

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ВІННИЦЬКИЙ ТОРГОВЕЛЬНО-ЕКОНОМІЧНИЙ ІНСТИТУТ**

СИСТЕМА УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ

Сертифікована на відповідність ДСТУ ISO 9001:2015 (ISO 9001:2015, IDT)

Кафедра економічної кібернетики та інформаційних систем

ЗАТВЕРДЖЕНО
Рішення вченої ради
04.03.2024
протокол № 03, п. 08

ВВЕДЕНО В ДІЮ
Наказ від 04.03.2024 № 36

**УПРАВЛІНСЬКІ БІЗНЕС-РІШЕННЯ НА ОСНОВІ SOFT COMPUTING /
MANAGERIAL BUSINESS DECISIONS BASED ON SOFT COMPUTING**

РОБОЧА ПРОГРАМА

Ступінь вищої освіти	«магістр» /	«master»
Галузь знань	12 «Інформаційні технології» /	«Information technologies»
Спеціальність	126 «Інформаційні системи та технології» /	«Information systems and technologies»
Освітня програма	«Інформаційні технології у бізнесі» /	«Information technologies in business»

Розробник: Романюк Вадим, доктор технічних наук, професор

Гарант освітньої програми «Інформаційні технології у бізнесі» – Романюк Вадим, доктор технічних наук, професор

Обговорено та схвалено на засіданні кафедри економічної кібернетики та інформаційних систем від 05.02.2024, протокол № 03; на засіданні вченої ради факультету економіки, менеджменту та права від 15.02.2024, протокол № 02.

Рецензенти:

Гуральник Артем, кандидат технічних наук, доцент

Вапняр Олена, директор ТОВ «Універсальний сервіс», м. Вінниця

Редактор: Фатєєва Т.
Комп'ютерна верстка: Шуляк Н.

Підп. до друку 14.03.2024 р. Формат 60x84/16. Папір офсетний
Друк ксероксний. Ум. друк. арк. .1,27
Обл.-вид. арк. 0,90. Тираж 2. Зам. № 27.

Редакційно-видавничий відділ ВТЕІ ДТЕУ
21000, м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 25

I. ЗАГАЛЬНІ ПОЛОЖЕННЯ:

Мета вивчення освітнього компоненту.

Освітній компонент «Управлінські бізнес-рішення на основі soft computing» належить до циклу професійної підготовки освітньої програми «Інформаційні технології у бізнесі». Освітній компонент «Управлінські бізнес-рішення на основі soft computing» належить до обов'язкових компонентів освітньої програми «Інформаційні технології у бізнесі».

Метою вивчення освітнього компоненту «Управлінські бізнес-рішення на основі soft computing» є формування у здобувачів системи знань з ефективного застосування методів нечітких систем і м'яких обчислень та оволодіння практичними навичками вирішення прикладних завдань гнучкого, спрощеного, надійного та водночас швидкого проектування систем прийняття управлінських бізнес-рішень та аналізу даних за умов локальних та глобальних невизначеностей.

Завданням освітнього компоненту є оволодіння основними поняттями нечітких систем і м'яких обчислень; набуття фахових навичок формалізації задачі прийняття управлінських бізнес-рішень та вибору відповідного методу рішення залежно від початкових даних та факторів різного роду впливу на показники продуктивності та економічної безпеки суб'єктів мікро- та макроекономічної діяльності; набуття практичних навичок побудови основних моделей нечітких систем і м'яких обчислень для суб'єктів мікро- та макроекономічної діяльності; ознайомлення з сучасними програмними засобами розробки нечітких систем і м'яких обчислень; набуття практичних навичок по візуалізації нечітких систем і м'яких обчислень та презентації отриманих результатів моделювання нечітких систем.

Предметом є концептуальні, методологічні та методичні засади теорії та практики нечітких систем і м'яких обчислень та використання їх на практиці в галузі інформаційних систем та технологій для вироблення обґрунтованих управлінських бізнес-рішень суб'єктів мікро- та макроекономічної діяльності.

Результат вивчення освітнього компоненту та його місце в освітньому процесі.

Вивчення освітнього компоненту включає лекційні, лабораторні заняття та самостійну роботу, що сприяє закріпленню необхідних теоретичних знань та допомагає набуттю практичних навичок. Освітній компонент «Управлінські бізнес-рішення на основі soft computing» викладається на першому курсі у першому семестрі загальним обсягом 180 годин / 6 кредитів.

Результатом вивчення освітнього компоненту «Управлінські бізнес-рішення на основі soft computing» є формування комплексу компетентностей:

— **інтегральна компетентність:**

Здатність розв'язувати задачі дослідницького та інноваційного характеру у сфері інформаційних систем та технологій.

— **загальні компетентності (ЗК):**

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК03. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК06. Здатність прогнозувати горизонт прийнятності бізнес-рішень.

— **фахові компетентності (СК):**

СК03. Здатність проектувати інформаційні системи з урахуванням особливостей їх призначення.

СК04. Здатність розробляти математичні, інформаційні та комп'ютерні моделі об'єктів і процесів інформатизації.

СК05. Здатність використовувати сучасні технології аналізу даних для оптимізації процесів в інформаційних системах.

СК07. Розробляти і реалізовувати інноваційні проекти у сфері ІСТ.

СК08. Балансувати складність та стабільність бізнес-моделей.

