




МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЦЕНТРАЛЬНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Кафедра «Автоматизації виробничих процесів»

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ



Назва курсу	Нечіткі регулятори систем автоматичного управління
Викладач (-і) 	МАЦУЙ Анатолій Миколайович, доктор технічних наук, професор, доцент кафедри «Автоматизації виробничих процесів»
Контактний тел.	+38(050) -060-48-70
E-mail:	matsuyan@ukr.net
Обсяг та ознаки дисципліни	Нормативна дисципліна, змістових модулів – 2. Форма контролю: <i>екзамен</i> . Загальна кількість кредитів – 5, годин – 150, у т.ч. лекції – 28 годин, практичні заняття – 14 годин, самостійна робота – 108 годин. Формат: очний (offline / face to face) / дистанційний (online). Мова викладання: українська / англійська. Рік викладання – 2022.
Консультації	Консультації проводяться відповідно до Графіку, розміщеному в інформаційному ресурсі moodle.kntu.kr.ua; у режимі відеоконференцій Zoom, через електронну пошту, Viber, Messenger, Telegram за домовленістю.
Пререквізити	Особливі вимоги відсутні

1. Мета і завдання дисципліни

Метою вивчення дисципліни є вивчення теорії нечітких множин та нечіткого управління, а саме методів нечіткої адаптації ПІД-регуляторів систем автоматичного управління, що працюють на базі нечіткої логіки.

Завданням дисципліни є вивчення та практичне засвоєння методів і моделей побудови систем нечіткого управління, а також способів їх програмної та апаратної реалізації.

2. Результати навчання

В результаті вивчення дисципліни студент повинен **знати**:

- типові функції належності нечітких множин;
- арифметику нечітких множин;
- основні математичні операції над нечіткими множинами;
- структуру, головні елементи, і операції в нечітких моделях;
- типи і методи нечіткого моделювання;
- організацію, структуру і параметри нечітких регуляторів;
- будову нечітких регуляторів з наперед заданою структурою;
- основи адаптивних систем нечіткого управління.

В результаті вивчення дисципліни студент повинен **вміти**:

- будувати та застосовувати типові функції належності нечітких множин;
- ставити завдання побудови структури моделі нечіткої системи із одним входом та виходом;
- ставити завдання побудови структури моделі нечіткої системи із декількома входами та одним виходом;
- ставити завдання побудови структури моделі нечіткої системи із декількома входами та виходами;
- розробляти нечіткі версії типових «лінійних» регуляторів і визначати їх параметри;
- розробляти логічні правила для нечітких динамічних регуляторів.

Після вивчення дисципліни здобувачі вищої освіти повинні набути наступних компетентностей:

Інтегральна компетентність

здатність розв'язувати складні задачі і проблеми автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій у професійній діяльності та/або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або провадження інноваційної діяльності та характеризується комплексністю та невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності

ЗК1. Здатність проведення досліджень на відповідному рівні.

Спеціальні компетентності

ФК1. Здатність здійснювати автоматизацію складних технологічних об'єктів та комплексів, створювати кіберфізичні системи на основі інтелектуальних методів управління та цифрових технологій з використанням баз даних, баз знань, методів штучного інтелекту, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

ФК3. Здатність застосовувати методи моделювання та оптимізації для дослідження та підвищення ефективності систем і процесів керування складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

ФК6. Здатність застосовувати сучасні методи теорії автоматичного керування для розроблення автоматизованих систем управління технологічними процесами та об'єктами.

ФК7. Здатність застосовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для розв'язання складних задач і проблем автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій.

ФК9. Здатність використовувати поглиблені знання спеціального математичного інструментарію для моделювання, аналізу та ідентифікації систем автоматизації, та процесів, що в них протікають .

ФК10. Здатність проводити наукові дослідження, проектувати, забезпечуючи високу надійність, виготовляти, налагоджувати, експлуатувати, програмувати, планувати і здійснювати безпечне, ефективне технічне обслуговування і ремонт автоматизованих систем управління захистом ядерних реакторів атомних станцій, технічних засобів гнучких автоматизованих виробництв при виготовленні складових частин сільськогосподарських машин.

