

Міністерство освіти і науки України

Національний аерокосмічний університет ім. М.С. Жуковського
"Харківський авіаційний інститут"



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи

В. В. Павліков

(ініціали та прізвище)

« 31 » 08 2022 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Нейронечіткі технології моделювання соціально-економічних систем

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 13 «Математика та статистика»

(шифр і назва галузі)

Спеціальність: 113 «Прикладна математика»

(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Прикладна математика»

(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Форма навчання: денна

Харків 2022 рік

**РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Нейронечіткі технології моделювання соціально-економічних систем
(назва дисципліни)

для здобувачів за спеціальністю 113 Прикладна математика
освітньо-наукової програми «Прикладна математика»
«26» серпня 2022__ р., – 9 с.

Розробник:

Професор кафедри математичного
моделювання та штучного інтелекту
д.ф.-м.н., професор
(посада, науковий ступінь та вчене звання)



С.В. Яковлев
(прізвище та ініціали)

Гарант ОНП

професор кафедри вищої математики
та системного аналізу
д.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь та вчене звання)



С.С. Куреннов
(прізвище та ініціали)

Протокол №1 від «31» серпня 2022 р. засідання кафедри №304

Завідувач кафедри математичного
моделювання та штучного інтелекту
д.т.н., доцент
(посада, науковий ступінь та вчене звання)



А.Г. Чухрай
(прізвище та ініціали)

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу
аспірантури і докторантури



В. Б. Селевко
(прізвище та ініціали)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		Денна форма навчання	Заочна форма навчання
Кількість кредитів – 5,5	Галузь знань <u>11 «Математика та статистика»</u> (шифр та найменування) Спеціальність <u>113 «Прикладна математика»</u> (код та найменування) Освітня програма <u>«Прикладна математика»</u> (найменування) Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)	Вибіркова	
Кількість модулів – 2		Навчальний рік	
Кількість змістових модулів – 2		2022/ 2023	
Індивідуальне завдання розрахункова робота (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – 165 денна – 74/165 заочна – 0		4-й	
		Лекції	
		32 години	
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4 самостійної роботи здобувачв – 6,3125		Практичні, семінарські	
		0 годин	
		Лабораторні	
		32 годин	
		Самостійна робота	
		101 година	
		Вид контролю	
		іспит	

Примітка

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить:

для денної форми навчання – 64/101.

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Метою викладання навчальної дисципліни «Нейронечіткі технології моделювання соціально-економічних систем» є формування системи знань щодо наукових та методологічних основ нечіткого моделювання соціально-економічних систем та процесів, застосування методів нечіткої логіки до прийняття раціональних управлінських рішень.

Завданнями вивчення дисципліни є формування навичок розробки інтелектуальних технологій моделювання соціально-економічних систем та процесів на основі категоріального апарату та принципів нейро-нечіткого моделювання, аналізу основних класів моделей і методів їх побудови, оптимізації і коректного застосування у подальшій професійній діяльності.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей**:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу

ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у галузях математики і статистики та дотичних до них міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових фахових виданнях з та суміжних галузей.

СК03. Здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності.

СК05. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у науковому пізнанні, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

СК07. Здатність дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності.

СК09. Здатність до продукування нових ідей і розв'язання комплексних проблем наукового пізнання, а також до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності у сфері прикладної математики.

Очікувані результати навчання:

ПРН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з прикладної математики і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідної галузі, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.

ПРН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень тощо) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.

ПРН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у прикладній математиці та дотичних міждисциплінарних напрямках.

ПРН05. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з прикладної математики та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.

ПРН06. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної

структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи.

ПРН08. Розуміти загальні принципи та методи прикладної математики, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері прикладної математики та у викладацькій практиці.

ПРН09. Вивчати, узагальнювати та впроваджувати в навчальний процес інновації у сфері прикладної математики.

ПРН12. Знати сучасні підходи та засоби моделювання досліджуваних об'єктів та процесів управління, в тому числі в аерокосмічній галузі, вміти створювати нові, вдосконалювати та розвивати методи математичного і комп'ютерного моделювання складних систем, оптимізації та прийняття рішень.

Міждисциплінарні зв'язки:

Для вивчення дисципліни необхідно володіти знаннями таких дисциплін, як «Математичне та комп'ютерне моделювання», «Інтелектуальні технології підтримки прийняття рішень», «Обчислювальний інтелект», «Методи оптимізації та дослідження операцій».

