

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Факультет комп'ютерних наук

Кафедра інтелектуальних інформаційних систем

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

Котляр Ю.В.

“30” серпня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ЗНАННЯ-ОРІЄНТОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ ОБЧИСЛЮВАЛЬНОГО ІНТЕЛЕКТУ

Спеціальність 122 Комп'ютерні науки

Розробники

Завідувач кафедри

Гарант освітньої програми

Декан факультету

Начальник НМВ

Сіденко Є. В.

Кондратенко Ю. П.

Гожий О. П.

Бойко А. П.

Шкірчак С. І.

Миколаїв – 2024 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Характеристика дисципліни	
Найменування дисципліни	Знання-орієнтовані технології обчислювального інтелекту	
Шифр курсу в освітній програмі	ПП1	
Галузь знань	12 Інформаційні технології	
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки	
Спеціалізація (якщо є)	-	
Освітня програма	Інтелектуальні інформаційні системи	
Рівень вищої освіти	Магістр	
Статус дисципліни	Нормативна	
Курс навчання	1 курс	
Навчальний рік	2024-2025	
Номер(и) семестрів (триместрів):	Денна форма	Заочна форма
	1 сем.	
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	4 кредити / 120 годин	
Структура курсу: – лекції – семінарські заняття (практичні, лабораторні, півгрупові) – годин самостійної роботи студентів	Денна форма	Заочна форма
	120=	
	15	
	30	
	75	
Відсоток аудиторного навантаження	38%	
Мова викладання	Українська	
Форма проміжного контролю (якщо є)	-	
Форма підсумкового контролю	Залік	

2. Мета, завдання та результати вивчення дисципліни

Мета викладання навчальної дисципліни «Знання-орієнтовані технології обчислювального інтелекту» полягає в навчанні здобувачів вмінням застосовувати різноманітні методи та засоби для вирішення задач в умовах лінгвістичної (якісної) обробки даних, орієнтованих на знання. Оволодіння матеріалом курсу має закласти у здобувачів теоретичну базу в області інженерії знань та штучному (обчислювальному) інтелекті і сформувати у них основні навички користувачів і розробників сучасних систем, що засновані на експертних знаннях. Також метою навчання є надання студентам систематизованих знань щодо методів, систем та технологій, що використовуються у процесах розробки систем, орієнтованих на знання.

Завданням є ознайомлення здобувачів з предметом та методологією обробки та аналізу знань, теоретико-методологічними засадами створення моделей знань та засобами їх представлення, способами вибору адекватних технологій і методів створення баз даних та баз знань; закріплення набутих знань, умінь і навичок щодо методики проектування та розробки знання орієнтованих систем і технологій обчислювального інтелекту.

Передумовами вивчення дисципліни є попередня підготовка студентів з дисциплін «Інженерія знань», «Теорія прийняття рішень», «Основи нечіткої логіки», «Інтелектуальний аналіз даних».

Очікувані результати навчання (компетентності):

- загальні компетентності:
 - ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
 - ЗК7. Здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- фахові компетентності:
 - СК8. Здатність розробляти і реалізовувати проекти зі створення програмного забезпечення, у тому числі в непередбачуваних умовах, за нечітких вимог та необхідності застосовувати нові стратегічні підходи, використовувати програмні інструменти для організації командної роботи над проектом;
 - СК9. Здатність розробляти та адмініструвати бази даних та знань;
- програмні результати навчання:
 - РН1. Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань;
 - РН12. Проектувати та супроводжувати бази даних та знань;
 - РН20. Розробляти та застосовувати елементи програмного забезпечення для реалізації інтелектуальних технологій, а саме нейронних мереж, методів нечіткої логіки, еволюційних методів обчислень, біоінспірованих методів в інтелектуальних системах;
 - РН21. Розробляти та реалізовувати проекти на основі інтелектуальних компонентів в тому числі за допомогою методів машинного і глибокого навчання, імітаційних моделей, застосовуючи нові інструментальні засоби розробки, сучасні бібліотеки мов програмування та сучасні візуальні технології.