Програмні результати навчання

РН01. Створювати системи автоматизації, кіберфізичні виробництва на основі використання інтелектуальних методів управління, баз даних та баз знань, цифрових та мережевих технологій, робототехнічних та інтелектуальних мехатронних пристроїв.

РН02. Створювати високонадійні системи автоматизації з високим рівнем функціональної та інформаційної безпеки програмних та технічних засобів.

РН03. Застосовувати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки, а також критичне осмислення сучасних проблем у сфері автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій для розв'язування складних задач професійної діяльності.

РН04. Застосовувати сучасні підходи і методи моделювання та оптимізації для дослідження та створення ефективних систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами.

РН08. Застосовувати сучасні математичні методи, методи теорії автоматичного керування, теорії надійності та системного аналізу для дослідження та створення систем автоматизації складними технологічними та організаційно-технічними об'єктами, кіберфізичних виробництв.

РН10. Розробляти і використовувати спеціалізоване програмне забезпечення та цифрові технології для створення систем автоматизації складними організаційно-технічними об'єктами, професійно володіти спеціальними програмними засобами.

РН14. Використовувати спеціальний математичний інструментарій для моделювання, аналізу та ідентифікації систем автоматизації, та процесів, що в них протікають.

РН15. Проводити наукові дослідження, враховувати особливості керованих

об'єктів, забезпечуючи високу безпечність при проектуванні, експлуатації обслуговуванні сучасних високотехнологічних автоматизованих систем характерних для промислових виробництв регіону.

3. Політика курсу та академічна доброчесність

Очікується, що здобувачі вищої освіти будуть дотримуватися принципів академічної доброчесності, усвідомлювати наслідки її порушення.

При організації освітнього процесу в Центральноукраїнському національному технічному університеті здобувачі вищої освіти, викладачі та адміністрація діють відповідно до: Положення про організацію освітнього процесу; Положення про організацію вивчення вибіркових навчальних дисциплін та формування індивідуального навчального плану ЗВО; Кодексу академічної доброчесності ЦНТУ.

4. Програма навчальної дисципліни

Змістовний модуль №1. Поняття нечітких множин. Операції над ними.

Тема 1. Нечіткі множини.

Історична довідка. Основні терміни і визначення теорії множин. Відносини між множинами. Операції над множинами. Нечіткі твердження і нечіткі множини. Визначення нечітких множин. Визначення нечіткої змінної. Визначення лінгвістичної змінної. Основні характеристики нечітких множин. Елементи математичної логіки.

Тема 2. Операції над нечіткими множинами.

Рівність і домінування нечітких множин. Операції перетину, об'єднання і різниці нечітких множин.

Тема 3. Інструментарій нечіткої логіки в складі пакету Fuzzy Logic Toolbox MATLAB.

Загальна характеристика програми MATLAB. Основні елементи системи MATLAB. Основні прийоми роботи в системі MATLAB. Графічні можливості системи MATLAB. Функції приналежності нечітких множин. Визначення основних характеристик нечітких множин за функціями приналежності. Функції приналежності, реалізовані в пакеті MATLAB. Основи програмування в середовищі MATLAB. Основні прийоми роботи. Приклад коду програми для роботи з пакетом нечіткої логіки Fuzzy Logic Toolbox.

Операції з нечіткими множинами в середовищі MATLAB. Рівність і домінування нечітких множин. Операція перетину нечітких множин (min, prod). Операція об'єднання нечітких множин. Операція доповнення нечітких множин. Операція різниці нечітких множин.

Тема 4. Нечіткі відношення.

Визначення нечіткого відношення. Способи завдання нечітких відношень. Основні характеристики нечітких відношень. Операції над нечіткими відносинами. Нечітке відображення. Властивості бінарних нечітких відносин, заданих на одному універсумі.

Змістовний модуль №2. Нечітка логіка. Фазифікація, база правил та дефазифікація.

