

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова
Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
Кафедра комп'ютеризованих систем управління

ЗАТВЕРДЖЕНО



Проректор з науково-педагогічної
роботи

Сергій СЛОБОДЯН

«23» 05 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
Program of the Discipline

ОСНОВИ ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН
FUNDAMENTALS OF FUZZY SET THEORY

рівень вищої освіти другий (магістерський)

тип дисципліни обов'язкова

мова(и) викладання українська/англійська (за проханням студентів)

Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»

Спеціальність G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та
робототехніка»

Освітньо-професійна програма Інтелектуальні комп'ютерні системи управління.

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи теорії нечітких множин» є однією зі складових комплексної підготовки фахівців другого (магістерського) рівня вищої освіти за ОПП «Інтелектуальні комп'ютерні системи управління» галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво» зі спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка».

«01» травня 2025 року. – 12 с.

Розробник: Кандидат технічних наук Кудін О.О., доцент кафедри комп'ютеризованих систем управління, методист 1 кат. Махнова І.В.

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Основи теорії нечітких множин» узгоджено з гарантом освітньої програми «Інтелектуальні комп'ютерні системи управління»

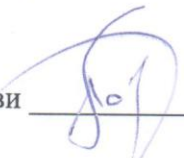
Гарант ОПП  Олег КУДІН

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Основи теорії нечітких множин» розглянуто на засіданні кафедри комп'ютеризованих систем управління
Протокол № 10 від «12» травня 2025 р.

Завідувач кафедри КСУ  Олександр ЧЕРНО

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Основи теорії нечітких множин» розглянуто методичною радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 5 від «15» травня 2025 р.

Заст. голови  Сергій НОВОГРЕЦЬКИЙ

Проект робочої програми навчальної дисципліни «Основи теорії нечітких множин» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу  Андрій ЛАБАРТКАВА

Робоча програма навчальної дисципліни «Основи теорії нечітких множин» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від «21» травня 2025 р.

Голова НМР НУК 

© Кудін О.О. 2025

© НУК, 2025

ЗМІСТ

ВСТУП	4
1. Опис навчальної дисципліни.....	5
2 Мета вивчення дисципліни	5
3. Передумови для вивчення дисципліни	6
4 Очікувані результати навчання.....	6
5. Програма навчальної дисципліни	6
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування .	9
7. Форми поточного та підсумкового контролю	10
8. Критерії оцінювання результатів навчання	10
9. Засоби навчання	11
10. Рекомендовані джерела інформації	112

ВСТУП

Анотація

У реальному житті часто трапляються випадки, коли просто необхідно враховувати неясність і неточність інформації про явища й процеси навколишнього світу. Нечітка логіка, зокрема теорія нечітких множин, дала змогу розвинути нові підходи, які виводять сферу застосування математичних методів і систем автоматизації за межі класичної теорії. Найважливішим застосуванням теорії нечітких множин є контролери нечіткої логіки. Нечітке управління особливо корисне, коли технологічні процеси занадто складні для аналізу за допомогою загальноприйнятих кількісних методів, або коли доступні джерела інформації інтерпретуються на якісному рівні неточно чи невиразно.

Ключові слова: теорія нечітких множин; нечітка логіка; інтелектуальні комп'ютерні систем управління; нечітке управління.

Abstract

In reality, situations frequently arise where it's essential to consider the ambiguity and imprecision of information regarding the phenomena and processes of the world around us. Fuzzy logic, especially the theory of fuzzy sets, has enabled the development of novel approaches that extend the application of mathematical methods and automation systems beyond the limits of traditional theory. The principal application of fuzzy set theory lies in fuzzy logic controllers. Fuzzy management proves to be especially beneficial when technological processes are too intricate for analysis by standard quantitative methods, or when the available information sources are imprecisely or vaguely interpreted at a qualitative level.

Keywords: theory of fuzzy sets; fuzzy logic; intelligent computer control systems; fuzzy management.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітня програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів -4	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Обов'язкова	
Модулів – 1		Рік підготовки:	
Змістових модулів – 1		1-й	–
Загальна кількість годин - 120	Спеціальність: G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка». Освітньо-професійна програма: «Інтелектуальні комп'ютеризовані системи управління»	Семестр	
		1-й	–
		Лекцій	
		30 год.	8 год
		Практичні, семінарські	
		–	–
		Лабораторні	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3; самостійної роботи студента – 5	Освітній рівень: другий (магістерський)	Самостійна робота	
		75 год.	104
		Індивідуальні завдання: –	
		Вид контролю: екзамен	
		Форма контролю: письмова	

2 Мета вивчення дисципліни

Робоча навчальна програма складена на підставі освітньо-професійної програми «Інтелектуальні комп'ютерні системи управління» для підготовки здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня за спеціальністю G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка». Дисципліна «Основи теорії нечітких множин» відноситься до циклу дисциплін професійної підготовки магістра.