Програмні результати навчання здобувачів з освітнього компоненту «Управлінські бізнес-рішення на основі soft computing»:

РН01. Відшукувати необхідну інформацію в науковій і технічній літературі, базах даних, інших джерелах, аналізувати та оцінювати цю інформацію.

РН04. Управляти процесами розробки, впровадження та експлуатації у сфері ІСТ, які є складними, непередбачуваними і потребують нових стратегічних та командних підходів.

РН05. Визначати вимоги до ІСТ на основі аналізу бізнес-процесів та аналізу потреб зацікавлених сторін, розробляти технічні завдання.

РН06. Обґрунтовувати вибір технічних та програмних рішень з урахуванням їх взаємодії та потенційного впливу на вирішення організаційних проблем, організувати їх впровадження та використання.

РН08. Розробляти моделі інформаційних процесів та систем різного класу, використовувати методи моделювання, формалізації, алгоритмізації та реалізації моделей з використанням сучасних комп'ютерних засобів.

РН09. Розробляти і використовувати сховища даних, здійснювати аналіз даних для підтримки прийняття рішень.

РН11. Розв'язувати задачі цифрової трансформації у нових або невідомих середовищах на основі спеціалізованих концептуальних знань, що включають сучасні наукові здобутки у сфері інформаційних технологій, досліджень та інтеграції знань з різних галузей.

Міждисциплінарні зв'язки: програма упорядкована відповідно до освітньо-професійної програми підготовки магістрів, базується на знаннях технічного фахівця в галузі інформаційних технологій та вивченні таких розділів, як Алгоритми та обчислювальна складність, Математика в ІТ.

Знання, отримані здобувачами вищої освіти під час вивчення освітнього компоненту «Управлінські бізнес-рішення на основі soft computing», є базою для опанування освітніх компонентів циклу професійної підготовки, а також можуть бути застосовані під час проходження виробничої (переддипломної) практики, підготовки випускної кваліфікаційної роботи.

У результаті вивчення освітнього компоненту здобувач вищої освіти зможе застосовувати набуті навички у роботі за фахом, а саме:

1) брати участь у інноваційних та дослідницьких проєктах, що стосуються розробки та аналізу алгоритмів розв'язання обчислювальних та логічних задач, оцінок ефективності та складності алгоритмів на основі застосування формальних моделей алгоритмів та обчислюваних функцій для раціоналізації процесу вироблення обґрунтованих управлінських бізнес-рішень суб'єктів мікро- та макроекономічної діяльності;

2) використовувати методи обчислювального інтелекту, машинного навчання, нейромережевої та нечіткої обробки даних, генетичного та еволюційного програмування для розв'язання задач розпізнавання, прогнозування, класифікації, ідентифікації об'єктів керування тощо з метою обґрунтування управлінських бізнес-рішень суб'єктів мікро- та макроекономічної діяльності;

3) застосовувати методи та алгоритми обчислювального інтелекту та інтелектуального аналізу даних в задачах класифікації, прогнозування, кластерного аналізу, пошуку асоціативних правил з використанням програмних інструментів підтримки багатовимірного аналізу даних на основі технологій DataMining, TextMining, WebMining;

4) демонструвати знання концепції інформаційної безпеки, принципів безпечного проєктування програмного забезпечення, забезпечувати безпеку комп'ютерних мереж суб'єктів мікро- та макроекономічної діяльності в умовах неповноти та невизначеності вихідних даних.

Критерії оцінювання результатів навчання

Критерієм успішного проходження здобувачем вищої освіти підсумкового оцінювання може бути досягнення ним мінімальних порогових рівнів оцінок за кожним запланованим результатом навчання освітнього компоненту. Мінімальний пороговий рівень оцінки варто визначати за допомогою якісних критеріїв і трансформувати його в мінімальну позитивну оцінку використовуваної числової (рейтингової) шкали.

Рівні компетентності	За шкалою ДТЕУ	Критерії оцінювання
1	2	3
Високий (дослідницький)	90-100	Має обґрунтовані та всебічні знання з освітнього компоненту, вміє узагальнювати та систематизувати набуті знання; самостійно знаходить джерела інформації та працює з ними; проводить власні дослідження, може використовувати набуті знання та вміння при розв'язанні задач.
Достатній (частково-пошуковий)	82-89	Володіє навчальним матеріалом, вміє зіставляти та узагальнювати, виявляє творчий інтерес до освітнього компоненту, виконує завдання з повним поясненням та обґрунтуванням, але допускає незначні помилки; може усвідомити нові для нього факти, ідеї.
	75-81	Володіє визначеним програмою навчальним матеріалом; розв'язує завдання, передбачені програмою, з частковим поясненням.
Елементарний (репродуктивний)	69-74	Володіє навчальним матеріалом на репродуктивному рівні; може самостійно розв'язати та пояснити розв'язання завдання.
	60-68	Ознайомлений з навчальним матеріалом, відтворює його на репродуктивному рівні; виконує елементарні завдання за зразком або відомим алгоритмом.
Низький (фрагментарний)	35-59	Ознайомлений та відтворює навчальний матеріал на рівні окремих фактів та фрагментів матеріалу; під керівництвом викладача виконує елементарні завдання.
	1-34	Ознайомлений з навчальним матеріалом на рівні розпізнавання та відтворення окремих фактів.

Підсумковий контроль — екзамен. До екзамену допускаються всі здобувачі вищої освіти, які набрали за результатами поточної роботи протягом семестру 60 балів.