3. Програма навчальної дисципліни «Нейронечіткі технології моделювання соціально-економічних систем»

Модуль 1

Змістовий модуль 1

Тема 1. Теорія нечітких множин у моделюванні соціально-економічних систем і процесів.

Проблема невизначеності при прийнятті рішень. Переваги FUZZY-технологій над класичними методами розв'язання задач в умовах визначеності. Основні недоліки систем з нечіткою логікою. Поняття про нечіткі множини. Основні характеристики нечіткої множини. Лінгвістична змінна. Функція належності. Основні типи функції належності. Лінійні функції належності. Нелінійні функції належності.

Тема 2. Операції над нечіткими множинами. Порожня нечітка множина. Рівність та домінування нечітких множин. Операції перетину, об'єднання, різниця, доповнення нечітких множин. Розмивання. Концентрація. Нечіткі числа та інтервали.

Тема 3. Нечіткі відношення. Способи задання нечітких відношень. Приклади нечітких відношень. Операції над нечіткими відношеннями. Композиція бінарних нечітких відношень. Нечітке відображення. Задача групування. Транзитивне відношення. Транзитивне замикання. Задача про поширення чуток. Задача упорядкування.

Тема 4. Нечітке логічне виведення. Нечіткі логічні висловлювання. Конструювання нечітких виведень. Основні етапи нечіткого виведення. Фазифікація, агрегація, активізація, акумуляція, дефазифікація. Основні алгоритми нечіткого виведення. Алгоритм Мамдані. Алгоритм Цукамото. Алгоритм Такагі-Сугено. Спрощений алгоритм нечіткого виведення. Застосування систем нечіткого виведення в задачах управління.

Тема 5. Методи приведення до чіткості. Визначення координат геометричного центра фігури. Дефазифікація результатів. Центроїдний метод. Перший максимум. Середній максимум. Критерій максимуму. Висотна дефазифікація.

Модуль 2

Змістовий модуль 2

Тема 6. Нечіткі моделі систем підтримки прийняття рішень в соціально-економічних системах. Задача оцінювання ефективності інновації. Система нечіткого виводу з вхідними і вихідною змінними. Фазифікація вхідних і вихідних змінних. Формування моделі системи нечіткого виводу.

Тема 7. Проектування і побудови систем інтелектуального аналізу даних на основі методів нечіткої кластеризації. Кластерний аналіз. Основні поняття. Постановка задачі нечіткої кластеризації. Алгоритм розв'язування задачі нечіткої кластеризації. Метод субтрактивної кластеризації.

Тема 8. Мережа Кохонена. Карта самоорганізації Кохонена. Ітераційний алгоритм Кохонена. Алгоритм функціонування мережі Кохонена. Переваги та недоліки мережі Кохонена.

Тема 9. Інтелектуальні системи на основі моделей нейронних мереж. Нейронні мережі. Основні види функцій активації нейронів. Типи багатошарових нейронних мереж. Процес побудови і використання нейро- мережевих моделей. Алгоритми навчання нейронних мереж. Гібридна мережа. Аналіз адекватності побудованої моделі. Додаткове настроювання моделі.

Тема 10. Нечіткі множини у системах керування та прийняття рішень. Нечітка модель для розподілу зон впливу. Нечіткі множини у системах керування. Загальна структура нечіткого мікроконтролера. Задача керування мобільним роботом.

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Усього	У тому числі				Усього	У тому числі			
		л	лаб	п.	с. р.		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Модуль 1										
Змістовий модуль 1.										
Тема 1.	14	6			8	-	-	-	-	-
Тема 2.	14	4	2		8	-	-	-	-	-
Тема 3.	14	4	2		8	-	-	-	-	-
Тема 4.	17	4	4		9	-	-	-	-	-
Тема 5.	17	4	4		9					
Разом за М 1	76	22	12		42	-	-	-	-	-
Модуль 2										
Змістовий модуль 2.										
Тема 6.	17	2	4		11	-	-	-	-	-
Тема 7.	18	2	4		12	-	-	-	-	-
Тема 8.	18	2	4		12	-	-	-	-	-
Тема 9	18	2	4		12	-	-	-	-	-
Тема 10	18	2	4		12					
Разом за М 2	89	10	20		59	-	-	-	-	-

Усього годин	165	32	32	101	-	-	-	-	-
--------------	-----	----	----	-----	---	---	---	---	---

