

**ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ФАКУЛЬТЕТ МАТЕМАТИКИ ТА ЦИФРОВИХ ТЕХНОЛОГІЙ
Кафедра кібернетики і прикладної математики**



«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан факультету математики
та цифрових технологій
Микола МАЛЯР
_____ 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

НЕЧІТКЕ МОДЕЛЮВАННЯ

Рівень вищої освіти	перший (бакалаврський)
Галузь знань	11 Математика та статистика
Спеціальність	113 Прикладна математика
Освітня програма	Системи штучного інтелекту
Статус дисципліни	вибіркова
Мова навчання	українська

Ужгород 2023

Робоча програма навчальної дисципліни «**Нечітке моделювання**» для здобувачів вищої освіти галузі знань **11 Математика та статистика** спеціальності **113 Прикладна математика** освітньої програми **Системи штучного інтелекту**.

Розробник: Шаркаді Маріанна Миколаївна, к.е.н., доц., доц. кафедри кібернетики і прикладної математики

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри **кібернетики і прикладної математики**.

Протокол № 12 від «05» 06 2023 року.

Завідувач кафедри  Павло МУЛЕСА

Схвалено науково-методичною комісією **факультету математики та цифрових технологій**.

Протокол № 10 від «20» червня 2023 року.

Голова науково-методичної комісії  Наталія ЮРЧЕНКО

1. ОПИС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Найменування показників	Розподіл годин за навчальним планом
	Денна форма навчання
Кількість кредитів ЄКТС – 3	Рік підготовки:
Загальна кількість годин – 90	4-й
Кількість модулів – 2	Семестр:
Тижневих годин для денної форми навчання: 8-й семестр аудиторних – 4 самостійної роботи студента – 4	8-й
	Лекції:
	22
	Практичні (семінарські):
	-
Вид підсумкового контролю: 8-й семестр – залік.	Лабораторні:
	22
Форма підсумкового контролю: усна	Самостійна робота:
	46

2.МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Мета та завдання навчальної дисципліни. Дисципліна «Нечітке моделювання» є ознайомленням з основними принципами та методами застосування теорії нечітких множин для дослідження різних прикладних задач та для побудови і дослідження моделей систем за допомогою нечітких технологій.

Предмет навчальної дисципліни. Дисципліна «Нечітке моделювання» включає в себе оволодіння сучасними методами, основними теоретичними положеннями і основними застосуваннями нечітких множин на практиці.

Відповідно до освітньої програми, вивчення дисципліни сприяє формуванню для здобувачів ступеня вищої освіти таких компетентностей:

- **ЗК01.** Здатність учитися і оволодівати сучасними знаннями.
- **ЗК02.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- **ЗК05.** Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.
- **ЗК08.** Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- **ЗК16.** Здатність до планування та розподілу часу.
- **ЗК17.** Здатність приймати обґрунтовані рішення.
- **ФК03.** Здатність обирати та застосовувати математичні методи для розв'язання прикладних задач, моделювання, аналізу, проектування, керування, прогнозування, прийняття рішень.
- **ФК09.** Здатність до проведення математичного і комп'ютерного моделювання, аналізу та обробки даних, обчислювального експерименту, розв'язання формалізованих задач за допомогою спеціалізованих програмних засобів.
- **ФК13.** Здатність зрозуміти постановку завдання, сформульовану мовою певної предметної галузі, здійснювати пошук та збір необхідних вихідних даних.

- **ФК14.** Здатність сформулювати математичну постановку задачі, спираючись на постановку мовою предметної галузі, та обирати метод її розв'язання, що забезпечує потрібні точність і надійність результату.

3.ПЕРЕДУМОВИ ДЛЯ ВИВЧЕННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Передумовами вивчення навчальної дисципліни «Теорія нечітких множин та нечітка логіка» є опанування таких навчальних дисциплін (НД) освітньої програми (ОП):

- ОК 6. Алгебра і геометрія.
- ОК 5. Математичний аналіз.
- ОК 9. Теорія ймовірностей.
- ОК 8. Дискретна математика.

