



ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ СИСТЕМИ АВТОМАТИЧНОГО КЕРУВАННЯ

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>14 Електрична інженерія</i>
Спеціальність	<i>141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка</i>
Освітня програма	<i>Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>Очна(денна) / заочна / прискорена</i>
Рік підготовки, семестр	<i>5 курс, весняний семестр</i>
Обсяг дисципліни	<i>4 кредита / 120 годин</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Іспит</i>
Розклад занять	<i>Вт. 12:20 – 13.55, Пт. 12:20 – 13.55</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н., доцент Данілін Олександр Валерійович; e-mail: avdan@ukr.net ; тел. +38-067-907-91-19 (10:00 – 17:00) Практичні / Лабораторні: к.т.н., доцент Данілін Олександр Валерійович; e-mail: avdan@ukr.net ; тел. +38-067-907-91-19 (10:00 – 17:00)
Розміщення курсу	https://classroom.google.com/c/MjY2OTg3ODg4ODI2

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Метою кредитного модуля є формування у студентів здатностей:

- здатність до побудови систем керування електротехнічними комплексами на основі нечіткої логіки;
- здатність до створення універсальних алгоритмів дослідження інтелектуальних систем з використанням штучних нейронних мереж.

Вивчення матеріалу даної дисципліни орієнтовано на широке застосування обчислювальної техніки та програмування.

Основні завдання кредитного модуля:

Згідно з вимогами програми навчальної дисципліни студенти після засвоєння кредитного модуля мають продемонструвати такі результати навчання:

ЗНАННЯ:

- знати основні закони переходу від дійсних значень змінних стану системи до лінгвістичних, які використовуються в системах нечіткої логіки;
- знати основні алгоритми дефазіфікації нечітких змінних;
- знати моделі навчання вагових коефіцієнтів штучних нейронних мереж

УМІННЯ:

- синтезувати системи автоматичного управління на основі нечіткої логіки, нейронних та гібридних мереж, генетичних алгоритмів;
- будувати алгоритми функціонування нейронних мереж в процесі навчання вагових коефіцієнтів;

– застосовувати чисельне інтегрування при вирішенні задач математичного моделювання.

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Програму навчальної дисципліни «Інтелектуальні системи автоматичного керування» складено відповідно до освітньо-наукової (освітньо-професійної) програми «Інжиніринг інтелектуальних електротехнічних та мехатронних комплексів» другого магістерського рівня вищої освіти спеціальності 141 – «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Міждисциплінарні зв'язки: у структурно-логічній схемі програми підготовки фахівця дисципліна є однією із завершальних у формуванні спеціаліста електротехнічного профілю. Базується на вивченні дисциплін викладається на базі матеріалів дисциплін: "Моделювання електротехнічних систем", "Вища математика", "Теоретичні основи електротехніки", "Обчислювальна техніка та програмування".

3. Зміст навчальної дисципліни

Назви розділів, тем	Кількість годин				
	Всього	у тому числі			
		Лекції	Практичні (семінарські)	Лабораторні (комп'ютерний практикум)	СРС
Розділ 1. Короткі історичні відомості та поняття про інтелектуальні системи автоматичного керування (ІСАК)					
Тема 1.1. Задачі ІСАК, поняття лінгвістичної змінної та функції приналежності	13	6	4	2	1
Тема 1.2. Побудова регуляторів на основі нечіткої логіки	13	6	2	4	1
Розділ 2. Дефазифікація нечітких множин ФК. Особливості побудови ІСАК з використанням нейронних мереж (НМ)					
Тема 2.1. Побудова двоканального ФК	13	6	4	2	1
Тема 2.2. Основні поняття і задачі НМ	13	6	2	4	1
Модульна контрольна робота з розділів 1, 2	1				1
Розділ 3. Архітектура та методи навчання нейронних мереж					
Тема 3.1. Дослідження та навчання двослойної НМ	13	6	4	2	1
Тема 3.2. Гібридні та комбіновані системи інтелектуального керування	13	6	2	4	1
Модульна контрольна робота з розділу 3	1				1
Розрахунково-графічна робота	10				10
Підготовка до екзамену	30				30
Всього	120	36	18	18	48