Результат підсумкового контролю (екзамен) з освітнього компоненту «Управлінські бізнес-рішення на основі soft computing» для здобувачів очної форми навчання визначається як середньоарифметична сума балів поточної роботи та екзамену.

Кращим здобувачам, які повністю виконали програму з освітнього компоненту, виявили активність в науково-дослідній роботі за відповідною тематикою, стали призерами студентських олімпіад, виступали на конференціях та за результатами поточної роботи набрали 90 і більше балів, науково-педагогічний працівник має право виставити результат екзамену без опитування (при усному екзамені) чи виконання екзаменаційного завдання (при письмовому екзамені), про що робить запис в екзаменаційному листі здобувача.

Результат підсумкового контролю (екзамен) з освітнього компоненту для здобувачів заочної форми навчання оцінюється в 100 балів, відповідно до Положення про організацію освітнього процесу від 07.02.2022 № 38 (зі змінами).

Здобувач вищої освіти, який не погоджується з оцінкою, отриманою під час підсумкового контролю, має право звернутися із проханням перегляду оцінки, одержаної на екзамені, відповідно до Положення про апеляцію результатів підсумкового контролю знань студентів від 07.02.2022 № 32.

Обсяг освітнього компоненту в кредитах та його розподіл (тематичний план)

Назва теми	Кількість годин			Форми контролю	Бальна оцінка	
	Усього годин / кредитів	з них				
		лекції	лабораторні заняття			самостійна робота здобувачів
Тема 1. Нечітка інформація та способи її представлення	16	2	2	12	РПЗ, Т	5
Тема 2. Нечіткі множини та їх моделі	16	2	4	10	РПЗ, Т	10
Тема 3. Основи нечітких відношень	16	2	4	10	РПЗ, Т	10
Тема 4. Нечітка арифметика та її використання у м'яких обчисленнях	15	2	4	9	РПЗ, Т	10
Тема 5. Основи нечіткої логіки	15	2	2	11	РПЗ, Т	5
Тема 6. Нечіткий логічний вивід для прийняття управлінських бізнес-рішень	15	2	4	9	РПЗ, Т	10
Тема 7. Нечіткий логічний вивід для задач класифікації станів бізнес-процесів на підприємстві	15	2	4	9	РПЗ, Т	10
Тема 8. Застосування м'яких обчислень для задач кластеризації інноваційних проєктів	15	2	4	9	РПЗ, Т	10
Тема 9. Нейро-нечітке моделювання для обґрунтованого вибору технічних та програмних рішень щодо організаційної структури підприємства	15	2	4	9	РПЗ, Т	10
Тема 10. Застосування м'яких обчислень для прогнозування часових рядів інформаційних показників підприємства	15	2	4	9	РПЗ, Т	10
Індивідуальне завдання	27			27	ІЗ	10
Разом	180 / 6	20	36	124		100
Підсумковий контроль	Екзамен					

Перелік умовних позначень форм контролю та оцінка їх у балах:

РПЗ – розв'язання практичних завдань – 4 бали.

Т – тестування – 1 бал.

ІЗ – індивідуальні завдання – 10 балів (курси на платформі Prometheus або на інших сервісах – 5 балів; участь у наукових заходах – 5 балів).

Загальна сума за поточну навчальну роботу (аудиторну та самостійну) за семестр – 100 балів.

II. ПРОГРАМА ОСВІТНЬОГО КОМПОНЕНТУ

Зміст освітнього компоненту (теми програми).

Тема 1. Нечітка інформація та способи її представлення

Предмет, завдання і структура курсу. Зв'язок курсу з освітніми компонентами.

Поняття нечіткої інформації. Поняття нечіткої множини. Фундаментальні властивості нечітких множин. Приклади нечітких множин та їх практичного застосування.

Функція приналежності нечіткої множини. Фундаментальні властивості функцій приналежності нечітких множин. Основні типи функцій приналежності нечітких множин (трапецієвидна, П-форма, сигмоїдна, S-форма, Z-форма).

Тема 2. Нечіткі множини та їх моделі

Операції над нечіткими множинами. Дефаззифікація нечітких множин. Центроїд, медіана, центр максимумів, найменший та найбільший максимуми.

Перетин та об'єднання нечітких множин. Доповнення нечіткої множини. Візуалізація прикладів визначення перетину та об'єднання нечітких множин, а також доповнення нечіткої множини.

Тема 3. Основи нечітких відношень

Поняття нечіткого відношення. Визначення нечітких відношень. Зв'язок зі звичайним бінарним відношенням. Носій, ядро та α -зріз нечіткого відношення.

Операції над нечіткими відношеннями. Перетин та об'єднання нечітких відношень. Доповнення нечіткого відношення. Види нечітких відношень. Рефлексивне, антирефлексивне, симетричне, асиметричне та зворотне нечітке відношення.

Тема 4. Нечітка арифметика та її використання у м'яких обчисленнях

Нечітка арифметика. Поняття нечіткого числа, візуальні приклади. Основні типи нечітких чисел (симетричне, асиметричне, “велике число”, “мале число”).

Операції над нечіткими числами. Функція від нечіткого аргументу. Візуалізація прикладів операцій над нечіткими числами.

Тема 5. Основи нечіткої логіки

Лінгвістичні змінні. Ім'я лінгвістичної змінної, терм-множина, синтаксичні правила, що породжують нові терми, правила утворення функцій приналежності для нових термів. Формалізовані та графічні приклади лінгвістичних змінних.