В результаті вивчення дисципліни здобувач

має знати:

- основні форми і закони абстрактно-логічного мислення, основи нечіткої логіки, форми подання знань;
- методи, способи та технології збору інформації з різних джерел, аналізу та обробки даних і знань;
- інструментальні засоби представлення та обробки інтелектуальних даних і знань, моделі представлення знань, способи формування знань та їх характеристики;
- методи вирішення задач з використанням знання-орієнтованого підходу;

має вміти:

- реалізовувати засвоєні поняття, концепції, теорії та методи в інтелектуальній і практичній діяльності в галузі інтелектуальних інформаційних систем;
- визначати узгодженість експертних суджень при формуванні знань;
- розробляти знання-орієнтовані системи для вирішення поставлених задач;
- використовувати методи експертного оцінювання з використанням нечіткої логіки та знання-орієнтованого підходу для вирішення задач прийняття рішень і обчислювального інтелекту.

3. Програма навчальної дисципліни

Денна форма:

	Теми	Лекції	Практичні (семінарські, лабораторні, півгрупові)	Самостійна робота
1	Тема 1. Метод агрегації трапеційних лінгвістичних термів на основі експертних знань.	4	8	15
2	Тема 2. Метод Fuzzy ARAS для групового прийняття рішень на основі експертних знань.	4	8	20
3	Тема 3. Метод Fuzzy VIKOR для знання-орієнтованих систем.	4	6	20
4	Тема 4. Нечіткий знання-орієнтований метод TOPSIS для вирішення задач багатокритерійного прийняття рішень.	3	8	20
	Всього за курсом	15	30	75

4. Зміст навчальної дисципліни

4.1. План лекцій (денна форма)

№	Тема заняття / план	Кількість годин
1-2	Тема 1. Метод агрегації трапеційних лінгвістичних термів на основі експертних знань. Лекція 1. 1) Експертне оцінювання альтернативних рішень. 2) Агрегація лінгвістичних термів (експертних оцінок). 3) Формування інтервальних оцінок. Лекція 2. 4) Знаходження найкращого рішення за песимістичною позицією ЛПР.	4

	5) Знаходження найкращого рішення за оптимістичною позицією ЛПР. 6) Знаходження найкращого рішення за нейтральною позицією ЛПР.	
3-4	Тема 2. Метод Fuzzy ARAS для групового прийняття рішень на основі експертних знань. Лекція 3. 1) Визначення важливості критеріїв та оцінок альтернатив за критеріями для кожного експерта у вигляді лінгвістичних термів з агрегацією оцінок. 2) Перетворення лінгвістичних термів в трикутні числа за допомогою таблиці та формування матриці нечітких чисел на основі трансформованих лінгвістичних термів. 3) Формування матриці нечітких чисел на основі трансформованих лінгвістичних термів. Лекція 4. 4) Знаходження матриці оптимальних значень критеріїв та її нормування. 5) Визначення нормованої зваженої матриці та визначення загальної оцінки оптимальності рішень. 6) Перетворення матриці нечітких чисел в чіткі та визначення ступеню оптимальності для кожної альтернативи по відношенню до оптимального значення.	4
5-6	Тема 3. Метод Fuzzy VIKOR для знання-орієнтованих систем. Лекція 5. 1) Нечітка матриця продуктивності та вектор ваги. 2) Визначення ідеального значення та найгіршого значення всіх критеріїв відповідно до функції вигоди або витрат. 3) Обчислення нормованої нечіткої різниці. Лекція 6. 4) Обчислення значень показників $\tilde{S}_j$, $\tilde{R}_j$ та $\tilde{Q}_j$. 5) Дефазифікація значень показників $\tilde{S}_j$, $\tilde{R}_j$ та $\tilde{Q}_j$ та ранжування альтернатив.	4
7-8	Тема 4. Нечіткий знання-орієнтований метод TOPSIS для вирішення задач багатокритерійного прийняття рішень. Лекція 7. 1) Оцінка критеріїв та альтернатив. 2) Усереднення оцінок критеріїв та альтернатив. 3) Нормалізація оцінок альтернатив та формування матриці зважених нормалізованих альтернатив. Лекція 8. 4) Визначення FPIS та FNIS. Визначення відстаней від кожної альтернативи до FPIS та FNIS для кожного критерію. 6) Визначення коефіцієнту близькості для кожної альтернативи.	3
	Всього	15

4.2. План практичних (семінарських, лабораторних, півгрупових) занять

№	Тема заняття / план	Кількість годин
1-4	Реалізація методу агрегації трапеційних лінгвістичних термів на основі експертних знань для знання-орієнтованих систем та задач багатокритерійного прийняття рішень.	8

