УКРАЇНСЬКА ІНЖЕНЕРНО-ПЕДАГОГІЧНА АКАДЕМІЯ

Факультет Енергетики, енергозберігаючих технологій і автоматизації енергетичних процесів

Кафедра Теплоенергетики та енергозберігаючих технологій

СИЛАБУС

НЕЧІТКІ ТЕХНОЛОГІЇ В СИСТЕМАХ УПРАВЛІННЯ

Харків 2020

Кафедра	Кафедра теплоенергетики та енергозберігаючих технологій Department of thermal power engineering and energy-saving technologies Посилання на сайт кафедри tez@uipa.edu.ua
Назва навчальної дисципліни	Нечіткі технології в системах управління Fuzzy Technologies in Control Systems Навчальна дисципліна ведеться українською мовою
Рівень вищої освіти	Бакалавр
Викладач (-і)	1. Кандидат технічних наук, доцент Василець Тетяна Юхимівна; Лекційні, практичні заняття; посилання на профайл викладача: http://tez.uipa.edu.ua/?attachment_id=1217; контактний телефон: 067-57-57-032; електронна пошта: tatyana.vasilets@gmail.com.
Сторінка дисципліни в системі дистанційної освіти УІПА	Дисципліна нова, сторінка ДО у стадії розробки.
Консультації	Зазначається формат, розклад і місце проведення консультацій **Очні консультації:** Василець Тетяна Юхимівна, щосереди та щоп’ятниці 14^{00}-15^{00} в ауд. 15/1 **Он лайн- консультації:** Усі запитання можна надсилати на електронну Василець Тетяни Юхимівни, вказану в цьому силабусі.

1. **Коротка анотація до курсу.**

«Нечіткі технології в системах управління» – це дисципліна, що вивчає питання, пов'язані з застосуванням технологій нечіткого моделювання в системах управління. Викладається апарат нечіткої логіки і гібридних нейронних мереж, показується застосування нечітких технологій до завдань ідентифікації і управління. При вивченні курсу розглядається програмна реалізація даних моделей за допомогою інструментальних засобів математичної системи MATLAB – пакету Fuzzy Logic Toolbox (пакет нечіткої логіки), наводяться приклади, що ілюструють ефективність застосування нечітких технологій для вирішення завдань ідентифікації і управління.

Вивчення навчальної дисципліни сприяє здобуттю наступних **компетентностей**:

ЗК01. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК04. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК05. Здатність до пошуку, опрацювання та аналізу інформації з різних джерел.

ФК4. Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

ФК6. Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

2. Мета та завдання курсу.

Мета: формування у студентів знань принципів побудови і способів реалізації нечітких систем управління, набуття навичок практичного використання нечітких технологій для ідентифікації динамічних об'єктів і систем з використанням систем нечіткого висновку і гібридних мереж, аналізу і синтезу систем з нечіткими регуляторами.

Завдання:
- вивчення апарату нечіткої логіки і гібридних нейронних мереж;
- формування вміння виконувати ідентифікацію динамічних об'єктів і систем з використанням систем нечіткого висновку;
- формування навичок побудови нечітких систем управління, синтезу нечітких регуляторів;
- оволодіти технікою застосування пакетів прикладних програм для виконання ідентифікації об'єктів і систем управління з застосуванням систем нечіткого висновку.
- оволодіння технікою синтезу нечітких регуляторів з застосуванням системи MATLAB.

3. Формат навчальної дисципліни. Змішаний (blended).

4. Результати навчання.

Очікувані результати навчання (ПР)	Складові результатів навчання
ПР12. Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування	ПР12. 1. Знання основ апарату нечіткої логіки і гібридних нейронних мереж. ПР12. 2. Володіння методами ідентифікації динамічних систем з застосуванням нечітких технологій. ПР12. 3. Володіння методами побудови нечітких систем управління. ПР12. 4. Вміння застосувати новітні програмні розробки для виконання ідентифікації об'єктів і систем управління з застосуванням систем нечіткого висновку. ПР12. 5. Вміння виконувати синтез і дослідження нечітких систем управління з використанням інструментальних засобів системи MATLAB – пакету Fuzzy Logic Toolbox.