Метою вивчення дисципліни є придбання студентами знань та вмінь зі застосування сучасних математичних методів системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв.

Завдання дисципліни полягає у вивченні основ теорії нечітких множин, здобуття необхідних знань, умінь і навичок з використання математичних моделей на основі нечітких множин при проектуванні інтелектуальних комп'ютерних систем управління.

Загальні компетентності:

– ЗК1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні;

– ЗК3. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Спеціальні (фахові) компетентності:

– СК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.;

– СК3. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

3. Передумови для вивчення дисципліни

Передумови для вивчення навчальної дисципліни «Основи теорії нечітких множин» відсутні.

4 Очікувані результати навчання

Вивчення навчальної дисципліни передбачає формування та розвиток у студентів таких результатів навчання:

– ПРН2. Створювати високонадійні системи автоматизації з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів.

– ПРН3. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності.

– ПРН4. Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

5. Програма навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1. БАЗОВІ ЗНАННЯ З ТЕОРІЇ НЕЧІТКИХ МНОЖИН

Змістовий модуль 1. Основні поняття теорії нечітких множин та нечіткої логіки

Тема. 1. Вступ. Історія розвитку теорії та застосування нечітких множин і нечіткої логіки. [1, с. 12 - 26]

Перелік питань. Невизначеність у задачах управління й прийняття рішень. Класифікація невизначеності. Порівняння ймовірнісного та нечіткого підходів до моделювання. Стохастична й лінгвістична невизначеність. Застосування нечітких множин.

Тема. 2. Нечіткі множини. [1, с. 27 - 44]

Перелік питань. Визначення нечіткої множини та пов'язана з нею термінологія. Поняття належності. Основні операції над нечіткими множинами. Відстань між нечіткими підмножинами.

Тема. 3. Задачі вибору і бінарні відношення. [1, с. 57 - 75]

Перелік питань. Поняття про бінарні відношення. Властивості відношень. Відношення еквівалентності, порядку, домінування й переваги. Поняття R-оптимальності, найкращого, найгіршого, максимального й мінімального елементів.

Тема 4. Операції над нечіткими відношеннями. [1, с. 75 - 94]

Перелік питань. Визначення нечіткого відношення. Властивості нечітких відношень. Класифікація нечітких відношень. Відображення нечітких множин. Принцип узагальнення.

Тема 5. Нечіткі числа та операції над ними. [1, с. 99 – 120]

Перелік питань. Нечіткі числа. Операції над нечіткими числами. Нечіткі числа (L–R)-типу. Інтервальна арифметика Каухера.

Тема 6. Методи побудови функцій належності. [1, с. 120 – 137]

Перелік питань. Прямі методи. Непрямі методи.

Тема 7. Прийняття рішень на базі нечітких вихідних даних. [1, 145 – 176]

Перелік питань. Задача досягнення нечітко визначеної мети (підхід Белмана – Заде). Задачі нечіткого математичного програмування та їх класифікація. Задачі математичного програмування з нечіткими обмеженнями. Задача нечіткого математичного програмування із нечіткими параметрами.

Тема 8. Прийняття рішень при нечітких відношеннях переваги на множині альтернатив. [1, 186 – 205]

Перелік питань. Нечіткі відношення переваги та їхні властивості. Нечітка підмножина недовідомих альтернатив. Чітко недовізовані альтернативи та їхні властивості. Прийняття рішень з урахуванням кількох відношень переваги на множині альтернатив. Відношення переваги на нечіткій множині альтернатив.

Тема 9. Нечіткі множини в інтелектуальних системах. [1, 214 – 231]

Перелік питань. Лінгвістична змінна та її опис через нечітку множину. Нечіткі висловлювання та їхні перетворення. Нечітке логічне виведення. Алгоритми логічного виведення. Методи зведення змінних до чіткості.

Тема 10. Нейронні мережі з нечіткою логікою як універсальні апроксиматори. [1, 235 – 254]

Перелік питань. Теоретичні засади застосування нечітких нейронних мереж для апроксимації функцій. Нечітка нейронна мережа архітектури ANFI. Нечіткі нейронні мережі з самоорганізацією.

Тема 11. Застосування наближених висловлень у теорії керування. [1, 259 – 283]

Перелік питань. Основні поняття теорії керування. Основні ідеї нечіткого керування. Контролер Мамдані. Нечіткий контролер на базі нейронних мереж. Приклади задач нечіткого керування.