4.ОЧІКУВАНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Відповідно до освітньої програми «Системи штучного інтелекту», вивчення навчальної дисципліни «Нечітке моделювання» повинно забезпечити досягнення здобувачами ступеня вищої освіти: бакалавр таких програмних результатів навчання (ПРН):

Програмні результати навчання	Шифр ПРН
Демонструвати знання й розуміння основних концепцій, принципів, теорій прикладної математики і використовувати їх на практиці.	РН01
Формалізувати задачі, сформульовані мовою певної предметної галузі; формулювати їх математичну постановку та обирати раціональний метод вирішення; розв'язувати отримані задачі аналітичними та чисельними методами, оцінювати точність та достовірність отриманих результатів.	РН03
Володіти основними методами розробки дискретних і неперервних математичних моделей об'єктів та процесів, аналітичного дослідження цих моделей на предмет існування та єдиності їх розв'язку.	РН06
Вміти проводити практичні дослідження та знаходити розв'язок некоректних задач.	РН07
Уміти організувати власну діяльність та одержувати результат у рамках обмеженого часу.	РН15

Очікувані результати навчання, які повинні бути досягнуті здобувачами освіти після опанування навчальної дисципліни «**Нечітке моделювання**»:

Очікувані результати навчання з дисципліни	Шифр ПРН
Знання основних положень теорії нечітких множин, нечіткої логіки та нечітких обчислень	РН01, РН03, РН06, РН07, РН15
Вміння будувати нечіткі моделі для прикладних задач	РН06, РН07, РН15

5. ЗАСОБИ ДІАГНОСТИКИ ТА КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ

Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання з навчальної дисципліни є:

- залік;
- модульні контрольні роботи;
- виконання лабораторних робіт.

Форми контролю та критерії оцінювання результатів навчання

Форми поточного контролю: виконання лабораторних робіт, презентація та захист лабораторних робіт.

Форма модульного контролю: письмова контрольна робота.

Контроль самостійної роботи: перевірка виконаних завдань на лабораторних заняттях, перевірка домашніх завдань.

Форма підсумкового семестрового контролю: залік.

Під час оцінювання лабораторних робіт враховується самостійність, творчий підхід, правильність виконання завдань та максимальне залучення при цьому всіх доступних програмних ресурсів.

Основні форми та методи навчання під час викладання дисципліни :

- Словесні: лекція, бесіда, обговорення.
- Наочні: ілюстрація, демонстрація (з використанням фотоілюстрацій, таблиць та схем, електронних презентацій).
- Лабораторні: виконання лабораторних завдань; виконання індивідуальних завдань; контрольні роботи.
- Інтерактивні методи навчання.

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 1)

Поточне оцінювання та самостійна робота			Модульна контрольна робота	Сума
T1	T2	T3	40	100
20	20	20		

Розподіл балів, які отримують здобувачі вищої освіти (модуль 2)

Поточне оцінювання та самостійна робота				Модульна контрольна робота	Сума
T4	T5	T6	T7	40	100
15	15	15	15		

Оцінювання окремих видів навчальної роботи з дисципліни

Вид діяльності здобувача вищої освіти	Модуль 1		Модуль 2	
	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)	Кількість	Максимальна кількість балів (сумарна)
Лабораторні заняття	3	60	4	60
Модульна контрольна робота	1	40	1	40
Разом		100		100

Критерії оцінювання модульної контрольної роботи

Матеріал кожного модуля, який здобувачі вищої освіти повинні засвоїти протягом семестру, виноситься на одну з двох модульних контрольних робіт.

Модульна контрольна робота складається з практичних завдань, які виконуються письмово на листках. Варіант модульної контрольної роботи присвячений використанню набутих знань для розв'язування практичних завдань.

Включає чотири завдань, кожне з яких оцінюється в 10 балів.

Неявка на модульну контрольну роботу оцінюється в 0 балів незалежно від причини невиконання (неявки).

Здобувач вищої освіти, який не з'явився на модульну контрольну роботу, або ж його модульна оцінка складає від 0 до 34 балів, зобов'язаний скласти (перескласти) модуль до початку підсумкового контролю у строки, визначені викладачем дисципліни та погоджені деканатом факультету.

Критерії оцінювання підсумкового семестрового контролю

За результатами модульних контролів визначається підсумкова модульна оцінка. Залікова оцінка визначається в залежності від рейтингового балу, або балів за залік.

До складання заліку допускаються здобувачі вищої освіти, у яких підсумкова модульна оцінка за семестр становить не менше 35.

Здобувач вищої освіти, підсумкова модульна оцінка якого складає від 0 до 34 балів, зобов'язаний покращити її до початку підсумкового семестрового контролю під час чергування викладача на кафедрі у строки, визначені викладачем дисципліни та погоджені деканатом факультету. В протилежному випадку, здобувач не допускається до заліку і у нього виникає академічна заборгованість.