Очікувані результати навчання (ПР)	Складові результатів навчання
базами даних, методів комп'ютерної графіки	
ПР05. Вміти застосовувати методи теорії автоматичного керування для дослідження, аналізу та синтезу систем автоматичного керування	ПР05.1. Володіння методами ідентифікації динамічних систем з застосуванням нечітких технологій. ПР05. 2. Володіння методами побудови нечітких систем управління. ПР05. 3. Вміння застосувати новітні програмні розробки для виконання ідентифікації об'єктів і систем управління з застосуванням систем нечіткого висновку. ПР05. 4. Вміння виконувати синтез і дослідження нечітких систем управління з використанням інструментальних засобів системи MATLAB – пакету Fuzzy Logic Toolbox

5. Обсяг курсу

Види навчальних занять	Кількість годин (кредитів)	Форми поточного та підсумкового контролю
Лекції	28	Опитування.
Практичні заняття	32	Опитування, письмові контрольні роботи.
Лабораторні заняття		Опитування, захист лабораторних робіт
Самостійна робота	120	Захист індивідуальних завдань.
Всього	**180 (6кредитів**)	Підсумковий контроль: Екзамен.

6. Ознаки навчальної дисципліни:

Навчальний рік	Курс (рік нав-чання)	Семестр	Спеціальність (спеціалізація), освітня програма (за необхідністю)	Нормативна / вибіркова
2020/2021	4	8 (весна)	Спеціальність 151 Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології Освітня програма «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»	вибіркова (В)

7. Пререквізити. Теоретичною базою вивчення дисципліни «Технології нейронних мереж і нечіткого моделювання в системах управління» є попередні навчальні дисципліни: «Вища математика», «Теорія автоматичного управління», «Програмування, бази даних, програмне забезпечення в мікропроцесорних системах і системах управління», «Технічні засоби автоматизації та проектування систем автоматизації», «Основи комп'ютерно-інтегрованого управління».

8. Постреквізити. Дисципліни, які будуть використовувати результати навчання даного курсу: дипломне проектування.

9. Технічне й програмне забезпечення та/або обладнання. ПК Celeron 2.8 Ггц, 2 Гб ОЗУ, 250 ГБ HDD – 15 шт. Система MATLAB.

10. Політики курсу. Викладач та всі здобувачі, що вивчають цей курс, зобов'язуються дотримуватись таких положень:

- Положення про академічну доброчесність в Українській інженерно-педагогічній академії https://drive.google.com/file/d/1fyh2uMJczxJ8shq9LYB9Rhs2TFsbT9bF/view;
- Положення про академічну доброчесність при виконанні письмових робіт здобувачами освіти Української https://drive.google.com/file/d/1R5RZt0aA1y-mS7lzecUkfGWozG-3QS0h/view;
- Положення про порядок формування рейтингу успішності студентів Української інженерно-педагогічної академії для призначення стипендії https://drive.google.com/file/d/1ZRDuNTerpnwHUtL4G25B0RmDuBSU9HfH/view;
- Положення про порядок реалізації учасниками освітнього процесу УІПА права на академічну мобільність
- https://drive.google.com/file/d/1RwJKM6P5QiTgqm7STqczL7ng-2_GvMKu/edit

та розуміють, що за їх порушення несуть особисту відповідальність.