5. Теми семінарських занять

Не передбачено

6. Теми практичних занять

Не передбачено

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Побудова функцій належності	4
2.	Проектування систем нечіткого виводу на основі алгоритму Мамдані	4
3.	Проектування систем нечіткого виводу на основі алгоритмів Мамдані та Сугено.	4
4.	Використання системи нечіткого виводу для розв'язування задач прийняття рішень	4
5.	Нейронні мережі	4
6.	Прогнозування за допомогою нечіткого моделювання	4
7.	Розробка нечітких моделей систем підтримки прийняття рішень в соціально-економічних системах	4
8.	Розробка систем аналізу даних методами нечіткої кластеризації	4
	Разом	32

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Системи з нечіткою логікою. Нечітки множини. Основні характеристики нечіткої множини. Основні типи функції належності. Лінійні функції належності. Нелінійні функції	8
2.	FUZZY-технології.	8
3.	Нечіткі відношення. Нечітке відображення. Задача групування. Транзитивне відношення.	8
4.	Нечіткі логічні висловлювання. Етапи нечіткого виведення. Алгоритм Мамдані. Алгоритм Цукамото. Алгоритм Такагі-Сугено. Застосування систем нечіткого виведення в задачах управління.	9
5.	Методи приведення до чіткості. Центроїдний метод. Критерій максимуму. Висотна дефазифікація.	9
6.	Нечіткі моделі систем підтримки прийняття рішень в соціально-економічних системах.	11
7.	Проектування і побудови систем інтелектуального аналізу даних на основі методів нечіткої кластеризації	12

8.	Карта самоорганізації Кохонена. Ітераційний алгоритм Кохонена. Алгоритм функціонування мережі Кохонена.	12
9.	Інтелектуальні системи на основі моделей нейронних мереж	12
10.	Нечіткі множини у системах керування та прийняття рішень	12
	Разом	101

9. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні; синтетичні; продуктивні (проблемні; частково-пошукові), репродуктивні (пояснювально-ілюстративні).

Рішення задач, конспектування лекцій, самостійна робота.

10. Методи контролю

Поточний контроль: фронтальне усне опитування; тестування; практична перевірка умінь і навичок. Модульний контроль: комп'ютерне тестування, практична перевірка умінь і навичок. Форма підсумкового контролю – диф. залік (комп'ютерне тестування).

11. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування і самостійна робота											Сума	Підсумковий тест (іспит) у разі відмови від балів поточного тестування та за наявності допуску до заліку/іспиту
Змістовий модуль 1					Змістовий модуль 2					Індивідуальне завдання		
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10			
10	10	10	10	10	10	10	10	10	10		100	100

T1 ... T10 – теми змістовних модулів.

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка за національною шкалою	
	для екзамену, курсового проекту (роботи), практики	для заліку
90-100	відмінно	зараховано
83-89	добре	
75-82		
68-74	задовільно	
60-67		
01-59	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання

12. Методичне забезпечення

1. Конспект лекцій з навчальної дисципліни «Нейронечіткі технології моделювання соціально-економічних систем», упорядкувач Яковлев С.В., сервер каф. 304, 2021.

13. Рекомендована література

Базова

1. Акіменко В. В., Загородній Ю. В. Проектування СППР на основі нечіткої логіки. Навчально-методичний посібник. Київ : Вид-во КНУ, 2007. 94с.
2. Матвійчук А. В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка: монографія. Київ : КНЕУ, 2011. 439 с.
3. Нейронні мережі: навч. посіб. / С. О. Субботін, А. О. Олійник; за ред. С. О. Субботіна. - Запоріжжя : ЗНТУ, 2014. - 132 с.
4. Субботін С.О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень. Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. — 341 с.
5. Руденко О. Г., Бодяньський Є. В. Штучні нейронні мережі: Навчальний посібник. — Харків: ТОВ "Компанія СМІТ", 2006. — 404 с.
6. Ротштейн А.П. Интеллектуальные технологии идентификации: нечеткая логика, генетические алгоритмы, нейронные сети. Винница: УНІВЕРСУМ - Вінниця, 1999. 320 с.

Допоміжна

1. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений: пер с англ. / Л. Заде. Москва : Мир, 1976. 167 с.
2. Иглин С. П. Математические расчеты на базе MATLAB. Санкт-Петербург : БХВ-Петербург, 2005. 640 с.
3. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей.: Вильямс, 2001. 288 с.
4. Леоненков А. В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB. 2003. 736 с.
5. Штовба С. Д. Проектирование нечетких систем средствами MATLAB. Горячая линия - Телеком, 2007. 288 с.