Залік з навчальної дисципліни здобувач вищої освіти може не скласти, якщо він успішно пройшов усі модульні контролі та його влаштовує підсумкова модульна оцінка.

Здобувачі вищої освіти, підсумкова модульна оцінка яких становить від 35 до 59, залік складають обов'язково. Здобувач освіти може підвищити на заліку рейтинговий бал, при цьому, за результатами складання заліку оцінка не може бути менша за підсумкову модульну оцінку, яку він отримав за результатами модульних контролів.

Залік проводиться в усній формі. Заліковий білет складається з двох теоретичних питань та трьох практичних завдань. Оцінювання результатів навчання на заліку здійснюється за 100-бальною шкалою. Оцінка за залік вноситься у відомість обліку успішності.

Таблиця відповідності оцінок за різними шкалами оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену	для заліку
90-100	A	відмінно	зараховано
82-89	B	добре	
74-81	C		
64-73	D	задовільно	
60-63	E		
35-59	FX	незадовільно з можливістю повторного складання	незараховано з можливістю повторного складання
0-34	F	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	незараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

Критерій оцінювання підсумкового контролю з дисципліни

— «зараховано» (90-100 балів, А) заслуговує студент, який виявив всебічне і глибоке знання програмового матеріалу, вміння вільно виконувати завдання, передбачені програмою, засвоїв основну і ознайомився з додатковою літературою, розуміє взаємозв'язок головних понять дисципліни та їх значення для майбутньої професії;

— «зараховано» (82-89 балів, В) заслуговує студент, який виявив повне знання програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу рекомендовану програмою, виявив систематичний характер знань з дисциплін і здатний до самостійного доповнення, але під час відповіді допустив деякі неточності;

— «зараховано» (74-81 бал, С) заслуговує студент, що виявив не цілком повне знання програмного матеріалу, не завжди успішно виконує передбачені програмою завдання, частково засвоїв основну літературу, рекомендовану програмою, виявив не систематичний характер знань з дисциплін і не завжди здатний до їх самостійного доповнення і під час відповіді допускає деякі неточності;

— «зараховано» (64-73 бали, D) заслуговує студент, що виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий з основною рекомендованою літературою. Як правило, дана оцінка виставляється студентам, що допустили помилки у відповіді на заліку чи екзамені та при виконанні залікових або екзаменаційних завдань, але які володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача;

— «зараховано» (60-63 балів, E) заслуговує студент, що виявив часткове знання основного програмового матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та майбутньої роботи за професією, не завжди вміє виконувати завдання, передбачені програмою, знайомий лише частково з основною рекомендованою літературою. Як правило, дана оцінка виставляється студентам, що допустили грубі помилки у відповіді на заліку чи екзамені та при виконанні залікових або екзаменаційних завдань, але які частково володіють необхідними знаннями для їх усунення за допомогою викладача.

— «незараховано» (35-59 балів, FX) виставляється студенту, який виявив суттєві прогалини в знаннях основного програмового матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

— «незараховано» (0-34 балів, F) виставляється студенту коли протягом семестру він допустив грубі помилки у виконанні передбачених програмою завдань.

6. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

6.1. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Тема 1. Методи побудови функцій належності нечітких множин.

Метод статистичної обробки експертної інформації, метод ранжування та метод парних порівнянь. [1-4].

Тема 2. Нечіткі величини та арифметичні операції над ними.

Нечіткі величини, числа. Основні арифметичні операції над нечіткими числами та їх властивості. Наглядне їх представлення. [1,2,3]

Тема 3. Лінгвістичні змінні та їх застосування в організаційно-економічному аналізі.

Нечіткі лінгвістичні змінні, операції над змінними. Застосування нечітких лінгвістичних змінних в організаційно-економічному аналізі.

Модуль 2.

Тема 4. Алгоритми нечіткого логічного виведення.

Правила нечіткого логічного виводу. Алгоритми нечіткого логічного виведення [1,2,3].

Тема 5. Нечітка система підтримки прийняття рішень.

Нечіткі моделі систем. Експертні системи. Приклади. [4,5,6].

Тема 6. Нечітка кластеризація.

Методи нечіткої кластеризації. [4,5,6].

Тема 7. Нечітко-очікувані величини та арифметичні операції над ними.

Нечітко-очікувані величини. Арифметичні операції над нечітко-очікуваними величинами. [4,5,6].