Нечітка істинність. Функції приналежності понять “істина” і “хиба” зі звичайної логіки. Варіанти функцій приналежності нечітких термів “істина” і “хиба”.

Нечіткі логічні операції. Зв'язок звичайної таблиці істинності та таблиці нечіткої істинності. Розширення таблиці нечіткої істинності.

Тема 6. Нечіткий логічний вивід для прийняття управлінських бізнес-рішень

Основи нечіткого логічного виводу. Нечітка база знань, фаззифікатор, машина нечіткого логічного виводу, дефаззифікатор.

Побудова правил у нечіткій базі знань. Приклад побудови правил у середовищі MATLAB.

Нечіткий логічний вивід Мамдані. Імплікація як зріз функцій приналежності за відповідними рівнями. Агрегування на основі операції максимуму. Вибір методу дефаззифікації.

Нечіткий логічний вивід Сугено. Імплікація та агрегування. Використання константи. Дефаззифікація за методами зваженого середнього та зваженої суми.

Прийняття управлінських бізнес-рішень на підприємстві на основі нечіткого логічного виводу Мамдані. Прийняття управлінських бізнес-рішень на підприємстві на основі нечіткого логічного виводу Сугено. Відмінності у якості управлінських бізнес-рішень за двома підходами та обчислювальна складність.

Тема 7. Нечіткий логічний вивід для задач класифікації станів бізнес-процесів на підприємстві

Задача класифікації. Застосування на практиці для класифікації станів бізнес-процесів на підприємстві. Нечітка база знань для класифікації. Побудова нечіткої бази знань для задач класифікації.

Результат класифікації. Визначення результату класифікації згідно з нечітким логічним виводом Мамдані. Визначення результату класифікації згідно з нечітким логічним виводом Сугено. Налаштування нечіткої бази знань для задач класифікації станів бізнес-процесів на підприємствах будівельної галузі, а також на підприємствах легкої та хімічної промисловостей.

Тема 8. Застосування м'яких обчислень для задач кластеризації інноваційних проєктів

Задача кластеризації. Кластеризація з розбиттям на кластери за умов неповної інформації про середовище впровадження. Ієрархічна кластеризація інноваційних проєктів. Дендрограми інноваційних проєктів.

Типи кластерів. Центроїди. Кластеризація за щільністю.

Алгоритм K -середніх (K -means). Крок формування кластерів. Крок визначення нових центроїдів. Оцінка якості кластеризації.

Алгоритм нечітких K -середніх. Опис нечітких кластерів матрицею нечіткого розбиття. Генерація матриці нечіткого розбиття. Визначення центроїдів. Визначення відстаней між об'єктами і центроїдами. Оновлення матриці нечіткого розбиття. Оцінка якості нечіткої кластеризації інноваційних проєктів.

Тема 9. Нейро-нечітке моделювання для обґрунтованого вибору технічних та програмних рішень щодо організаційної структури підприємства

Нейро-нечіткі моделі. ANFIS-модель. Налаштування ANFIS-моделі. Апроксимація даних за допомогою ANFIS-мереж. Побудова ANFIS-мереж у середовищі MATLAB. Обґрунтування вибору технічних та програмних рішень щодо організаційної структури підприємства на основі ANFIS-моделей.

Тема 10. Застосування м'яких обчислень для прогнозування часових рядів інформаційних показників та об'єктів підприємства

Прогнозування часових рядів. Використання ANFIS-мереж. Якість прогнозування. Прогнозування часових рядів у середовищі MATLAB. Прогнозування рентабельності, збитковості, прибутковості підприємства. Прогнозування негативного впливу зовнішніх факторів на економічну безпеку підприємства.

Структура освітнього компоненту

Результати навчання	Навчальна діяльність	Робочий час здобувача, год.
1	2	3
<p>Пояснювати: поняття нечіткої інформації та її основних властивостей; поняття нечіткої множини; поняття функції приналежності нечіткої множини.</p> <p>Розуміти: запропонувати функцію приналежності нечіткої множини; виконувати перетин і об'єднання нечітких множин.</p>	<p>Тема 1. Нечітка інформація та способи її представлення</p> <p>Лекція № 1 План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нечітка інформація. 2. Нечіткі множини. 3. Функції приналежності. <p>Рекомендовані джерела: Основна: 1, 4, 10. Додаткова: 11, 12, 14, 16. Інтернет-ресурси: 18, 19.</p>	2
	<p>Самостійна робота здобувачів. Вивчення та доповнення матеріалу лекції. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи та оформлення звіту.</p>	12
	<p>Лабораторне заняття № 1 Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Побудувати графіки функцій приналежності на одному рисунку. 2. Визначити перетин даних нечітких множин і побудувати його графік. 3. Визначити об'єднання даних нечітких множин і побудувати його графік. 	2
<p>Пояснювати: базові операції над нечіткими множинами; принципи та призначення дефаззифікації нечітких множин.</p> <p>Розуміти: будувати графіки функцій приналежності; виконувати дефаззифікацію нечітких множин.</p>	<p>Тема 2. Нечіткі множини та їх моделі</p> <p>Лекція № 2 План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Операції над нечіткими множинами. 2. Дефаззифікація нечітких множин. 3. Перетин та об'єднання нечітких множин. <p>Рекомендовані джерела: Основна: 2, 3, 9. Додаткова: 13, 15, 17. Інтернет-ресурси: 21, 23, 24.</p>	2
	<p>Самостійна робота здобувачів. Вивчення та доповнення матеріалу лекції. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи та оформлення звіту.</p>	10
	<p>Лабораторне заняття № 2 Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Побудувати графіки функцій приналежності на одному рисунку. 2. Визначити результат (і побудувати його графік) чотирьох послідовних операцій перетину або об'єднання даних нечітких множин за правилом. 	2