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова

1. Введение в интеллектуальные системы программного управления. Учебное пособие / Калашников В.И., Палис Ф. Киев, ИСМО, Донецк, ДонГТУ, 1997. – 70 с.
2. Системы управления с фаззи-логикой. Учебное пособие / Калашников В.И. Магдебург. ДонГТУ, 1997. – 38 с.
3. Системы фуцци-управления / Архангельский В.И., Богаенко И.Н., Грабовский Г.Г., Рюмшин Н.А. – Киев: Техника, 1997. – 208 с.
4. Використання пакета MATLAB–Simulink для моделювання динамічних систем та пристроїв: Метод. вказівки до виконання лабораторних, розрахунково-графічних робіт, курсового та дипломного проектування для студ. спец. 7.092203 – «Електромеханічні системи автоматизації та електропривод» і 7.092204 – «Електромеханічне обладнання енергоємних виробництв» / Укладачі: О.В. Чермалих, О.В. Данілін, В.В. Кузнєцов. – К.: ІВЦ «Політехніка», 2004. – 72 с.
5. Нейронные сети в системах автоматизации / Архангельский В.И., Богаенко И.Н., Грабовский Г.Г. и др. – Киев: Техника, 1999. – 364 с.

Допоміжна

6. Теория нейросетей. Учебное пособие / Калашников В.И., Палис Ф. и др. – Донецк, ДонГТУ, 1997. – 26 с.
7. Роберт Калман. Основные концепции нейронных сетей: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001. – 287 с.
8. Прикладные нечеткие системы / Под ред. Т.Тэрано, К. Асаи, М. Сугэно. – М.: Мир, 1993. – 368 с.
9. Заде Л. Понятие лингвистической переменной и его применение к принятию приближенных решений. Пер. с англ. – М.: Мир, 1976. – 165 с.
10. Нечеткие множества в моделях управления и искусственного интеллекта / Под ред. Д.А. Поспелова. – М.: Наука, 1986. – 312 с.
11. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб.: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.: ил.

Інформаційні ресурси

- <http://uk.wikipedia.org> – Веб-сайт відомої у світі електронної енциклопедії
- <http://www.exponenta.ru> – Освітній математичний веб-сайт
- <http://planetmath.org> – Веб-сайт світової математичної енциклопедії
- <http://allmatematika.ru> – Математичний форум
- <http://www.forum.softweb.ru> – Веб-сторінка форуму математичного та інженерного програмного забезпечення
- <http://model.exponenta.ru> – Веб-сайт моделювання систем та явищ

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

<i>Тиждень</i>	<i>Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)</i>	<i>Реком. час на СРС</i>
1	Лекція 1. Поняття про інтелектуальні системи автоматичного керування Комп'ютерний практикум 1. Виконання завдання 1	

2	Лекція 2. Поняття лінгвістичної змінної та нечітких множин Практичне заняття 1. Функції приналежності та їх різновидності	1
3	Лекція 3. Процеси фаззифікації та дефаззифікації Комп'ютерний практикум 2. Виконання завдання 1	
4	Лекція 4. Логічна обробка даних в нечітких системах Практичне заняття 2. Процеси фаззифікації та дефаззифікації	
5	Лекція 5. Побудова регуляторів на основі нечіткої логіки Комп'ютерний практикум 3. Виконання завдання 1	1
6	Лекція 6. Визначення передавальної функції двоканального фаззі-контролера Практичне заняття 3. Логічна обробка даних в нечітких системах	
7	Лекція 7. Визначення центру ваги нечітких множин Комп'ютерний практикум 4. Виконання завдання 1	
8	Лекція 8. Структурна схема функціонування двоканального ФК Практичне заняття 4. Аналітичне визначення передавальної функції двоканального фаззі-контролера (ФК) Модульна контрольна робота 1	1
9	Лекція 9. Особливості побудови і аналізу ІСАК Комп'ютерний практикум 5. Виконання завдання 2	
10	Лекція 10. Пристрій штучного нейрону Практичне заняття 5. Визначення центру ваги нечітких множин ФК методом Ларсена	1
11	Лекція 11. Функції активації нейронів Комп'ютерний практикум 6. Виконання завдання 2	
12	Лекція 12. Архітектура нейронних мереж Практичне заняття 6. Побудова структурної схеми функціонування двоканального ФК для дослідження на комп'ютері	
13	Лекція 13. Системи двохслойної нейтронної мережі Комп'ютерний практикум 7. Виконання завдання 2	
14	Лекція 14. Навчання двохслойної нейтронної мережі Практичне заняття 7. Пристрій штучного нейрону, як процесора, який передає сигнал в залежності від вхідних імпульсів Модульна контрольна робота 2	1
15	Лекція 15. Використання Дельта-правила навчання вагових коефіцієнтів Перелік основних Комп'ютерний практикум 8. Виконання завдання 2	
16	Лекція 16. Гібридні та комбіновані системи інтелектуального керування Практичне заняття 8. Однорідні та неоднорідні мережі, однослойні та неоднослойні мережі.	1
17	Лекція 17. Комбінована система інтелектуального управління Комп'ютерний практикум 9. Виконання завдання 2	

