі представлення нечітких знань і логічного висновку засновані на використанні лінгвістичних змінних. Вивчаються моделі нечіткого логічного висновку Мамдані, Сугено, завдання нечіткої класифікації, ієрархічні системи нечіткого логічного висновку, нечіткі контролери. Практична реалізація моделей демонструється на прикладі, розроблених в пакеті MATLAB (Fuzzy Logic Toolbox) + Simulink.

Вивчення дисципліни базується на знаннях, отриманих в курсах програмування, операційних систем, баз даних, комп'ютерних систем штучного інтелекту.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей**:

а) загальних:

ЗК 01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

б) фахових:

СК 02. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

СК 06. Здатність будувати математичні, інформаційні, структурні, онтологічні та інші моделі для опису і подальшого вивчення процесів чи об'єктів предметних областей.

СК 09. Здатність створювати моделі систем, явищ та об'єктів предметних областей в умовах невизначеності, аналізувати та досліджувати процеси, що протікають в них.

Програмні результати навчання:

ПРН 03. Вміння формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПРН 08. Глибоке розуміння загальних принципів та методів комп'ютерних наук, а також методології наукових досліджень, та вміння застосувати їх у власних дослідженнях у сфері комп'ютерних наук та у викладацькій практиці.

ПРН 14. Глибоке розуміння загальних принципів побудови математичних, структурних, онтологічних моделей і метамоделей предметних областей та вміння проводити аналіз таких моделей.

Очікувані результати навчання. У процесі вивчення курсу «Нечітка логіка в СППР» аспіранти вивчають теоретичні та практичні основи проектування

і розробки нечітких інтелектуальних систем заснованих на використанні нечіткої логіки.

У результаті вивчення дисципліни аспіранти повинні

ЗНАТИ :

- основи нечіткої логіки і нечітких множин
- нечіткі моделі представлення знань
- нечіткий логічний висновок заснований на використанні лінгвістичних змінних
- моделі нечіткого логічного висновку Мамдані, Сугено
- завдання нечіткої класифікації
- ієрархічні системи нечіткого логічного висновку
- генетичний алгоритм і алгоритм А *

ВМІТИ :

- виконувати основні операції з нечіткими множинами
- формалізувати лінгвістичні змінні
- розробляти моделі нечіткого логічного висновку Мамдані, Сугено
- програмувати алгоритми нечіткого логічного висновку
- проводити нечітку кластеризацію в пакеті MATLAB (Fuzzy Logic Toolbox)
- будувати нечіткі моделі ідентифікація нелінійних залежностей
- будувати нечіткі моделі для систем прийняття рішень

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовні модулі	Теми
1. Основи нечітких множин	***Тема 1***. Основні терміни та визначення. Властивості нечітких множин. Операції над нечіткими множинами, нечітка арифметика ***Тема 2***. Нечіткі відносини і їх властивості. ***Тема 3***. Операції над нечіткими відносинами.
2. Нечітка логіка.	***Тема 1***. Лінгвістичні змінні. Нечітка істинність. ***Тема 2***. Нечіткі логічні операції. ***Тема 3***. Композиційне правило нечіткого виведення Заде.
3. Нечіткий логічний висновок	***Тема 1***. Нечітка база знань. Нечіткий логічний висновок Мамдані та Сугено. ***Тема 2.*** Сінглтона модель нечіткого логічного висновку. Нечіткий логічний висновок для задач класифікації. Гібридна нейро-нечітка мережа. ***Тема 3***. Побудови функцій приналежності на основі експертної інформації. Метод статистичної обробки експертної інформації.
4. Побудова нечітких систем за допомогою модуля Fuzzy Logic Toolbox	***Тема 1.*** Структура Fuzzy Logic Toolbox. Побудова нечітких систем за допомогою модуля Fuzzy Logic Toolbox. Проектування систем типу Мамдані та Сугено. ***Тема 2***. Модуль Findcluster - нечітка кластеризація. Налаштування нечітких моделей типу Мамдані.
Підсумкова контрольна робота	