Тема 5. Нечітка та лінгвістична змінні.

Нечіткі величини, числа і інтервали. Визначення нечіткої й лінгвістичної змінних. Нечіткі величини, числа та інтервали. Нечіткі числа і інтервали у формі (L-R)-функцій. Трикутні нечіткі числа й трапецієподібні нечіткі інтервали.

Тема 6. Основи нечіткої логіки.

Поняття нечіткого висловлення і нечіткого предиката. Основні логічні операції з нечіткими висловленнями.

Тема 7. Системи нечіткого виводу.

Базова архітектура систем нечіткого виводу. Нечіткі лінгвістичні висловлення. Механізм або алгоритм виводу в системах нечіткого виводу. Правила нечітких продукцій у системах нечіткого виводу. Основні етапи нечіткого виводу. Формування бази правил систем нечіткого виводу. Фазифікація (Fuzzification). Агрегування (Aggregation). Активізація (Activation). Акумуляція (Accumulation). Дефазифікація (Defuzzification). Метод центру ваги. Метод центру ваги для однокрапкових множин. Метод центру площі. Метод лівого і правого модального значення.

Тема 8. Основні алгоритми нечіткого виводу.

Алгоритм Мамдані (Mamdani). Алгоритм Цукамото (Tsukamoto). Алгоритм Ларсена (Larsen). Алгоритм Сугено (Sugeno). Спрощений алгоритм нечіткого виводу.

Тема 9. Нечітке моделювання в середовищі MATLAB.

Приклади використання систем нечіткого виводу з використанням нечітких регуляторів. Процес розробки системи нечіткого виводу в інтерактивному режимі. Редактор систем нечіткого виводу FIS. Редактор правил системи нечіткого виводу. Програма перегляду правил системи нечіткого виводу. Програма перегляду поверхні системи нечіткого виводу. Приклад розробки системи нечіткого виводу в інтерактивному режимі.

5. Система оцінювання та вимоги

Види контролю: поточний, підсумковий.

Методи контролю: спостереження за навчальною діяльністю студентів, усне опитування, письмовий контроль, тестовий контроль.

Форма підсумкового контролю: екзамен.

Проміжний контроль знань студентів здійснюється регулярно на лекційних і практичних заняттях шляхом їх опитування з пройденого матеріалу. Форма контролю знань із змістових модулів – це результати виконання індивідуальних завдань та активна позиція на лекціях і практичних заняттях. Підсумковий контроль знань здійснюється **на екзамені**.

Оцінка "**Відмінно**" виставляється студенту, який протягом семестру

систематично працював, на екзамені показав різнобічні та глибокі знання програмного матеріалу, вміє вільно виконувати завдання, що передбачені програмою, засвоїв основну та знайомий з додатковою літературою, відчуває взаємозв'язок окремих розділів дисципліни, їх значення для майбутньої професії, виявив творчі здібності в розумінні та використанні навчально-програмного матеріалу, проявив здатність до самостійного оновлення і поповнення знань.

Оцінка **"Добре"** виставляється студенту, який виявив повне знання навчально-програмного матеріалу, успішно виконує передбачені програмою завдання, засвоїв основну літературу, що рекомендована програмою, показав стійкий характер знань з дисципліни і здатний до їх самостійного поповнення та поновлення у ході подальшого навчання та професійної діяльності.

Оцінка **"Задовільно"** виставляється студенту, який виявив знання основного навчально-програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та наступної роботи за професією, справляється з виконанням завдань, передбачених програмою, допустив окремі похибки у відповідях при виконанні екзаменаційних завдань, але володіє необхідними знаннями для їх подолання під керівництвом науково-педагогічного працівника.

Оцінка **"Незадовільно"** виставляється студенту, який не виявив достатніх знань основного навчально-програмного матеріалу, допустив принципові помилки у виконанні передбачених програмою завдань, не може без допомоги науково-педагогічного працівника використати знання при подальшому навчанні, не спромігся оволодіти навичками самостійної роботи.