18	<p>Лекція 18. Структурна схема двохканального фаззи-контролера</p> <p>Практичне заняття 9. Використання Дельта-правила навчання вагових коефіцієнтів в системах керування електроприводом</p> <p>Подання розрахунково-графічної роботи</p>
----	---

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p>Назва теми лекції: Поняття про інтелектуальні системи автоматичного керування</p> <p>Перелік основних питань: Поняття про інтелектуальні системи автоматичного керування (ІСАК). Короткі історичні відомості. Задачі ІСАК, як розробки технологій на основі обчислювальної техніки, які були б в змозі моделювати характеристики людської поведінки</p> <p>Література: [1, 2, 9].</p>
2	<p>Назва теми лекції: Поняття лінгвістичної змінної та нечітких множин</p> <p>Перелік основних питань: Поняття лінгвістичної змінної та нечітких множин, які використовуються в ІСАК. Функції приналежності та їх різновидності, побудова структурних схем алгоритмів визначення на комп'ютері функцій приналежності при кусково-лінійних термах нечітких множин</p> <p>Література: [3, 5, 11]</p>
3	<p>Назва теми лекції: Процеси фаззифікації та дефаззифікації</p> <p>Перелік основних питань: Процеси фаззифікації та дефаззифікації при декількох нечітких множинах, використовуючи метод центру ваги (гравітаційного методу). Визначення вихідних координат процесу дефаззифікації, як керуючого сигналу в системі управління. Особливості визначення координати центру ваги в області суміжного перетину нечітких множин</p> <p>Література: [4, 7].</p>
4	<p>Назва теми лекції: Логічна обробка даних в нечітких системах</p> <p>Перелік основних питань: Логічна обробка даних в нечітких системах. Значення логічних операторів кон'юнкції « I », диз'юнкції « АБО » та Гамма-оператору, їх порівняльна оцінка. Наближені методи дефаззифікації (мінімум-максимум метод, методи висот та границь і висот нечітких множин)</p> <p>Література: [2, 11].</p>
5	<p>Назва теми лекції: Побудова регуляторів на основі нечіткої логіки</p> <p>Перелік основних питань: Побудова регуляторів на основі нечіткої логіки систем керування інерційними об'єктами невідомої структури. Використання похибки регулювання в якості вхідної змінної, яка підлягає пресу дефаззифікації з подальшою дефаззифікацією для визначення керуючого впливу на об'єкт керування</p> <p>Література: [1, 8].</p>
6	<p>Назва теми лекції: Визначення передавальної функції двоканального фаззи-контролера</p> <p>Перелік основних питань: Аналітичне визначення передавальної функції двоканального фаззи-контролера (ФК). Загальна функціональна схема ФК з двома вхідними сигналами, пропорційними похибкам по керуючій змінній та її похідній за часом. Нечіткі множини для визначення функцій приналежності відносно похибок регулювання</p> <p>Література: [3, 7, 9].</p>