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин					
	Денна форма					
	Форма контролю	Усього	у тому числі			
			л	п	лаб	ср
1	2	3	4	5	6	7
Змістовний модуль 1. Основи нечітких множин.						
Тема 1.	КО	5	1			4
Тема 2.	КО	5	1			4
Тема 3.	КО	5	1			4
Змістовний модуль 2. Нечітка логіка						
Тема 1.	КО	6	2			4
Тема 2.	КО	7	1			6
Тема 3.	КО, ІЗ	10	2	2		6
Змістовний модуль 3. Нечіткий логічний висновок						
Тема 1.	КО, ІЗ	10	2	2		6
Тема 2.	КО, ІЗ	10	2	2		6
Тема 3.	КО	7	1			6
Змістовний модуль 4. Побудова нечітких систем за допомогою модуля Fuzzy Logic Toolbox.						
Тема 1.	КО, ІЗ	13	1	4		8
Тема 2.	КО, ІЗ	12	2	4		6
Всього годин	**КМ**	**90**	**16**	**14**		**60**

Форма контролю: **КО** –контрольне опитування (поточне)
ІЗ –індивідуальне завдання (домашнє)
КМ – контроль модуля за тестовою системою

5. Теми семінарських занять

Немає

6. Теми практичних занять

№ з/п	Теми	Кількість годин
1	Моделювання нелінійної залежності 2-го порядку, використовуючи алгоритм Мамдані	2
2	Ралізація алгоритму узагальнення Заде на прикладі бінарної операції додавання	2
3	Модель Сугено для апроксимації графіка функції y = G (x)	2
4	Нечіткий логічний висновок для задач класифікації (кластеризації)	4
5	Нечітка лінгвістична модель прийняття рішень «Банківські кредити»	4

	Разом:	**14**

За підсумками роботи аспіранти повинні представити та захистити звіти по двох лабораторних робітах.

7. Теми лабораторних занять

Немає

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Основні терміни та визначення. Властивості нечітких множин. Операції над нечіткими множинами, нечітка арифметика	4
2	Нечіткі відносини і їх властивості.	4
3	Операції над нечіткими відносинами.	4
4	Лінгвістичні змінні. Нечітка істинність.	4
5	Нечіткі логічні операції.	6
6	Композиційне правило нечіткого виведення Заде.	6
7	Нечітка база знань. Нечіткий логічний висновок Мамдані та Сугено.	6
8	Сінглтона модель нечіткого логічного висновку. Нечіткий логічний висновок для задач класифікації. Гібридна нейро-нечітка мережа.	6
9	Побудови функцій приналежності на основі експертної інформації. Метод статистичної обробки експертної інформації.	6
10	Структура Fuzzy Logic Toolbox. Побудова нечітких систем за допомогою модуля Fuzzy Logic Toolbox. Проектування систем типу Мамдані та Сугено. Модуль Findcluster - нечітка кластеризація. Налаштування нечітких моделей типу Мамдані.	6
11	Генетичний алгоритм і алгоритм А *	8
	Разом	60

9. Індивідуальне навчально-дослідне завдання

Немає.

10. Методи навчання

Лекції з використанням мультимедійного презентаційного матеріалу.

11. Методи контролю

Критерії оцінювання на підсумковому модульному контролі:

1. Відповідь повинна бути повною і короткою. Вона не повинна мати в собі матеріал, що не відноситься до сутті питання.
2. Ч ітко формулювати твердження, вправно застосовувати необхідні формули і знання основних питань програми.
3. Відповіді, що мають помилкові твердження оцінюються виходячи з близькості відповіді до правильної.
4. Пропуски в обґрунтуванні тверджень враховуються і це призводить до зменшення кількості балів.
5. Малі недоліки, неточності при викладенні матеріалу, зменшують кількість балів.
6. Незнання і нерозуміння основної ідеї теоретичного питання або задачі призводить до зняття до 90 % балів.
7. Якщо відповідь на питання відсутня то виставляється нуль балів.