11. Календарно-тематичний план навчальної дисципліни

№ тижня	Вид і номер занять	Тема заняття або завдання на самостійну роботу	К-ть годин
Змістовий модуль № 1. ***Структури і властивості штучних нейронних мереж. Застосування нейромережевих технологій в системах управління***			
1	Лекція 1	Визначення нечіткої множини. Характеристики нечітких множин	2
	Лекція 2	Функції приналежності нечіткої логіки	2
	Лекція 3	Операції над нечіткими множинами і відносинами	2
	Самостійна робота 1	Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Виконання індивідуальних завдань. Складання тлумачного словника на англійській мові.	17
2	Лекція 4	Нечіткі і лінгвістичні змінні	2
	Практичне заняття 1	Вивчення функцій пакету Fuzzy Logic Toolbox системи MATLAB Ч.1.	4
	Самостійна робота 2	Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Виконання індивідуальних завдань.	17
3	Лекція 5	Основні етапи нечітких висновків	2
	Лекція 6	Алгоритми нечіткого висновку	2
	Самостійна робота 3	Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Виконання індивідуальних завдань. Складання тлумачного словника на англійській мові.	17
4	Лекція 7	Методи приведення до чіткості	2
	Практичне заняття 2	Вивчення функцій пакету Fuzzy Logic Toolbox системи MATLAB Ч.2.	4
	Самостійна роботаЗ	Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Виконання індивідуальних завдань. Складання тлумачного словника на англійській мові.	17
Всього за змістовий модуль 1 – 90 год. (лекцій – 14 год., ПЗ – 8 год., СР – 68 год.)			
Змістовий модуль № 2. ***Основи теорії нечітких множині і нечіткої логіки. Гібридні мережі. Застосування систем нечіткого висновку в задачах управління***			
5	Лекція 8	Використання систем нечіткого висновку в задачах управління	2
	Лекція 9	Основні поняття і визначення гібридних мереж	2

	Лекція 10	Алгоритми навчання і використання гібридних мереж	2
	Самостійна робота 5	Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Виконання індивідуальних завдань. Складання тлумачного словника на англійській мові.	13
6	Лекція 11	Ідентифікація динамічних об’єктів з використанням систем нечіткого висновку	2
	Практичне заняття 3	Побудова нечітких моделей за допомогою пакету Fuzzy Logic Toolbox системи MATLAB	8
	Самостійна робота 6	Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Виконання індивідуальних завдань. Складання тлумачного словника на англійській мові..	13
7	Лекція 12	Ідентифікація динамічних об’єктів з використанням гібридних мереж	2
	Практичне заняття 4	Побудова моделей динамічних об’єктів з використанням гібридних мереж	8
	Самостійна робота 7	Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Виконання індивідуальних завдань. Складання тлумачного словника на англійській мові. Виконання курсового проекту.	13
8	Лекція 13	Розробка моделі системи управління з нечітким регулятором	2
	Лекція 14	Формування бази правил системи нечіткого висновку	2
	Практичне заняття 5	Синтез нечітких регуляторів з використанням системи MATLAB	8
	Самостійна робота 8	Робота з конспектом лекцій. Робота з навчальною літературою. Підготовка до захисту курсового проекту. Складання тлумачного словника на англійській мові. Підготовка до іспиту.	13
Всього за змістовий модуль 2 – 90 год. (лекцій – 14 год., ПЗ – 24 год., СР – 52год.)			
Всього з навчальної дисципліни – 180 год. (лекцій – 28 год., ПЗ – 32 год., СР – 120 год.)			

12. Система оцінювання та вимоги

Загальна система оцінювання: Навчальна дисципліна оцінюється за 100-бальною шкалою. Робота здобувача впродовж семестру/еказамен (іспит) - 73/27

Шкала оцінювання з навчальної дисципліни

№	Види робіт здобувача	Оцінка
1.	Виконання індивідуальних завдань	0-30
2.	Виконання і захист лабораторних робіт	0-30
3.	Складання тлумачного словника на англійській мові	0-13
4.	Екзамен	0-27
	Всього за навчальну дисципліну	**0-100**

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Підсумкова оцінка	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою (екзамен)	Оцінка за національною шкалою (залік)
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
0 – 34	**F**	незадовільно з обов’язковим повторним вивченням дисципліни	

Умови допуску до підсумкового контролю:

1) Відпрацювання і захист усіх лабораторних робіт.
2) Оцінка за виконання всіх робіт, в тому числі індивідуальних завдань, не менше, ніж 60 балів з 73 можливих.
3) Робота здобувача впродовж семестру оцінено не менше, ніж на 60 балів.

Критерії оцінювання видів робіт.

Впродовж семестру студент повинен виконати індивідуальні завдання. Максимальна кількість балів за кожне завдання становить у середньому 6 балів.