	1) Постановка задачі та формування структури системи. 2) Експертне оцінювання альтернативних рішень. 3) Матриця інтервальних експертних оцінок альтернативних рішень. 4) Матриця трапеційних ЛТ альтернативних рішень. 5) Інтервальні оцінки трапеційних ЛТ альтернативних рішень. 6) Знаходження найкращого рішення за песимістичною позицією ЛПР. 7) Знаходження найкращого рішення за оптимістичною позицією ЛПР. 8) Знаходження найкращого рішення за нейтральною позицією ЛПР. 9) Знаходження найкращого рішення з використанням агрегації трапеційних лінгвістичних термів. 10) Програмна реалізація з графічним інтерфейсом. 11) Аналіз результатів та формування звіту.	
5-8	Реалізація методу FUZZY ARAS для знання орієнтованих систем. 1) Постановка задачі та формування структури системи. 2) Визначення важливості критеріїв та оцінок альтернатив за критеріями для кожного експерта у вигляді лінгвістичних термів. 3) Перетворення лінгвістичних термів в трикутні числа. 4) Формування матриці нечітких чисел на основі трансформованих лінгвістичних термів. 5) Знаходження матриці оптимальних значень критеріїв. 6) Нормування матриці оптимальних значень критеріїв. 7) Визначення нормованої зваженої матриці. 8) Визначення загальної оцінки оптимальності рішень. 9) Перетворення матриці нечітких чисел в чіткі. 10) Визначення ступеню оптимальності для кожної альтернативи по відношенню до оптимального значення. 11) Програмна реалізація методу для визначеної задачі. 12) Аналіз результатів та формування звіту.	8
9-11	Реалізація методу групового експертного оцінювання FUZZY VIKOR для знання орієнтованих систем. 1) Визначення лінгвістичних змінних. 2) Лінгвістична шкала важливості критеріїв. 3) Лінгвістична шкала оцінок альтернатив. 4) Нечітка матриця продуктивності та вектор ваги 5) Визначення ідеального значення та найгіршого значення всіх критеріїв відповідно до функції вигоди або витрат. 6) Обчислення нормованої нечіткої різниці. 7) Обчислення значень показників $\tilde{S}_j$, $\tilde{R}_j$ та $\tilde{Q}_j$. 8) Дефазифікація значень показників $\tilde{S}_j$, $\tilde{R}_j$ та $\tilde{Q}_j$ та ранжування альтернатив.	6
12-15	Fuzzy TOPSIS method for knowledge-oriented systems and for solving multi-criteria problems with uncertain input data. 1) Assessment of criteria and alternatives. 2) Averaging evaluations of criteria and alternatives. 3) Normalization of estimations of alternatives and formation of the matrix of weighted normalized alternatives. 4) Define FPIS and FNIS. 5) Determine the distances from each alternative to FPIS and FNIS for each criterion. 6) Determine of the closeness coefficient for each alternative.	8
	Всього	30

Методичні рекомендації щодо виконання практичних робіт знаходяться в Moodle3.

4.3. Завдання для самостійної роботи (денна форма)

№	Тема заняття	Кількість годин
1	Тема 1. Агрегації Гаусівських лінгвістичних термів.	15
2	Тема 2. Модифікації методу Fuzzy ARAS.	20
3	Тема 3. Модифікації методу Fuzzy VIKOR.	20
4	Тема 4. Модифікації методу Fuzzy TOPSIS.	20
	Всього	75

Теми занять для самостійної роботи відображаються в питаннях підсумкового контролю (екзамену).

4.4. Забезпечення освітнього процесу

Практичні роботи з дисципліни проводяться у комп'ютерних класах з використанням необхідного програмного забезпечення, зокрема Microsoft Visual Studio, Java SE, Python, C#.

5. Підсумковий контроль

5.1. Денна форма

Перелік питань підсумкового контролю:

1. Експертне оцінювання альтернативних рішень в методі агрегації трапеційних лінгвістичних термів на основі експертних знань.
2. Агрегація лінгвістичних термів (експертних оцінок) в методі агрегації трапеційних лінгвістичних термів на основі експертних знань.
3. Формування інтервальних оцінок в методі агрегації трапеційних лінгвістичних термів на основі експертних знань.
4. Знаходження найкращого рішення за песимістичною позицією ЛПР в методі агрегації трапеційних лінгвістичних термів на основі експертних знань.
5. Знаходження найкращого рішення за оптимістичною позицією ЛПР в методі агрегації трапеційних лінгвістичних термів на основі експертних знань.
6. Знаходження найкращого рішення за нейтральною позицією ЛПР в методі агрегації трапеційних лінгвістичних термів на основі експертних знань.
7. Визначення важливості критеріїв та оцінок альтернатив за критеріями для кожного експерта у вигляді лінгвістичних термів з агрегацією оцінок в методі Fuzzy ARAS.
8. Перетворення лінгвістичних термів в трикутні числа за допомогою таблиці та формування матриці нечітких чисел на основі трансформованих лінгвістичних термів в методі Fuzzy ARAS.
9. Формування матриці нечітких чисел на основі трансформованих лінгвістичних термів в методі Fuzzy ARAS.