7	<p>Назва теми лекції: Визначення центру ваги нечітких множин</p> <p>Перелік основних питань: Визначення центру ваги нечітких множин ФК методом Ларсена. Згідно з нечіткими залежностями та можливим варіантом співвідношення за знаком похибок регулювання вихідної змінної та її похідної за часом знаходження відповідних функцій приналежності, а потім за допомогою дефаззифікації знаходження залежностей керуючого впливу ФК від похибок регулювання</p> <p>Література: [3, 11].</p>
8	<p>Назва теми лекції: Структурна схема функціонування двоканального ФК</p> <p>Перелік основних питань: Побудова структурної схеми функціонування двоканального ФК для дослідження на комп'ютері. Складання алгоритмів моделювання блоків, які реалізують операції ділення, множення та виділення модулю</p> <p>Література: [4, 7].</p>
9	<p>Назва теми лекції: Особливості побудови і аналізу ІСАК</p> <p>Перелік основних питань: Особливості побудови і аналізу ІСАК з використанням нейронних мереж (НМ). Основи теорії нейронних мереж. Задачі наук нейрокібернетики та нейроінформатики. Поняття побудови біологічних нейронних мереж та використання цих знань в техніці та медицині у вигляді штучних нейронних мереж</p> <p>Література: [6, 7]</p>
10	<p>Назва теми лекції: Пристрій штучного нейрону</p> <p>Перелік основних питань: Пристрій штучного нейрону, як процесора, який передає сигнал в залежності від вхідних імпульсів. Поняття дендрита, аксона, синапсу. Синапс, як пропорційна ланка зі змінним (налагоджувальним) коефіцієнтом та його роль в процесі навчання нейронної мережі</p> <p>Література: [5, 6, 8].</p>
11	<p>Назва теми лекції: Функції активації нейронів</p> <p>Перелік основних питань: Функції активації нейронів. Використані залежності (функції активації) вихідного сигналу нейрона від сумарного вхідного впливу. Фактори, які визначають вибір виду функцій активації в штучних нейронних мережах</p> <p>Література: [5, 7, 8].</p>
12	<p>Назва теми лекції: Архітектура нейронних мереж</p> <p>Перелік основних питань: Архітектура нейронних мереж. Однорідні та неоднорідні мережі, одношарові та неоднорідні мережі. Структура однорідної двошарової нейронної мережі з послідовними зв'язками. Залежності відпрацювання сигналів нейронів першого шару та формування виходів нейронів другого шару (результатів роботи мережі)</p> <p>Література: [2, 10].</p>
13	<p>Назва теми лекції: Системи двошарової нейронної мережі</p> <p>Перелік основних питань: Системи двошарової нейронної мережі. Гіпотеза Хебба. Дельта-правило навчання мережі. Навчання одношарової нейронної мережі за алгоритмом зворотного розповсюдження похибки регулювання. Пряме та зворотне проходження сигналів</p> <p>Література: [2, 5, 8].</p>
14	<p>Назва теми лекції: Навчання двошарової нейронної мережі</p> <p>Перелік основних питань: Навчання двошарової нейронної мережі з перехресними зв'язками та сигмоїдальними функціями активації. Пряме проходження вхідних сигналів, обчислення зворотної похибки на виході мережі, визначення зворотних похибок першого шару, визначення нових значень вагових коефіцієнтів зв'язків. Побудова структурної схеми алгоритму обчислення вагових коефіцієнтів по заданим</p>

	<p>величинам обмеження похибки. Література: [5, 7].</p>
15	<p>Назва теми лекції: Використання Дельта-правила навчання вагових коефіцієнтів Перелік основних питань: Використання Дельта-правила навчання вагових коефіцієнтів в системах керування електроприводом. Структурні схеми з послідовним та паралельним включенням регуляторів струму і швидкості при різних нормах навчання коефіцієнтів підсилення. Використання цифрових інтеграторів для навчання вагових коефіцієнтів Література: [6, 8].</p>
16	<p>Назва теми лекції: Гібридні та комбіновані системи інтелектуального керування Перелік основних питань: Гібридні системи інтелектуального керування. Побудова систем керування електроприводом, використовуючи регулятори на основі нечіткої логіки з навчанням коефіцієнтів підсилення за методом зворотного розповсюдження похибки регулювання згідно теорії нейронних мереж. Можливі варіанти практичного застосування гібридних систем Література: [7, 8, 11].</p>
17	<p>Назва теми лекції: Комбінована система інтелектуального управління Перелік основних питань: Комбінована система інтелектуального управління за задаючим впливом. Визначення структури прямої передачі комбінованого управління з послідовною пропорційною ланкою з навчанням вагових коефіцієнтів Література: [8, 10].</p>
18	<p>Назва теми лекції: Структурна схема двохканального фаззі-контролера Перелік основних питань: Побудова структурної схеми двохканального фаззі-контролера з вхідними сигналами, пропорційними похибкам по швидкості і струму. Включення в кожний із каналів інтегруючої ланки з навчанням вагових коефіцієнтів за методом Дельта-правила з різними нормах навчання Література: [4, 8].</p>

Практичні заняття

Основним завданням циклу практичних занять є закріплення теоретичних положень дисципліни і набуття умінь їх практичного застосування шляхом виконання певних відповідно сформульованих завдань.