- **6** балів виставляється студенту який має глибокі теоретичні знання відповідного розділу дисципліни, правильно виконав завдання, відповів на всі запитання, має логічне мислення при відповідях на запитання.
- **5** балів виставляється студенту, який має достатньо глибокі теоретичні знання відповідного розділу дисципліни, правильно виконав завдання, але його відповіді на деякі запитання не є чіткими.
- **4** бали виставляється студенту, який має тверді теоретичні знання відповідного розділу дисципліни, правильно виконав завдання, але нераціональним способом; наявні неточності у деяких формулюваннях при відповідях на теоретичні запитання.
- **3** бали виставляється студенту, який володіє теоретичним матеріалом відповідного розділу дисципліни в повному обсязі, але допустив незначні помилки при виконанні завдання, можливі деякі неточності у відповідях на запитання.
- **2** бали виставляється студенту, який в основному володіє теоретичним матеріалом відповідного розділу дисципліни, виконав завдання з грубими помилками, не відповів на деякі запитання.
- **1** Оцінка бал виставляється студенту, який не володіє деякою частиною теоретичного матеріалу відповідного розділу дисципліни, не виконав завдання, не відповів на більшість запитань.
- **0** балів виставляється студенту, який не володіє основними питаннями теоретичного матеріалу відповідного розділу дисципліни, не виконав завдання.

13. Питання до екзамену

1. У яких випадках доцільно використовувати нечітке управління?
2. Які теореми обґрунтовують можливість використання апарату нечіткої логіки в задачах управління?
3. Перечисліть основні недоліки систем з нечіткою логікою.
4. Дайте визначення нечіткої множини. Наведіть приклади завдання нечіткої множини.
5. Перечисліть і поясніть основні характеристики нечітких множин.
6. Дайте визначення функції приналежності нечіткої логіки.
7. Які типові форми функцій найчастіше використовуються в нечіткій логіці для завдання функцій приналежності? Наведіть їх рівняння і графіки.
8. Перечисліть основні логічні операції, які можливі з нечіткими множинами. Дайте їх графічну інтерпретацію.
9. Перечисліть алгебраїчні операції з нечіткими множинами.
10. Дайте визначення нечіткого n-арного відношення. Які способи його завдання?
11. Перечисліть операції над нечіткими відносинами.
12. Дайте визначення нечіткої імплікації.
13. Дайте визначення нечіткої і лінгвістичної змінних. Наведіть приклад.
14. Дайте визначення нечітких чисел.
15. Які операції можливі з нечіткими числами?
16. Що таке нечіткі числа $(R\text{-}L)$-типа? Наведіть приклади.
17. Перечисліть етапи формування логічного висновку. Наведіть приклади формування нечітких висновків.
18. Наведіть алгоритми нечіткого висновку: Mamdani, Tsukamoto, Sugeno, Larsen, спрощений алгоритм нечіткого висновку.
19. Перечисліть методи приведення до чіткості. Наведіть відповідні формули.
20. Наведіть структурну схему системи управління з нечітким регулятором
21. Яке призначення пакету прикладних програм Fuzzy Logic Toolbox системи MATLAB?
22. Перечисліть основні програми, що входять до складу Fuzzy Logic Toolbox, які дозволяють працювати в режимі GUI?
23. Поясніть призначення і можливості редактора систем нечіткого виведення FIS Editor.
24. Поясніть призначення і можливості редактора функцій приналежності Membership Function Editor.
25. Поясніть призначення і можливості редактора правил системи нечіткого висновку Rule Editor.
26. Поясніть призначення і можливості програми перегляду правил системи нечіткого висновку Rule Viewer.
27. Поясніть призначення і можливості програми перегляду поверхні відгуку системи нечіткого висновку Surface Viewe.
28. Наведіть методику синтезу нечіткої моделі двомасової електромеханічної системи.