6. Рекомендована література

Базова

1. Нечіткі множини в системах управління та прийняття рішень: навч. посіб. / Т.А. Желдак, Л.С. Коряшкіна, С.А. Ус, за редакцією С.А. Ус ; М-во освіти і науки України, Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Дніпро : НТУ «ДП», 2020. – 387 с.

2. Синтез нечітких регуляторів в системах автоматичного керування: навчальний посібник / О. В. Разживін, О. В. Суботін. – Краматорськ : ЦТРІ «Друкарський дім», 2017. – 212 с.

3. Разживін, О. В. Синтез нечітких регуляторів в системах автоматичного керування.: навчальний посібник / О. В. Разживін, О. В. Суботін. – Краматорськ : ЦТРІ «Друкарський дім», 2020. – 212 с.

Допоміжна

1. Нейромережеві технології в системах управління: Підручник для візів./ Б. І. Кузнецов, Т.Ю. Василець, Т.Б. Нікітіна, В.В. Коломиєць, О.О. Варфоломійєв; Укр. інж.-пед. акад.. - Харків: УПА, 2014. - 232 с.

2. Кирик В. В. Математичний апарат штучного інтелекту в

електроенергетичних системах: підручник. – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2019. – 224 с.

3. Цикл практичних робіт із дисципліни «Теорія нечітких множин». Електронний ресурс // Режим доступу: <http://lib.chdu.edu.ua/pdf/dovidnuku/15/4.pdf>

4. Пономарьов С.О. Нечеткие множества в задачах автоматизированного управления и принятия решений: Навчальний посібник. – Харьков: НТУ «ХП», 2005. – 232с.

5. Основи теорії фази-логіки та фази-регулювання: учбовий посібник/ Калашніков В.І. , Паліс Ф. , Лозинський О.Ю. - Донецьк, Магдебург , Львів, - 2000 - 69с.

6. Антоненко В. М. Сучасні інформаційні системи і технології: управління знаннями : навчальний посібник / В. М. Антоненко, С. Д. Мамченко, Ю. В. Рогушина. – Ірпінь : Національний університет ДПС України, 2016. – 212 с.

7. В.М. Гарасімов. АЛГОРИТМ НАЛАШТУВАННЯ КОЕФІЦІЄНТІВ ПІДРЕГУЛЯТОРА ІЗ ВИКОРИСТАННЯМ МЕТОДІВ НЕЧІТКОЇ ЛОГІКИ. Методи та прилади контролю якості. No 2 (45) 2020. С. 102-108.

8. J. Leski. Systemy neuronowo-rozmyte. Warszawa: Naukowo-Techniczne, 2008. – 690 с.

9. Триус Ю. В. Нечіткі моделі і методи в системах прийняття рішень: посібник для студентів спеціальностей "Системи і методи в системах", "Інформаційні управляючі системи і технології" усіх форм навчання / автори-укладачі: Ю. В. Триус, К. І. Галасун. – Черкаси : ЧДТУ, 2013. – 112 с.

10. Матвійчук А. В. Штучний інтелект в економіці: нейронні мережі, нечітка логіка: Монографія. – К.: КНЕУ, 2011. – 439 с.

11. Кирик В. В. Комп'ютерно-інтегровані технології управління на основі нечіткої логіки / В. В. Кирик ; Акад. муніцип. управління. – Київ, 2008. – 198 с.

13. Інформаційні ресурси

1. Автореферати дисертацій Національної бібліотеки України ім. В. І. Вернадського. URL: http://www.nbuv.gov.ua/data_base/.

2. Бази даних ACADEMIC SEARCH COMPLETE на платформі EBSCO. Національна бібліотека України ім. В. І. Вернадського. URL: <http://search.ebscohost.com/>.

3. EndNote - Clarivate Analytics. URL: <https://access.clarivate.com>

4. Web of Science. URL: <http://login.webofknowledge.com>

5. Web of Science Researcher ID. Publons. URL: <http://researcherid.com>

6. Scopus. URL: <http://scopus.com>