№ з/п	Назва теми заняття та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p>Назва теми заняття: Функції приналежності та їх різновидності Перелік основних питань: Поняття лінгвістичної змінної та нечітких множин. Функції приналежності та їх різновидності, побудова структурних схем алгоритмів визначення на комп'ютері функцій приналежності Література: [6, 8]</p>
2	<p>Назва теми заняття: Процеси фаззіфікації та дефаззіфікації Перелік основних питань: Процеси фаззіфікації та дефаззіфікації при декількох нечітких множинах, використовуючи метод центру ваги (гравітаційного методу) Література: [4, 10]</p>
3	<p>Назва теми заняття: Логічна обробка даних в нечітких системах Перелік основних питань: Цифрове моделювання основних типів регулюючих</p>

	пристроїв Література: [2, 8]
4	Назва теми заняття: Аналітичне визначення передавальної функції двоканального фаззі-контролера (ФК) Перелік основних питань: Загальна функціональна схема ФК з двома вхідними сигналами, пропорційними похибкам по керуючій змінній та її похідній за часом. Література: [1, 3]
5	Назва теми заняття: Визначення центру ваги нечітких множин ФК методом Ларсена Перелік основних питань: Складання алгоритмів моделювання блоків, які реалізують операції ділення, множення та виділення модулю Література: [6, 7]
6	Назва теми заняття: Побудова структурної схеми функціонування двоканального ФК для дослідження на комп'ютері Перелік основних питань: Загальна функціональна схема ФК з двома вхідними сигналами, пропорційними похибкам по керуючій змінній та її похідній за часом. Література: [2, 5]
7	Назва теми заняття: Пристрій штучного нейрону, як процесора, який передає сигнал в залежності від вхідних імпульсів. Перелік основних питань: Поняття дендрита, аксона, синапсу. Сінапс, як пропорційна ланка зі змінним (налагоджувальним) коефіцієнтом та його роль в процесі навчання нейронної мережі. Функції активації нейронів. Література: [5, 9]
8	Назва теми заняття: Однорідні та неоднорідні мережі, однослойні та неоднослойні мережі. Перелік основних питань: Навчання однослойної нейронної мережі за алгоритмом зворотного розповсюдження похибки регулювання Література: [3, 7]
9	Назва теми заняття: Використання Дельта-правила навчання вагових коефіцієнтів в системах керування електроприводом Перелік основних питань: Структурні схеми з послідовним та паралельним включенням регуляторів струму і швидкості при різних нормах навчання коефіцієнтів підсилення. Література: [6, 10]

Лабораторні заняття (комп'ютерний практикум)

Основним завданням циклу лабораторних занять є проведення імітаційних експериментів на комп'ютері з метою формування умінь та навичок практичного підтвердження окремих теоретичних положень, оволодіння методикою експериментальних досліджень та обробки отриманих даних.

Завдання комп'ютерного практикуму 1 (розділи 1. 2)

Аналітичний синтез одноканальної системи фаззі-керування

Порядок виконання завдання:

1. Виконати фаззіфікацію системи фаззі-керування.
2. Виконати дефаззіфікацію системи фаззі-керування методом "висот" нечітких множин.

- a. Скласти структурну схему алгоритму функціонування математичної моделі системи.
 - b. Скласти програму та отримати графічні результати комп'ютерного моделювання нечіткої системи.
3. Виконати дефаззифікацію системи фаззі-керування методом "границь і висот" нечітких множин.
- a. Скласти структурну схему алгоритму функціонування математичної моделі системи.
 - b. Скласти програму та отримати графічні результати комп'ютерного моделювання нечіткої системи.
4. Виконати дефаззифікацію системи фаззі-керування методом "центру ваги" нечітких множин.
- a. Скласти структурну схему алгоритму функціонування математичної моделі системи.
 - b. Скласти програму та отримати графічні результати комп'ютерного моделювання нечіткої системи.

Завдання комп'ютерного практикуму 2 (розділ 3)

Інтерактивний синтез одноканальної системи фаззі-керування

Порядок виконання завдання:

1. Побудувати графіки залежності функцій приналежності від вхідного сигналу з використанням спеціальних операторів командної строки.
2. Розрахувати значення координат центру ваги фігур під графіками залежності функцій приналежності від вхідного сигналу.
3. Синтезувати одноканальну систему нечіткого логічного виводу типу Мамдані за допомогою інтерактивного модуля Fuzzy Logic Toolbox.
4. Відобразити структуру створеної системи фаззі-керування типу Мамдані у вікні команд MATLAB.
5. Синтезувати одноканальну систему нечіткого логічного виводу типу Сугено за допомогою інтерактивного модуля Fuzzy Logic Toolbox.
6. Відобразити структуру створеної системи фаззі-керування типу Сугено у вікні команд MATLAB.
7. Інтегрувати створені системи фаззі-керування в SIMULINK.
8. Замінити кусково-лінійні функції приналежності і синтезувати еквівалентну систему фаззі-керування.