6.2. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин											
	Денна форма						Заочна форма					
	Усього	у тому числі					Усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с.р.		л	п	лаб.	інд.	с.р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Модуль 1												
Тема 1. Методи побудови функцій належності нечітких множин	16	4	-	4	-	8	-	-	-	-	-	-
Тема 2. Нечіткі величини та арифметичні операції над ними.	14	3	-	3	-	8	-	-	-	-	-	-
Тема 3. Лінгвістичні змінні та їх застосування в організаційно-економічному аналізі	14	3	-	3	-	8	-	-	-	-	-	-
Разом за модуль	44	10	-	10		24						
Модуль 2												
Тема 4. Алгоритми нечіткого логічного виведення.	12	3	-	3	-	6	-	-	-	-	-	-
Тема 5. Нечітка система підтримки прийняття рішень.	11	3	-	3	-	5	-	-	-	-	-	-
Тема 6. Нечітка кластеризація.	12	3	-	3	-	6	-	-	-	-	-	-

Тема 7. Нечітко-очікувані величини та арифметичні операції над ними.	11	3	-	3	-	5	-	-	-	-	-	-
Разом за модуль	46	12	-	12	-	22	-	-	-	-	-	-
Разом за семестр	90	22	-	22	-	46	-	-	-	-	-	-

6.3. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Методи побудови функцій належності нечітких множин	4
2.	Нечіткі величини та арифметичні операції над ними.	3
3.	Лінгвістичні змінні та їх застосування в організаційно - економічному аналізі	3
4.	Алгоритми нечіткого логічного виведення.	3
5.	Нечітка система підтримки прийняття рішень.	3
6.	Нечітка кластеризація.	3
7.	Нечітко-очікувані величини та арифметичні операції над ними.	3
Разом		22

6.4. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Методи побудови функцій належності нечітких множин	8
2.	Нечіткі величини та арифметичні операції над ними.	8
3.	Лінгвістичні змінні та їх застосування в організаційно - економічному аналізі	8
4.	Алгоритми нечіткого логічного виведення.	6
5.	Нечітка система підтримки прийняття рішень.	5
6.	Нечітка кластеризація.	6
7.	Нечітко-очікувані величини та арифметичні операції над ними.	5
Разом		46

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

Технічні засоби – персональні комп'ютери, мультимедійний проектор.

Програмне забезпечення – операційна система, сервіс Google Meet, система електронного навчання Moodle.

8. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

Основна література

1. Обчислювальний інтелект: теорія нечітких множин: навчальний посібник / Л.І. Кооротка, Д.Г. Зеленцов, Н.Ю. Науменко [та ін.]; за ред. Л.І. Коороткої. Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2020. 167с.
2. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень: навч. посіб. / Т.А. Желдак, Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус, за редакцією С.А. Ус ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». Дніпро : НТУ «ДП», 2020. 387 с.
3. Зайченко Ю.П. Дослідження операцій. Київ: ПІОЛ, 2000. 688 с.
4. Сявавко М., Рибицька О. Математичне моделювання за умов невизначеності. - Львів: Українські технології, 2000. 320 с.
5. Chander Mohan (2019) An introduction to fuzzy set theory and fuzzy logic. https://www.researchgate.net/publication/321307590_AN_INTRODUCTION_TO_FUZZY_SET_THEORY_AND_FUZZY_LOGIC_Second_Edition

Допоміжна література

1. Кондратенко Ю. П. Нечіткі множини та нечітка логіка. Методичні рекомендації та вказівки для виконання лабораторних робіт студентами спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» / Ю. П. Кондратенко, Г. В. Кондратенко, Є. В. Сіденко ; під ред. д-р техн. наук, професор Ю. П. Кондратенка. Миколаїв : ЧНУ ім. Петра Могили, 2019. 36 с.
2. Куссуль Н. М. Інтелектуальні обчислення. Навчальний посібник (навчальний посібник з грифом МОН України) / Н. М. Куссуль, А. Ю. Шелестов, А. М. Лавренюк. К.: «Наукова думка», 2006. – 186 с.
3. Kaufmann, A., Gupta, M. : Introduction to Fuzzy Arithmetic: Theory and Applications. Van Nostrand Reinhold Company, New York (1985).
4. Cordon Oscar, Herrera Francisco, Hoffmann Frank, Magdalena Luis Genetic Fuzzy systems. Evolutionary tuning and learning of fuzzy knowledge bases. – World Scientific, 2001. Singapore, New Jersey, London, Hong Kong. 462 p.