Тема 12. Застосування теорії нечітких множин до розв'язування прикладних задач. [1, 286 – 293]

Перелік питань. Задача вибору оптимального дебіту свердловини (підхід Беллмана – Заде). Задача розподілу ринку банківських послуг на зони впливу банків

Тема 13. Задача визначення оптимальної рецептури закладної суміші для заповнення гірничих виробок. [1, 293 – 302]

Перелік питань. Постановка задачі та побудова математичної моделі. Вибір методу та розв'язування задачі. Висновки.

Тема 14. Керування запасами сировини на підприємстві в умовах нечітко визначеного попиту. [1, 302 – 313]

Перелік питань. Постановка задачі та побудова математичної моделі. Розв'язування задачі методом послідовної редукції. Розв'язування задачі керування запасами методом кусково-лінійної редукції. Розв'язування задачі із використанням інтервальної арифметики Каухера.

Тема 15. Напрями подальших досліджень теорії нечітких множин. [2, 3].

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Денна форма					Заочна форма				
	Кількість годин									
	Σ	у тому числі				Σ	у тому числі			
		лек	практ.	лаб.	с.р.		лек	практ	лаб.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовий модуль 1. Основні поняття теорії нечітких множин та нечіткої логіки										
Тема. 1. Вступ.	3	2	–	–	1	2	-	–	–	2
Тема. 2. Нечіткі множини.	7	2	–	2	3	8	2	–	–	6
Тема. 3. Задачі вибору і бінарні відношення.	4	2	–	–	2	2	–	–	–	2
Тема 4. Операції над нечіткими відношеннями.	8	2	–	2	4	8	–	–	2	6
Тема 5. Нечіткі числа та операції над ними.	4	2	–	–	2	4	–	–	–	4
Тема 6. Методи побудови функцій належності.	8	2	–	2	4	8	2	–	–	6
Тема 7. Прийняття рішень на базі нечітких вихідних даних.	4	2	–	–	2	4	–	–	2	2
Тема 8. Прийняття рішень при нечітких відношеннях переваги на множині альтернатив.	9	2	–	2	5	8	–	–	-	8
Тема 9. Нечіткі множини в інтелектуальних системах.	4	2	–	–	2	6	2	–	2	2
Тема 10. Нейронні мережі з нечіткою логікою як універсальні апроксиматори.	9	2	–	2	5	8	–	–	–	8
Тема 11. Застосування наближених висловлень у теорії керування.	4	2	–	–	2	4	–	–	–	4
Тема 12. Застосування теорії нечітких множин до розв’язування прикладних задач.	9	2	–	2	5	12	2	–	2	8
Тема 13. Задача визначення оптимальної рецептури закладної суміші для заповнення гірничих виробок.	5	2	–	–	3	4	–	–	–	4
Тема 14. Керування запасами сировини на підприємстві в умовах нечітко визначеного попиту.	7	2	–	2	3	6	–	–	–	6
Тема 15. Напрями подальших досліджень теорії нечітких множин.	5	2	–	1	2	6	–	–	–	6
Загалом годин у модулі:	90	30		15	45	90	8		8	74
Підготовка до контрольних заходів	30	–	–	–	30	30	–	–	–	30
Загалом годин у дисципліні:	120	30		15	75	120	8		8	104

Теми лабораторних занять

№	Назва теми	Кількість годин	
		Денна	Заочна
1	Вступне заняття. Ознайомлення з бібліотеками мови програмування Python : NumPy, SciPy, scikit-learn, matplotlib.	2	-
2	Основні операції над нечіткими множинами. Відстань між нечіткими підмножинами..	2	2
3	Операції над нечіткими відношеннями.	2	2
4	Методи побудови функцій належності.	2	2
5	Прийняття рішень при нечітких відношеннях переваги на множині альтернатив.	2	-
6	Нейронні мережі з нечіткою логікою як універсальні апроксиматори.	2	2
7	Задача розподілу ринку банківських послуг на зони впливу банків	2	-
8	Керування запасами сировини на підприємстві в умовах нечітко визначеного попиту	1	-
	Разом	15	8

Самостійна робота

Розподіл годин самостійної роботи для студентів денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – 0,5 год/1 год. (1 година на 1 лекцію);
- підготовка до лабораторних робіт – 2-3 год/1 робота;
- підготовка до контрольних заходів – (15-30) год. на 1 захід.

Завдання для самостійної роботи

№	Назва теми	Кількість годин	
		денна форма	заочна форм
1	Підготовка до лекцій	15	30
2	Підготовка до лабораторних робіт	30	44
3	Підготовка до контрольних заходів	30	30
	Разом:	75	104

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Методи навчання:

- лекція;
- ілюстрування;
- демонстрування;
- лабораторна робота;
- пояснювально-ілюстративний метод.