1	2	3
	<p>Лабораторне заняття № 3 Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виконати дефаззифікацію нечіткої множини за методом центроїда (центра ваги). Результат зобразити на одному графіку разом з нечіткою множиною. 2. Виконати дефаззифікацію нечіткої множини за методом медіани. Результат зобразити на одному графіку разом з нечіткою множиною. 3. Виконати дефаззифікацію нечіткої множини за методом центру максимумів. Результат зобразити на одному графіку разом з нечіткою множиною. 4. Виконати дефаззифікацію нечіткої множини за методом найменшого максимуму. Результат зобразити на одному графіку разом з нечіткою множиною. 5. Виконати дефаззифікацію нечіткої множини за найбільшого максимуму. Результат зобразити на одному графіку разом з нечіткою множиною. 6. Виконати дефаззифікацію результату чотирьох послідовних операцій перетину або об'єднання даних нечітких множин (із завдання № 2) за кожним із п'яти методів. Результати зобразити на одному графіку. 	2
<p>Пояснювати: подання нечітких відношень; визначення нечітких відношень та їх модифікацію; операції над нечіткими відношеннями; види нечітких відношень та їх використання.</p> <p>Розуміти: визначати α-зрізи для різних значень α; визначати характерні точки на осях, за якими ці зрізи можна відтворити.</p>	<p>Тема 3. Основи нечітких відношень Лекція № 3 План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нечіткі відношення. 2. Визначення нечітких відношень. 3. Операції над нечіткими відношеннями. 4. Види нечітких відношень. <p>Рекомендовані джерела: Основна: 2, 4, 5, 10. Додаткова: 11, 13, 16, 17. Інтернет-ресурси: 18, 21, 24.</p> <p>Самостійна робота здобувачів. Вивчення та доповнення матеріалу лекції. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи та оформлення звіту.</p> <p>Лабораторне заняття № 4 Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Визначити α-зрізи для двох різних значень α і зобразити їх на окремих рисунках для наступних параметрів (всі значення α та β у відповідях слід подавати як дроби). <p>Лабораторне заняття № 5 Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. За отриманими даними лабораторного заняття № 4 вказати характерні точки на осях, за якими можна відтворити визначені α-зрізи. 	2
		10
		2
		2

1	2	3
<p>Пояснювати: поняття та призначення нечіткого числа; основні типи нечітких чисел; арифметичні операції над нечіткими числами; подання функцій від нечіткого аргументу та способів їх візуалізації.</p> <p>Розуміти: визначити результати додавання, віднімання, множення і ділення нечітких чисел; зображати отримані результати на одному рисунку; визначити інтервал, ядро та носій для результату виконання арифметичної операції над нечіткими числами.</p>	<p>Тема 4. Нечітка арифметика та її використання у м'яких обчисленнях</p> <p>Лекція № 4 План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нечітка арифметика. 2. Нечітке число. 3. Основні типи нечітких чисел (симетричне, асиметричне, “велике число”, “мале число”). 4. Операції над нечіткими числами. 5. Функція від нечіткого аргументу. <p>Рекомендовані джерела: Основна: 1, 2, 5, 9. Додаткова: 11, 13, 14, 15. Інтернет-ресурси: 19, 24.</p> <p>Самостійна робота здобувачів. Вивчення та доповнення матеріалу лекції. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи та оформлення звіту.</p> <p>Лабораторне заняття № 6 Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Визначити результати додавання, віднімання, множення і ділення цих нечітких чисел (у вказаному порядку) для наступних параметрів (значення β_1 та β_2 у відповідях слід подавати як дроби). <p>Лабораторне заняття № 7 Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Зобразити отримані у лабораторному занятті № 6 результати на одному рисунку разом з даними функціями приналежності. 2. Вказати (новий) інтервал, ядро та носій у кожній відповіді. 	<p>2</p> <p>9</p> <p>2</p> <p>2</p>
<p>Пояснювати: основи нечіткої логіки та її зв'язок зі звичайною (класичною) логікою; лінгвістичні змінні, їх структуру та способи задання лінгвістичних змінних; принципи задання нечіткої істинності; нечіткі логічні операції.</p> <p>Розуміти: визначити функції приналежності та їх α-зрізи нечітких True та False.</p>	<p>Тема 5. Основи нечіткої логіки</p> <p>Лекція № 5 План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нечітка логіка. 2. Лінгвістичні змінні. 3. Нечітка істинність. 4. Нечіткі логічні операції. <p>Рекомендовані джерела: Основна: 1, 2, 4, 9. Додаткова: 11, 14. Інтернет-ресурси: 18, 19, 21, 23, 24.</p> <p>Самостійна робота здобувачів. Вивчення та доповнення матеріалу лекції. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи та оформлення звіту.</p>	<p>2</p> <p>11</p>