10. Знаходження матриці оптимальних значень критеріїв та її нормування в методі Fuzzy ARAS.

11. Визначення нормованої зваженої матриці та визначення загальної оцінки оптимальності рішень в методі Fuzzy ARAS.

12. Перетворення матриці нечітких чисел в чіткі та визначення ступеню оптимальності для кожної альтернативи по відношенню до оптимального значення в методі Fuzzy ARAS.

13. Нечітка матриця продуктивності та вектор ваги в методі Fuzzy VIKOR.

14. Визначення ідеального значення та найгіршого значення всіх критеріїв відповідно до функції вигоди або витрат в методі Fuzzy VIKOR.

15. Обчислення нормованої нечіткої різниці в методі Fuzzy VIKOR.

16. Обчислення значень показників $\tilde{S}_j$, $\tilde{R}_j$ та $\tilde{Q}_j$ в методі Fuzzy VIKOR.

17. Дефазифікація значень показників $\tilde{S}_j$, $\tilde{R}_j$ та $\tilde{Q}_j$ та ранжування альтернатив в методі Fuzzy VIKOR.

18. Оцінка критеріїв та альтернатив в методі Fuzzy TOPSIS.

19. Усереднення оцінок критеріїв та альтернатив в методі Fuzzy TOPSIS.

20. Нормалізація оцінок альтернатив та формування матриці зважених нормалізованих альтернатив в методі Fuzzy TOPSIS.

21. Визначення FPIS та FNIS в методі Fuzzy TOPSIS.

22. Визначте відстаней від кожної альтернативи до FPIS та FNIS для кожного критерію в методі Fuzzy TOPSIS.

23. Визначення коефіцієнту близькості для кожної альтернативи в методі Fuzzy TOPSIS.

24. Загальні поняття та визначення в методі агрегації трапеційних лінгвістичних термів на основі експертних знань.

25. Загальні поняття та визначення в методі Fuzzy ARAS.

26. Загальні поняття та визначення в методі Fuzzy VIKOR.

27. Загальні поняття та визначення в методі Fuzzy TOPSIS.

28. Послідовність кроків (етапів) та особливості застосування методу Fuzzy ARAS на конкретному прикладі.

29. Послідовність кроків (етапів) та особливості застосування методу Fuzzy VIKOR на конкретному прикладі.

30. Послідовність кроків (етапів) та особливості застосування методу Fuzzy TOPSIS на конкретному прикладі.

31. Нечіткий SWARA.

32. Нечіткий CRITIC.

33. Гібридний підхід, заснований на нечіткому EDAS.

34. Агрегації Гаусівських лінгвістичних термів.

35. Модифікації методу Fuzzy ARAS.

36. Модифікації методу Fuzzy VIKOR.

37. Метод Fuzzy MOORA.

38. Модифікації методу Fuzzy TOPSIS.

Типові задачі для розв'язування:

1. Необхідно вирішити задачу (кількість альтернатив n , кількість критеріїв m буде вказано на заліку) з використанням методу агрегації трапеційних лінгвістичних термів для однієї з позицій ЛПР (позиція буде вказана на заліку).

«0» варіант залікового/іспитового білету з зазначенням максимальної кількості балів за кожне виконане завдання:

1. Оцінка критеріїв та альтернатив в методі Fuzzy TOPSIS. (10 балів)
2. Вирішити задачу (кількість альтернатив n , кількість критеріїв m) з використанням методу агрегації трапеційних лінгвістичних термів для однієї з позицій ЛПР (оптимістична). (20 балів)

6. Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

6.1. Денна форма

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів
1	Практична робота №1	15
2	Практична робота №2	20
3	Практична робота №3	20
4	Практична робота №4	15
5	Разом за семестр	70
6	Залік	30
	Всього	100

Критерії оцінювання завдань для досягнення максимальної кількості балів

Максимальна кількість балів (відповідно до попередньої таблиці) – здобувач з високою якістю самостійно виконав весь обсяг робіт, відповідає на всі питання, пов'язані з виконаними роботами, та робить додаткові розрахунки, які йому пропонує викладач. У викладача немає претензій щодо програмної реалізації та вимог до виконання роботи.