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання можуть бути:

- завдання на лабораторному обладнанні;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення студента оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю. У кожного компонента своя частка в загальній системі оцінок. У проміжних оцінках студент може набрати від 60 балів до 100 балів. Під компонентом проміжних оцінок розуміються поточні оцінки протягом семестру (активність, виконання завдань та інше).

Поточний контроль проводиться на кожному лабораторному занятті та за результатами виконання завдань самостійної роботи. Він передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначеної теми (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) та набутих практичних навичок під час виконання завдань лабораторної роботи.

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що визначаються в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

Результуюча оцінка виставляється відповідно до шкали оцінювання ECTS.

Шкала оцінювання знань

Сума балів	Оцінка ECTS	Примітка
90-100	A	Відмінно - відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок
82-89	B	Дуже добре-вище середнього рівня з кількома помилками
74-81	C	Добре - в цілому правильна робота з певною кількістю значних помилок
64-73	D	Задовільно - непогано, але зі значною кількістю недоліків
60-63	E	Достатньо - виконання задовольняє мінімальним критеріям
35-59	FX	Незадовільно - потрібно повчити перед тим, як перездати
1-34	F	Неприйнятно - необхідна серйозна подальша робота

8. Критерії оцінювання результатів навчання

Здійснюється відповідно до затверджених узагальнених норм та стандартів вищої освіти України.

Лабораторні роботи

Кількість балів		Критерії оцінювання лабораторних робіт
Денна	Заочна	
8	16	Роботу виконано у встановлений термін. Студент самостійно визначає умови завдання і раціонально виконує його. Звіт відповідає встановленим вимогам.
6	12	Роботу виконано у встановлений термін. Студент самостійно визначає умови завдання і виконує його з незначними помилками. Звіт відповідає встановленим вимогам.
5	10	Роботу виконано у встановлений термін. Студент самостійно визначає умови завдання і виконує його з незначними помилками. Складений звіт містить неточності.
4	8	Роботу виконано з порушенням встановлених термінів. Студент виконує завдання лише за готовим алгоритмом. Складений звіт містить помилки.
3	6	Студент виконує завдання лише за готовим алгоритмом та зі значними помилками. Складений звіт містить помилки.

Кількість балів		Критерії оцінювання лабораторних робіт
Денна	Заочна	
0	0	Студент не виконав завдання.

Екзамен у формі тестування для денної та заочної форми навчання

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	36	32	28	24	20	16	12	8	4	2

Форма контролю	Максимальна кількість балів	
	Денна форма	Заочна форма
Виконання лабораторних робіт	8 x 8 = 64	4 x 16 = 64
Модульний підсумковий контроль знань	36	36
Всього	100	100

Формування підсумкової оцінки

		Денна форма		Заочна форма	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
ЗМ1	T1-T2	Практична робота 1	8	Практична робота 1	16
	T3-T4	Практична робота 2	8		
	T5-T6	Практична робота 3	8	Практична робота 2	16
	T7-T8	Практична робота 4	8		
	T9-T10	Практична робота 5	8	Практична робота 3	16
	T11-T12	Практична робота 6	8		
	T13-T14	Практична робота 7	8	Практична робота 4	16
	T15	Практична робота 8	8		
Підсумковий контроль		екзамен	36		36
Всього			100		100

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

До засобів навчання, завдяки яким за певний час досягається визначені цілі і результат навчання в межах освітнього процесу відносяться:

1. Програмне забезпечення – інтегрованого середовища Spider 5.1.5 для моделювання алгоритмів систем штучного інтелекту на основі мови Python.
2. Методичне забезпечення – електронний конспект лекцій, методичні вказівки до виконання лабораторних робіт.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

1. Желдак Т.А., Коряшкіна Л.С., Ус С.А. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень: навч. посіб. Дніпро: НТУ «ДП», 2020. – 387 с.

2. Іванченко, Г.Ф. Системи штучного інтелекту: навчальний посібник Київ: КНЕУ, 2011. – 382 с.

3. Савченко А.С. Методи та системи штучного інтелекту: Навч. посіб. Київ: НАУ, 2017. – 190 с.

Додаткова література.

4. George F Luger. Artificial Intelligence. Structures and Strategies for Complex Problem Solving, Fifth edition. EDDISON-WESLEY, 2005. – 912 pp.

5. Никітіна, Л.О., Никітін С.О. Моделі та методи штучного інтелекту у комп'ютерних іграх. Харків: «Друкарня Мадрид», 2018. – 102 с.

6. Субботін, С.О. Нейронні мережі: теорія та практика: навч. посіб. / С.О. Субботін. – Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. – 184 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

10. Python Documentation. URL: <https://docs.python.org/3/contents.html>