1	2	3
	<p>Лабораторне заняття № 8 Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> Зобразити ці функції приналежності на одному рисунку і визначити α-зрізи для $\mu_{\text{true}}(x)$ і $\mu_{\text{false}}(x)$ для заданих параметрів (значення a та α у відповідях слід подавати як дроби). Вказати ядро та носій для $\mu_{\text{true}}(x)$ і $\mu_{\text{false}}(x)$. 	2
<p>Пояснювати: основи нечіткого логічного виводу; принципи побудови нечіткої бази знань та модифікацію її правил; принцип нечіткого логічного виводу Мамдані; принцип нечіткого логічного виводу Сугено.</p> <p>Розуміти: будувати систему нечіткого логічного виводу Мамдані; будувати систему нечіткого логічного виводу Сугено; відображати та інтерпретувати кожен етап процесу нечіткого логічного виводу.</p>	<p>Тема 6. Нечіткий логічний вивід для прийняття управлінських бізнес-рішень Лекція № 6 План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> Основи нечіткого логічного виводу. Нечітка база знань. Прийняття управлінських бізнес-рішень на підприємстві на основі нечіткого логічного виводу Мамдані. Прийняття управлінських бізнес-рішень на підприємстві на основі нечіткого логічного виводу Сугено. <p>Рекомендовані джерела: Основна: 1, 2, 6, 7, 8, 10. Додаткова: 12, 13, 16. Інтернет-ресурси: 20, 21, 24.</p>	2
	<p>Самостійна робота здобувачів. Вивчення та доповнення матеріалу лекції. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи та оформлення звіту.</p>	9
	<p>Лабораторне заняття № 9 Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> Дано чотири нечіткі множини \tilde{A}, \tilde{B}, \tilde{D}, \tilde{E} з функціями приналежності із завдання № 2. У системі нечіткого виводу Мамдані нечіткі множини \tilde{A} і \tilde{D} відповідають деякій змінній x_1, а нечіткі множини \tilde{B} і \tilde{E} відповідають деякій змінній x_2. Існує два правила. За першим правилом нечіткі множини \tilde{A} і \tilde{B} сполучаються логічним “ТА”. За другим правилом нечіткі множини \tilde{D} і \tilde{E} сполучаються логічним “АБО”. Функції приналежності кожного правила є трикутними, параметри яких задаються (ці значення у відповідях слід подавати як дроби). Дано два значення вхідних змінних (ці значення у відповідях слід подавати як дроби). Визначити результати “зрізання” нечітких множин \tilde{A} і \tilde{D} при подачі x_1^* та зобразити їх на рис. 9.1 і 9.2. Визначити результати “зрізання” нечітких множин \tilde{B} і \tilde{E} при подачі x_2^* та зобразити їх на рис. 9.3 і 9.4. 	2

1	2	3
	<p>Лабораторне заняття № 10 Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Визначити результат перетину “зрізів” з лабораторного заняття № 9 на рис. 9.1 і 9.3 та зобразити його на рис. 10.1 (результат правила № 1). 2. Визначити результат об’єднання “зрізів” з лабораторного заняття № 9 на рис. 9.2 і 9.4 та зобразити його на рис. 10.2 (результат правила № 2). 3. Визначити результат агрегування зрізів з рис. 10.1 і рис. 10.2 та зобразити його на рис. 10.3. 4. Виконати дефазифікацію результату агрегування. 	2
<p>Пояснювати: задачі класифікації; принцип використання нечіткого логічного виводу для задач класифікації; принцип побудови нечіткої бази знань для класифікації; результат класифікації. Розуміти: виконувати налаштування нечіткої бази знань для задач класифікації.</p>	<p>Тема 7. Нечіткий логічний вивід для задач класифікації станів бізнес-процесів на підприємстві</p> <p>Лекція № 7 План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нечіткий логічний вивід для задач класифікації. 2. Задача класифікації. 3. Нечітка база знань для класифікації. Результат класифікації. 4. Налаштування нечіткої бази знань для задач класифікації станів бізнес-процесів на підприємствах будівельної галузі, а також на підприємствах легкої та хімічної промисловостей. <p>Рекомендовані джерела: Основна: 1, 3, 4, 6, 8. Додаткова: 11, 13, 14, 16, 17. Інтернет-ресурси: 18, 20, 23.</p>	2
	<p>Самостійна робота здобувачів. Вивчення та доповнення матеріалу лекції. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи та оформлення звіту.</p>	9
	<p>Лабораторне заняття № 11 Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дано чотири нечіткі множини \tilde{A}, \tilde{B}, \tilde{D}, \tilde{E} з функціями приналежності із завдання № 2. У системі нечіткого виводу Сугено нечіткі множини \tilde{A} і \tilde{D} відповідають деякій змінній x_1, а нечіткі множини \tilde{B} і \tilde{E} відповідають деякій змінній x_2. Існує два правила. За першим правилом нечіткі множини \tilde{A} і \tilde{B} сполучаються логічним “ТА”. За другим правилом нечіткі множини \tilde{D} і \tilde{E} сполучаються логічним “АБО”. Дано два значення вхідних змінних (ці значення у відповідях слід подавати як дроби) із лабораторного заняття № 9. 	2