29. Як вибирається кількість вхідних сигналів системи нечіткого висновку?
30. Як вибирається тип і кількість функцій приналежності вхідних і вихідної змінної?
31. Як виконується формування і введення правил нечіткого висновку?
32. З якою метою використовуються вікна перегляду правил і перегляду поверхні відгуку ?
33. Наведіть і поясніть схему моделі двомасової системи для перевірки адекватності побудованої нечіткої моделі.
34. Як можна використовувати системи нечіткого висновку, створені за допомогою пакету Fuzzy Logic Toolbox, для моделювання в Simulink?
35. Як реалізовані гібридні мережі в пакеті прикладних програм Fuzzy Logic Toolbox системи MATLAB?
36. Поясніть призначення і можливості редактора ANFIS.
37. Перечисліть і поясніть пункти меню редактора ANFIS.
38. Наведіть методику синтезу гібридної мережі для побудови моделі двомасової електромеханічної системи.
39. Як формуються навчальні, тестові і перевірочні дані?
40. Як вибирається кількість термів вхідних і вихідного сигналів системи нечіткого висновку?
41. Як можна візуалізувати систему нечіткого висновку?
42. Які методи використовуються для навчання гібридної мережі?
43. За допомогою яких засобів можна виконувати корекцію параметрів гібридної мережі?
44. Як виконується моделювання нечіткої моделі гібридної мережі в Simulink?
45. Зобразіть схему системи управління двомасовою електромеханічною системою з нечітким регулятором?
46. Які сигнали слід подавати на вхід нечіткого регулятора?
47. Як визначаються вхідні і вихідні лінгвістичні змінні системи нечіткого висновку?
48. Які множини використовуються як терм-множини всіх лінгвістичних змінних?
49. Як формується база правил системи нечіткого висновку? Як визначається їх кількість?
50. Поясніть порядок синтезу нечітких регуляторів в середовищі MATLAB.
51. Як задаються терми і їх функції приналежності для вхідних і вихідних змінних системи нечіткого висновку?
52. Як задаються діапазони зміни вхідних і вихідних змінних?
53. Як виконується настройка функцій приналежності вхідних і вихідних змінних?
54. Як задаються правила нечіткого висновку?
55. Якими способами може бути викликана програма перегляду поверхні нечіткого висновку?
56. Як можна отримати графік залежності вихідної змінної від однієї з вхідних змінних?
57. Як виконується моделювання системи управління з нечітким регулятором?

14. Рекомендована література та інформаційні ресурси

Основна (базова) література

1. Кирик В. В. Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах:підручник..– Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. –224 с.
2. .Герасимов Б.М., Грабовский Г.Г., Рюмшин Н.А. Нечеткие множества в задачах проектирования, управления и обработки информации. – К.: Техника, 2002. -140 с
3. .Пегат А. Нечеткое моделирование и управление. Пер. с англ. . – М.: БИНОМ, 2009. –798 с
4. Круглов В.В., Дли М.И., Галунов Р.Ю. Нечёткая логика и искусственные нейронные сети. – М.: Физматлит, 2001. – 201 с.

Додаткова (допоміжна) література

1. Архангельский В.И., Богаенко И.Н.,Грабовский Г.Г. Системы фуцци управления .К.: Техника. 1997.–208 с.
2. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под. ред. Д. А. Поспелова. – М.: Наука, 1986. – 312 с.
3. Нечеткие множества и теория возможностей / Под. ред. Р. Р. Ягера. – М.: Радио и связь, 1986. – 408 с.
4. Прикладные нечеткие системы / Под ред. Тэрано Т., Асаи К., Сугено М. –М.: Мир, 1993.- 368 с.
5. В.П.Дьяконов, В.В.Круглов MATLAB 6.5 SP1/SP2 + Simulink 5/6 инструменты искусственного интеллекта и биоинформатики. Серия «Библиотека профессионала». – М.: СОЛОН-ПРЕСС, 2006.- 456 с.
6. Дьяконов В. Математические пакеты расширения MATLAB. Специальный справочник / В. Дьяконов, В. Круглов. – СПб: Питер, 2001. –488 с.
7. Круглов В.В., Дли М.И. Интеллектуальные информационные системы: компьютерная поддержка систем нечёткой логики и нечёткого вывода. – М.: Физматлит, 2002. – 252 с.
8. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде МАТЛАБ и fuzzyTECH.-СП.:БХБ-Петербург, 2003.-736с.
9. ШтовбаС.Д. Проектирование нечетких систем стредствами MATLAB / С.Д. Штовба – М.: "Горячая линия - Телеком", 2007. – 288 с.

Інформаційні ресурси

Дисципліна нова, сторінка ДО у стадії розробки.