12. Питання для підсумкового контролю

1. Уявити в вигляді дискретного нечіткої множини поняття "нормальна температура тіла".

2. Запишіть формули дефазифікація нечіткого безлічі за методом центра ваги для безперервного і дискретного універсальної множини

3. Проведіть дефазифікація нечіткої множини "нормальна температура тіла" з питання 1 по методу центра ваги.

4. Визначити лінгвістичну змінну (T, U, G, M) «ВІК ЛЮДИНИ» з 3-ма термами.

5. Наведіть приклад (можна графічний), який ілюструє ядро, носій і -сеченіе нечіткої множини з трикутної функцією приналежності

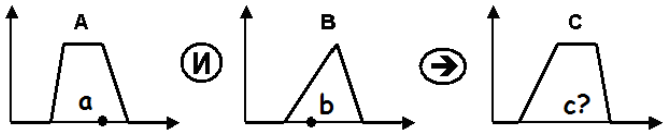
6. Визначте функцію приналежності для нечітких чисел (множин) «між 3-ма і 5-ю» і «близько 2» і їх перетину

7. У вигляді матриці визначте відношення "схожі тварини" для наступних тварин {кішка (К), собака (С), вовк (В), заєць (З)}.

8. Наведіть приклад зворотних відносин

9. Введіть три правила нечіткої бази правил, що описують залежність «розміру кредиту» від «рівня доходу» і «віку»

10. Наведіть графічну інтерпретацію нечіткого логічного висновку для одного правила (див. Малюнок) за методом Мамдані з дефазифікація за методом центра ваги



11. Наведіть приклад трьох правил нечіткої моделі Сугено

13. Розподіл балів, які отримують аспіранти

Поточне тестування та самостійна робота												Сума
Змістовий модуль №1			Змістовий модуль № 2			Змістовий модуль №3			Змістовий модуль № 4		Підсумковий тест (залік)	
Т1	Т2	Т3	Т1	Т2	Т3	Т1	Т2	Т3	Т1	Т2		
1	2	2	5	5	10	10	10	5	10	10	35	100

Т1, Т2 ... – теми змістових модулів,
КР- курсова робота, ІНДЗ –індивідуальне навчально-дослідне завдання

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90 – 100	A	відмінно	зараховано
85-89	B	добре	
75-84	C		
70-74	D	задовільно	
60-69	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов’язковим повторним вивченням дисципліни

14. Методичне забезпечення

1. Крапивный Ю.Н. Электронный конспект лекций по курсу «Нечеткая логика в системах управления».
2. Крапивный Ю.Н. Электронный конспект лекций по курсу «Компьютерные системы искусственного интеллекта».

15. Рекомендована література

1. Fuzzy Logic and Soft Computing Applications. /Alfredo Petrosin, Vincenzo Loia, Witold Pedrycz // 11th International Workshop, WILF 2016, Naples, Italy, December 19–21, 2016, Revised Selected Papers. Springer International Publishing AG, 2017, 281p.

2. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений.-М.:Мир, 1976.-165 с.
3. С.Д.Штовба "Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику". http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php
4. С.Д.Штовба. "Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. // М.: Горячая линия – Телеком, 2007.-288с.
5. Круглов В.В., Дли М.И., Голунов Р.Ю. Нечеткая логика и искусственные нейронные сети. Физматлит, 2001. - 224 с
6. Крапивный Ю.Н., Крапивная О.В. Конспект лекций по курсу «Экспертные системы», Одесса, Астропринт, 2003, 61с.

16. Електронні інформаційні ресурси

1. С.Д.Штовба "Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику". http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book1/index.php
2. Структура Fuzzy Logic Toolbox. http://matlab.exponenta.ru/fuzzylogic/book2/index.php