6. ЇСамостійна робота студента/аспіранта

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Тема 1.1. Задачі ІСАК, поняття лінгвістичної змінної та функції приналежності	8
2	Тема 1.2. Побудова регуляторів на основі нечіткої логіки	8
3	Тема 2.1. Побудова двоканального ФК	8
4	Тема 2.2. Основні поняття і задачі НМ	8
5	Тема 3.1. Дослідження та навчання двослойної НМ	8

6	Тема 3.2. Гібридні та комбіновані системи інтелектуального керування	8
---	--	---

В якості індивідуального семестрового завдання, згідно навчального плану, студенти виконують розрахунково-графічну роботу (РГР)

ЗАВДАННЯ НА РОЗРАХУНКОВО-ГРАФІЧНУ РОБОТУ

Аналітичний синтез одноканальної системи фаззі-керування

1. Виконати фаззіфікацію системи фаззі-керування.
2. Виконати дефаззіфікацію системи фаззі-керування методом "висот" нечітких множин.
 - a. Скласти структурну схему алгоритму функціонування математичної моделі системи.
 - b. Скласти програму та отримати графічні результати комп'ютерного моделювання нечіткої системи.
3. Виконати дефаззіфікацію системи фаззі-керування методом "границь і висот" нечітких множин.
 - a. Скласти структурну схему алгоритму функціонування математичної моделі системи.
 - b. Скласти програму та отримати графічні результати комп'ютерного моделювання нечіткої системи.
4. Виконати дефаззіфікацію системи фаззі-керування методом "центру ваги" нечітких множин.
 - a. Скласти структурну схему алгоритму функціонування математичної моделі системи.
 - b. Скласти програму та отримати графічні результати комп'ютерного моделювання нечіткої системи.

Інтерактивний синтез одноканальної системи фаззі-керування

9. Побудувати графіки залежності функцій приналежності від вхідного сигналу з використанням спеціальних операторів командної строки.
10. Розрахувати значення координат центру ваги фігур під графіками залежності функцій приналежності від вхідного сигналу.
11. Синтезувати одноканальну систему нечіткого логічного виводу типу Мамдані за допомогою інтерактивного модуля Fuzzy Logic Toolbox.
12. Відобразити структуру створеної системи фаззі-керування типу Мамдані у вікні команд MATLAB.
13. Синтезувати одноканальну систему нечіткого логічного виводу типу Сугено за допомогою інтерактивного модуля Fuzzy Logic Toolbox.
14. Відобразити структуру створеної системи фаззі-керування типу Сугено у вікні команд MATLAB.
15. Інтегрувати створені системи фаззі-керування в SIMULINK.
16. Замінити кусково-лінійні функції приналежності і синтезувати еквівалентну систему фаззі-керування.

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Політика навчальної дисципліни «Інтелектуальні системи автоматичного керування» заснована на корпоративній політиці КПІ ім. Ігоря Сікорського.

КПІ ім. Ігоря Сікорського є вільним і автономним центром освіти, що покликаний давати адекватні відповіді на виклики сучасності, плекати й оберігати духовну свободу людини, що робить її спроможною діяти згідно з власним сумлінням; її громадянську свободу, яка є основою формування суспільно відповідальної особистості, та академічну свободу і добросовісність, що є головними рушійними чинниками наукового поступу. Внутрішня атмосфера Університету будується на засадах відкритості, прозорості, гостинності, повазі до особистості.

Вивчення навчальної дисципліни «Моделювання електротехнічних систем» потребує: підготовки до практичних занять; виконання індивідуального завдання згідно з навчальним планом; опрацювання рекомендованої основної та додаткової літератури.

Підготовка та участь у практичних заняттях передбачає: ознайомлення з програмою навчальної дисципліни та планами практичних занять; вивчення теоретичного матеріалу; виконання завдань, запропонованих для самостійного опрацювання.

Результатом підготовки до заняття має бути здобуття вмінь та навичок працювати з системами комп'ютерної математики. Відповідь здобувача повинна демонструвати ознаки самостійності виконання поставлених завдань, відсутність ознак повторюваності та плагіату.

Присутність здобувачів вищої освіти на практичних заняттях є обов'язковою. Пропущені з поважних причин заняття мають бути відпрацьовані.