1	2	3
	<p>2. Визначити результати “зрізання” нечітких множин \tilde{A} і \tilde{D} при подачі x_1^* та зобразити їх на рис. 11.1 і 11.2.</p> <p>3. Визначити результати “зрізання” нечітких множин \tilde{B} і \tilde{E} при подачі x_2^* та зобразити їх на рис. 11.3 і 11.4.</p> <p>Лабораторне заняття № 12 Завдання до заняття:</p> <p>1. Визначити результат перетину “зрізів” з лабораторного заняття № 11 на рис. 11.1 і 11.3 та зобразити його на рис. 12.1 (результат правила № 1).</p> <p>2. Визначити результат об’єднання “зрізів” на рис. 11.2 і 11.4 та зобразити його на рис. 12.2 (результат правила № 2).</p> <p>3. Виконати дефазифікацію, використовуючи ці результати та відповідні значення двох констант для виводу Сугено.</p>	3
<p>Пояснювати: поняття кластера; задачу кластеризації; алгоритм чіткої та нечіткої кластеризації; алгоритм K-середніх (K-means); алгоритм нечітких K-середніх.</p> <p>Розуміти: використовувати алгоритм нечітких K-середніх для побудови кластерів.</p>	<p>Тема 8. Застосування м’яких обчислень для задач кластеризації інноваційних проєктів Лекція № 8 План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нечітка кластеризація. 2. Кластеризація з розбиттям на кластери за умов неповної інформації про середовище впровадження. 3. Типи кластерів. Ієрархічна кластеризація інноваційних проєктів. 4. Алгоритм K-середніх (K-means). 5. Алгоритм нечітких K-середніх. <p>Рекомендовані джерела: Основна: 1, 2, 4. Додаткова: 11, 13, 16, 17. Інтернет-ресурси: 18, 24.</p> <p>Самостійна робота здобувачів. Вивчення та доповнення матеріалу лекції. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи та оформлення звіту.</p> <p>Лабораторне заняття № 13 Завдання до заняття:</p> <p>1. Дано системи нечіткого виводу Мамдані та Сугено із лабораторних занять № 9, № 10, № 11, № 12. Ці системи модифікуються так, щоб розв’язувати задачу бінарної класифікації. Дано дві пари значень вхідних змінних (ці значення у відповідях слід подавати як дроби та десяткові дроби).</p>	2
		2
		9
		2

1	2	3
	<p>2. Для кожної пари вхідних змінних у системі Мамдані визначити максимуми “зрізаних” функцій приналежності (трикутників) виходів кожного правила у точках дефаззифікації цих функцій та зобразити їх на рис. 13.1 і 13.2.</p> <p>3. Для кожної пари вхідних змінних у системі Мамдані визначити номери класів.</p>	
	<p>Лабораторне заняття № 14 Завдання до заняття:</p> <p>1. Для кожної пари вхідних змінних у системі Сугено визначити максимуми “зрізаних” функцій приналежності на виході кожного правила та зобразити їх на рис. 14.1 і 14.1.</p> <p>2. Для кожної пари вхідних змінних у системі Сугено визначити номери класів.</p>	2
<p>Пояснювати: поняття нейро-нечіткої моделі; поняття ANFIS-моделі; особливості застосування ANFIS-мереж для апроксимації даних.</p> <p>Розуміти: виконувати налаштування ANFIS-моделі; виконувати апроксимацію даних за допомогою ANFIS-мереж.</p>	<p>Тема 9. Нейро-нечітке моделювання для обґрунтованого вибору технічних та програмних рішень щодо організаційної структури підприємства</p> <p>Лекція № 9 План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Нейро-нечіткі моделі. 2. ANFIS-модель. 3. Налаштування ANFIS-моделі. 4. Апроксимація даних за допомогою ANFIS-мереж. 5. Обґрунтування вибору технічних та програмних рішень щодо організаційної структури підприємства на основі ANFIS-моделей. <p>Рекомендовані джерела: Основна: 1, 3, 4, 7. Додаткова: 13, 17. Інтернет-ресурси: 18, 22.</p>	2
	<p>Самостійна робота здобувачів. Вивчення та доповнення матеріалу лекції. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи та оформлення звіту. Вирішення індивідуального завдання за варіантом.</p>	9
	<p>Лабораторне заняття № 15 Завдання до заняття:</p> <p>1. Дано початкову кількість кластерів, максимальну кількість кластерів і кількість двовимірних точок. Згенерувати двовимірну групу точок за вказаним алгоритмом.</p>	2
	<p>Лабораторне заняття № 16 Завдання до заняття:</p> <p>1. За допомогою нейро-нечіткої моделі визначити квазіоптимальне розбиття (апроксимацію) групування даної у лабораторному занятті № 15 множини точок (об’єктів).</p>	2

1	2	3
<p>Пояснювати: поняття часового ряду; прогнозування часових рядів; використання ANFIS-мереж для прогнозування часових рядів; якість прогнозування.</p> <p>Розуміти: використовувати ANFIS-мережі для прогнозування часових рядів; корегувати параметри ANFIS-мережі для покращення якості прогнозування.</p>	<p>Тема 10. Застосування м'яких обчислень для прогнозування часових рядів інформаційних показників та об'єктів підприємства</p> <p>Лекція № 10</p> <p>План лекції</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Прогнозування часових рядів. 2. Використання ANFIS-мереж. 3. Якість прогнозування. 4. Прогнозування рентабельності, збитковості, прибутковості підприємства. 5. Прогнозування негативного впливу зовнішніх факторів на економічну безпеку підприємства. <p>Рекомендовані джерела: Основна: 1, 4, 9. Додаткова: 11, 13, 14. Інтернет-ресурси: 18, 20, 23, 24.</p>	2
	<p>Самостійна робота здобувачів. Вивчення та доповнення матеріалу лекції. Підготовка до виконання завдань лабораторної роботи та оформлення звіту.</p>	9
	<p>Лабораторне заняття № 17 Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Дано випадкову часову послідовність (ряд). Зобразити даний часовий ряд на рис. 17.1. 2. Визначити параметри навчання ANFIS-мережі та прогнозування часового ряду. 3. Приготувати дані для навчання та валідації: 	2
	<p>Лабораторне заняття № 18 Завдання до заняття:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Виконати навчання ANFIS-мережі та спрогнозувати розвиток часового ряду з лабораторного заняття № 17. 2. Зобразити функції приналежності входів до і після навчання на рис. 18.1. 3. Зобразити прогноз на рис. 17.1 разом з даними навчання і контролю. 4. Визначити середньоквадратичну похибку і максимальну абсолютну похибку. 	2
Індивідуальне завдання		27
ВСЬОГО:		180 / 6

III. РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основні

1. Voskoglou M. Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Their Applications / M. Voskoglou. — MDPI Books, 2021. — 452 p.
2. Sundareswaran K. A Learner's Guide to Fuzzy Logic Systems (Second Edition) / K. Sundareswaran. — Routledge, 2020.
3. López-Oriona Á. Quantile-based fuzzy clustering of multivariate time series in the frequency domain / Á. López-Oriona, J. A. Vilar, P. D'Urso // Fuzzy Sets and Systems. — 2022. — Vol. 443, Part B. — P. 115 — 154.
4. Broumi S. Handbook of Research on Advances and Applications of Fuzzy Sets and Logic / S. Broumi. — IGI Global Books, 2022. — 944 p.
5. Prati N. Utility with fuzzy numbers / N. Prati // Fuzzy Sets and Systems. — 2022. — Vol. 434. — P. 88 — 97.
6. Rahmani-Andebili M. Applications of Fuzzy Logic in Planning and Operation of Smart Grids / M. Rahmani-Andebili. — Springer, 2021.
7. Ma W. Fuzzy dynamic output feedback control for nonlinear networked multirate sampled-data systems: An integral inequality method / W. Ma, X.-C. Jia, F. Yang, X. Chi // Fuzzy Sets and Systems. — 2023. — Vol. 452. — P. 110 — 130.
8. Shahbazova S. Recent Developments in Fuzzy Logic and Fuzzy Sets / S. Shahbazova. — Springer, 2020.
9. Gupta I. Artificial Intelligence and Expert Systems / I. Gupta, G. Nagpal. — Mercury Learning and Information, 2020. — 412 p.
10. Melin P. Extension of the Fuzzy Sugeno Integral Based on Generalized Type-2 Fuzzy Logic / P. Melin, G. E. Martinez. — Springer, 2019.

Додаткові

11. Mbende E. T., Muluh F. A., Pesdjock M. J. P., Kenne G., Sanjong Dagang C. T., Sonfack L. L. A simple fuzzy logic based DC link energy management system for hybrid industrial power supply // Energy Reports, Volume 10, 2023, pp. 3619 — 3628, <https://doi.org/10.1016/j.egy.2023.10.047>.
12. Sareen K., Panigrahi B. K., Shikhola T. A Short-term solar irradiance forecasting modelling approach based on three decomposition algorithms and Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System // Expert Systems with Applications, Volume 231, 2023, 120770, <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2023.120770>.
13. Banerjee A., Chattopadhyay S., Gavrilas M., Grigoras G. Optimization and estimation of reliability indices and cost of Power Distribution System of an urban area by a noble fuzzy-hybrid algorithm // Applied Soft Computing, Volume 102, 2021, 107078, <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2021.107078>.
14. Kumar M., Chapter 10 — An α -cut interval-based similarity aggregation method to evaluate fault tree events for system safety under fuzzy environment / Editors: Harish Garg, Mangey Ram, In Advances in Reliability Science, Engineering Reliability and Risk Assessment, Elsevier, 2023, pp. 185 — 200, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91943-2.00002-2>.

15. Romanuke V. V., Merinova S. V., Yehoshyna H. A. Optimized Centroid-Based Clustering of Dense Nearly-square Point Clouds by the Hexagonal Pattern // Electrical, Control and Communication Engineering. — 2023. — Vol. 19, No. 1. — P. 29 — 39. DOI: 10.2478/ecce-2023-0005

16. Atif A., Khan K. A., Khalid M. 17 — Solar power smoothing using battery energy storage system through fuzzy filtration technique / Editors: Prabhansu, Nayan Kumar, Emerging Trends in Energy Storage Systems and Industrial Applications, Academic Press, 2023, pp. 485 — 520, <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-90521-3.00004-1>.

17. Mrugalski M. Identification and health-aware economic control of production systems: A fuzzy logic max plus algebraic approach // Engineering Applications of Artificial Intelligence, Volume 120, 2023, 105802, <https://doi.org/10.1016/j.engappai.2022.105802>.

Internet-ресурси

18. Fuzzy Logic Toolbox: Design and simulate fuzzy logic systems [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.mathworks.com/products/fuzzy-logic.html>. — Назва з екрану.

19. Нечітка логіка [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://www.mathworks.com/products/fuzzy-logic.html>. — Назва з екрану.

20. Алгоритм Мамдані [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Алгоритм_Мамдані. — Назва з екрану.

21. Нечітка подія [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Нечітка_подія.. — Назва з екрану.

22. Adaptive neuro fuzzy inference system [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Adaptive_neuro_fuzzy_inference_system. — Назва з екрану.

23. Defuzzification [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <https://en.wikipedia.org/wiki/Defuzzification>. — Назва з екрану.

24. Soft computing [Електронний ресурс]. — Режим доступу: https://en.wikipedia.org/wiki/Soft_computing. — Назва з екрану.