7-14 балів (практичні роботи №1, 4) та 10-19 балів (практичні роботи №2, 3) - здобувач з достатньою якістю виконав всі завдання, але в процесі роботи він робив деякі помилки, які, після вказування на них викладачем, самостійно виправляв. На деякі питання він відповідає з похибкою. Запропоновані викладачем додаткові розрахунки робить з деякою потугою. Не всі вимоги до виконання роботи дотримані.

1-6 балів (практичні роботи №1, 4) та 1-9 балів (практичні роботи №2, 3) - здобувач самостійно виконав всі роботи, але не всі розрахунки вірні, якість оформлення та структура недостатня (не всі вимоги до роботи дотримані). На питання щодо виконання робіт відповіді не зовсім чіткі. Є помилки при відповідях.

0 балів - здобувач не виконав весь обсяг робіт, або виконав з грубими помилками. Він має проблеми з розрахунками на основі запропонованих технологій і методів обробки знань, звіти не відповідають поставленим вимогам.

При отриманні незадовільної оцінки здобувач має право виправити всі помилки або виконати нові варіанти завдань, якщо викладач невпевнений, що студент виконав їх самостійно. Такий варіант пропонується, коли студент має багато пропусків занять.

7. Рекомендовані джерела інформації

7.1. Основні:

1. Литвин В. В. Методи та засоби інженерії даних та знань. 2-ге видання. – Львів : Магнолія, 2021. – 241 с.
2. Федорін І. В. Методи та технології обчислювального інтелекту [Електронний ресурс] : навчальний посібник для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти за освітньою програмою «Комп'ютерні технології в біології та медицині» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» / І. В. Федорін ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 315 с.
3. Mauro Vallati, Diane Kitchin. Knowledge Engineering Tools and Techniques for AI Planning. Springer, Cham. 2020 <https://doi.org/10.1007/978-3-030-38561-3>

7.2. Додаткова

1. Сікора Я. Системи та методи прийняття рішень: опорний конспект лекцій / Я. Сікора; Житомир: Вид-во ЖДУ ім. Івана Франка, 2024. – 302 с.
2. Творошенко І. С. Технології прийняття рішень в інформаційних системах: навч. посіб. / І. С. Творошенко; Харків: ХНУРЕ, 2021. – 120 с.
3. Мічківський С. М. Системи та методи прийняття рішень: метод. Вказівки / С. М. Мічківський, О. В. Прігунов, П. В. Римар; Вінниця, ДонНУ імені Василя Стуса, 2019. – 76 с.
4. Hapishko, D., Sidenko, I., Kondratenko, G., Zhukov, Y., Kondratenko, Y. (2023). Modification of Fuzzy TOPSIS Based on Various Proximity Coefficients Metrics and Shapes of Fuzzy Sets. In: Antoniou, G., et al. Information and Communication Technologies in Education, Research, and Industrial Applications, ICTERI, Communications in Computer and Information Science, 2023, vol. 1980, Springer, Cham, pp. 98–113, Print ISBN 978-3-031-48324-0. https://doi.org/10.1007/978-3-031-48325-7_8.
5. Fan, J., Han, D. & Wu, M. Picture fuzzy Additive Ratio Assessment Method (ARAS) and VIseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje (VIKOR) method for multi-attribute decision problem and their application. Complex Intell. Syst. 9, 5345–5357 (2023). <https://doi.org/10.1007/s40747-023-01007-5>.

6. Li, L., Chen, Z. & Jiang, X. A Hybrid Picture Fuzzy Similarity Measure and Improved VIKOR Method. *Int J Comput Intell Syst* 15, 113 (2022).
<https://doi.org/10.1007/s44196-022-00165-7>.
7. Moreno Rocha, C.M., Arenas Buelvas, D. Evaluation of renewable energy technologies in Colombia: comparative evaluation using TOPSIS and TOPSIS fuzzy metaheuristic models. *Energy Inform* 7, 62 (2024).
<https://doi.org/10.1186/s42162-024-00348-w>.
8. Chen, TC.T., Wu, HC. & Hsu, KW. Recommending suitable hotels to travelers in the post-COVID-19 pandemic using a novel FAHP-fuzzy TOPSIS approach. *Complex Intell. Syst.* 10, 6901–6915 (2024).
<https://doi.org/10.1007/s40747-024-01521-0>.