Здобувач вищої освіти повинен дотримувати навчально-академічної етики та графіка навчального процесу; бути зваженим, уважним.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

1. Рейтинг студента з кредитного модуля розраховується зі 100 балів, з них 50 балів складає стартова шкала. Стартовий рейтинг (протягом семестру) складається з балів, що студент отримує за:

- дві відповіді на 9 практичних заняттях (із розрахунку, що на кожному практичному занятті у середньому оцінюються 5 студентів (при чисельності групи 20 осіб – $9 \times 5 / 20 \approx 2$ відп.);
- виконання та захист 2 завдань комп'ютерного практикуму на 9 лабораторних заняттях;
- дві контрольні роботи (одна модульна контрольна робота поділяється на дві контрольні роботи тривалістю по одній академічній годині);
- виконання розрахунково-графічної роботи;

2. Критерії нарахування балів:

2.1. Робота на практичних заняттях:

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів на всіх практичних заняттях дорівнює: $4 \text{ бали} \times 2 \text{ відп.} = 8 \text{ балів}$.

Критерії оцінки відповіді на практичних заняттях	бали
Повна вичерпна відповідь	4
Правильна відповідь з деякими недоліками	3
Неповна відповідь із суттєвими недоліками	2
Досить слабка, або не вірна відповідь	0

2.2. Лабораторні роботи (комп'ютерний практикум)

Ваговий бал – 12. Максимальна кількість балів за 2 завдання комп'ютерного практикуму дорівнює: $12 \text{ балів} \times 2 \text{ завд.} = 24 \text{ балів}$

Критерії оцінки виконання завдань комп'ютерного практикуму	бали
Повне вичерпне виконання («відмінно», не менше 90 %)	9...12
Повне виконання з деякими недоліками («добре», не менше 75 %)	4...8
Неповне виконання із суттєвими недоліками («задовільно», не менше 60 %)	1...3
Досить слабе, або не вірне виконання («незадовільно», менше 60 %)	0

2.3. Модульний контроль

Ваговий бал – 4. Максимальна кількість балів за 2 одноденні модульні контрольні роботи (МКР) дорівнює: $4 \text{ бали} \times 2 \text{ МКР} = 8 \text{ балів}$.

Критерії оцінки виконання МКР	бали
повна відповідь (не менше 90 % потрібної інформації)	4
достатньо повна відповідь (не менше 75 % потрібної інформації), або повна відповідь з незначними неточностями	3
неповна відповідь (не менше 60 % потрібної інформації) та незначні помилки	2
незадовільна відповідь (не відповідає вимогам на «задовільно»)	0

2.4. Розрахунково-графічна робота

Ваговий бал – 10. Максимальна кількість балів за всі критерії виконання і захисту РГР дорівнює 10 балів

Критерії оцінки виконання і захисту РГР	бали
виконано всі вимоги до роботи	9...10
виконані майже всі вимоги до роботи, або є несуттєві помилки	7...8
є недоліки щодо виконання вимог до роботи і певні помилки	6
робота не відповідає встановленим вимогам	0...5

Штрафні та заохочувальні бали (не більше 10 балів)

Критерії нарахування штрафних та (або) заохочувальних балів	бали
недопуск до лабораторної роботи у зв'язку з незадовільним вхідним контролем	- 1
відсутність на лабораторному занятті без поважної причини	- 2
несвоєчасне (пізніше ніж на тиждень) захист завдань комп'ютерного практикуму	- 2
заохочувальні бали (за творчі досягнення з навчальної дисципліни: олімпіада з дисципліни, модернізація лабораторних робіт, виконання завдань із удосконалення дидактичних матеріалів тощо)	+ 1...10

Розмір шкали рейтингу: $R = R_C + R_E = 50 + 50 = 100 \text{ балів}$.

Розмір стартової шкали: $R_C = 8 + 24 + 8 + 10 = 50 \text{ балів}$.

Розмір екзаменаційної шкали: $R_E = 50 \text{ балів}$ (50 % від R).

Максимальна сума вагових балів всіх контрольних заходів протягом семестру складає $R_S = 8 + 24 + 8 + 10 + 50 = 100 \text{ балів}$.

3. За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів «ідеальний студент» має набрати 25 балів. На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не менше 12 балів.

За результатами 13 тижнів навчання «ідеальний студент» має набрати 50 балів. На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «атестовано», якщо його поточний рейтинг не менше 25 балів.

4. Умови допуску до екзамену: виконання всіх завдань комп'ютерного практикуму та РГР, а також попередня рейтингова оцінка з кредитного модуля має бути $r_C \geq 25$ балів (не менше 50 % від R_C).

5. Завдання екзаменаційної роботи виконується письмово і складається з одного теоретичного запитання та одної практичної задачі. Перелік питань наведений у методичних рекомендаціях до засвоєння кредитного модуля. Теоретичне питання оцінюється у 10 балів, а задача – 20 балів.

Система оцінювання теоретичного питання	бали
«відмінно», повна відповідь (не менше 90% потрібної інформації)	9...10
«добре», достатньо повна відповідь (не менше 75% потрібної інформації або незначні неточності)	7...8
«задовільно», неповна відповідь (не менше 60% потрібної інформації та деякі помилки)	6
«незадовільно», незадовільна відповідь	0...5

Система оцінювання практичних запитань (задачі)	бали
«відмінно», повне безпомилкове розв'язування завдання	18...20
«добре», повне розв'язування завдання з несуттєвими неточностями	15...17
«задовільно», завдання виконане з певними недоліками	12...14
«незадовільно», завдання не виконано	0...11

6. Сума стартових балів та балів за екзаменаційну роботу переводиться до екзаменаційної оцінки згідно з таблицею:

Рейтингові бали	Оцінка за університетською шкалою
95...100	відмінно
85...94	дуже добре
75...84	добре
65...74	задовільно
60...64	достатньо
Менше 60	незадовільно
Невиконання умов допуску до екзамену	не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

В якості семестрового контролю, згідно навчального плану, студенти складають іспит

ЕКЗАМЕНАЦІЙНІ ПИТАННЯ З КУРСУ:

1. Розкрити основні поняття інтелектуальних систем автоматичного керування та викласти історичні етапи розвитку теорії нечіткої логіки.

2. Сформулювати поняття нечітких множин.
3. Розкрити основні поняття функцій приналежності нечітких множин.
4. Надати графічні зображення декількох основних функцій приналежності нечітких множин та їх аналітичний опис.
5. Визначити основні характеристики нечітких множин.
6. Визначити основні математичні операції над нечіткими множинами.
7. Сформулювати сутність нечітких операторів та нечітких відношень, а також основні операції над ними.
8. Розкрити поняття нечітких чисел та інтервалів, а також основні операції над ними.
9. Розкрити основні поняття нечіткої логіки: нечіткі вислови, нечітка істинність.
10. Розкрити основні логічні операції над нечіткими висловами.
11. Викласти основні етапи побудови систем фаззі-керування.
12. Викласти сутність етапу формування бази нечітких правил.
13. Викласти сутність етапу фаззіфікації.
14. Викласти сутність етапу логічної обробки нечітких даних.
15. Розкрити поняття агрегування, активації та акумуляції нечітких даних.
16. Викласти сутність етапу дефаззіфікації нечітких даних.
17. Розкрити основні методи дефаззіфікації (гравітаційний метод).
18. Розкрити основні методи дефаззіфікації (методи медіани та центру максимумів).
19. Викласти основні алгоритми побудови системи фаззі-керування (алгоритм Мамдані).
20. Викласти основні алгоритми побудови системи фаззі-керування (алгоритм Сугено).
21. Викласти основні алгоритми побудови системи фаззі-керування (алгоритм Ларсена).
22. Викласти основні алгоритми побудови системи фаззі-керування (алгоритм Цукамото).
23. Навести приклад побудови нечіткої системи за алгоритмом Мамдані.
24. Розкрити сутність програмної та апаратної реалізації систем фаззі-управління.
25. Викласти основи фаззі-керування.
26. Розкрити методіку побудови фаззі-контролерів. Навести приклад побудови фаззі-контролера.
27. Визначити структуру і параметри фаззі-контролера в системі керування динамічним об'єктом.
28. Розкрити основні програмні засоби реалізації фаззі-систем за допомогою програмованих мікроконтролерів.
29. Викласти основні елементи мови програмування нечітких мікроконтролерів.
30. Розкрити основні засоби апаратної реалізації нечітких контролерів.

Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено: доцент кафедри АЕМК, к.т.н., доцент Данілін Олександр Валерійович

Ухвалено: кафедрою АУЕК (протокол № 17 від 17.06.20 р.)

Погоджено: Методичною комісією факультету (протокол № 8 від 23.06.20 р.)