

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

1. Загальна інформація про навчальну дисципліну

Повна назва навчальної дисципліни	Теорія нечітких систем прийняття рішень
Повна офіційна назва закладу вищої освіти	Сумський державний університет
Повна назва структурного підрозділу	Факультет електроніки та інформаційних технологій. Кафедра комп'ютерних наук
Розробник(и)	Шелехов Ігор Володимирович
Рівень вищої освіти	Другий рівень вищої освіти, НРК – 7 рівень, QF-LLL – 7 рівень, FQ-EHEA – другий цикл
Семестр вивчення навчальної дисципліни	16 тижнів протягом 2-го семестру
Обсяг навчальної дисципліни	Обсяг становить 5 кред. ЄКТС, 150 год. Для денної форми навчання 32 год. становить контактна робота з викладачем (16 год. лекцій, 16 год. лабораторних занять), 118 год. становить самостійна робота.
Мова викладання	Українська

2. Місце навчальної дисципліни в освітній програмі

Статус дисципліни	Вибіркова навчальна дисципліна для освітньо-наукової програми "Інформатика"
Передумови для вивчення дисципліни	грунтовна підготовка в галузі комп'ютерних наук, навички критичного мислення та аналітики
Додаткові умови	Додаткові умови відсутні
Обмеження	Обмеження відсутні

3. Мета навчальної дисципліни

оволодіння здобувачами вищої освіти сучасної методології проектування нечітких систем прийняття рішень.

4. Зміст навчальної дисципліни

Тема 1 Основні питання і задачі теорії нечітких множин.

Природа виникнення, класифікація нечіткої та невизначеної інформації у різних предметних областях інженерної діяльності та технічних системах. Загальні відомості про методи математичного подання і обробки нечіткої інформації. Лінгвістичний підхід Л.А. Заде. Основні питання і задачі теорії нечітких множин.

<p>Тема 2 Поняття нечіткої множини. Операції над нечіткими множинами</p> <p>Елементи Булевої алгебри. Поняття нечіткої множини. Поняття приналежності. Типові функції приналежності, їх властивості. Операції над нечіткими множинами: включення, рівність, доповнення, перетин, об'єднання, алгебраїчна сума і алгебраїчний добуток, гранична сума і граничний добуток, диз'юнктивна сума. Відстань Хеммінга. Звичайна множина, найближча до нечіткої. Звичайна підмножина і-рівня. Теорема про декомпозицію. Оцінка нечіткості через ентропію. Декартовий добуток нечітких множин.</p>
<p>Тема 3 Нечітке відношення і його властивості.</p> <p>Нечітке відношення і його властивості. Операції над нечіткими відношеннями: об'єднання, перетин, алгебраїчна сума і алгебраїчний добуток, диз'юнктивна сума. Закони нечіткої композиції. Мах-мін композиція двох нечітких відношень.</p>
<p>Тема 4 Поняття лінгвістичної змінної. Структура правил і схема механізму нечіткого виведення.</p> <p>Поняття лінгвістичної змінної. Відображення нечітких множин. Їх основні застосування. Нечіткий силізм. Структура правил і схема механізму виведення. Моделі оператора нечіткої імплікації: імплікації Заде, Ларсена, Мамдані, Бандлера. Випадок Синглтона.</p>
<p>Тема 5 Призначення, класифікація і особливості нечітких систем керування. Операція фазифікації. та дефазифікації.</p> <p>Призначення, класифікація і особливості нечітких систем керування. Основні галузі їх застосування. Операція фазифікації. Табличне подання набору правил. Методи дефазифікації. Варіанти структури. Методи аналізу стійкості і настройки нечітких динамічних систем. Експертний підхід.</p>
<p>Тема 6 Нечітке моделювання. Адаптивне нечітке керування. Принципи самонавчання і самоорганізації нечітких систем.</p> <p>Нечітке моделювання. Проблема адекватності нечітких моделей. Методи настройки по реакції системи на типовий вплив. Нечітка фазова площина. Використання метода функцій Ляпунова. Адаптивне нечітке керування. Нечітке керування з прогнозуванням. Принципи самонавчання і самоорганізації нечітких систем. Нечіткі нейронні структури. Аналогова и цифрова реалізація нечітких систем керування. Нечіткі обчислювальні системи.</p>
<p>Тема 7 Теорія нечітких рішень. Нечіткі експертні системи. Застосування теорії нечітких множин в економіці, плануванні, аналізі надійності і попередженні надзвичайних ситуацій.</p> <p>Нечітке керування електромеханічними об'єктами. Промислові застосування. Керування технологічними процесами. Теорія нечітких рішень. Нечіткі експертні системи. Застосування теорії нечітких множин в економіці, плануванні, аналізі надійності і попередженні надзвичайних ситуацій.</p>
<p>Тема 8 Перспективи та основні напрямки розвитку теорії нечітких множин та нечітких систем керування.</p> <p>Інтеграція нечітких складових в сучасні інформаційно-комунікаційні інтелектуальні обчислювальні середовища.</p>

5. Очікувані результати навчання навчальної дисципліни

Після успішного вивчення навчальної дисципліни здобувач вищої освіти зможе:

PH1	Вміти здійснювати попередню оцінку можливості застосування нечітких систем прийняття рішень для вирішення поставленої задачі.
PH2	Вміти здійснювати підготовку та первинну обробку даних та складати вхідний математичний опис нечітких систем прийняття рішень.
PH3	Знати основні технології інформаційного аналізу і синтезу нечітких систем, методи та засоби подання і виведення знань, математичні моделі процесів навчання та самонавчання, що використовуються в нечітких системах.
PH4	Вміти обґрунтовувати вибір конкретної технології проектування нечітких систем для вирішення відповідних практичних задач
PH5	Володіти сучасними програмними засобами реалізації нечітких систем прийняття рішень

7. Роль освітнього компонента у формуванні соціальних навичок

Загальні компетентності та соціальні навички, формування яких забезпечує навчальна дисципліна:

CH1	Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
CH2	Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
CH3	Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями
CH4	Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

8. Види навчальних занять

Тема 1. Основні питання і задачі теорії нечітких множин.
Лк1 "Загальні відомості про методи математичного подання і обробки нечіткої інформації." (денна) Природа виникнення, класифікація нечіткої та невизначеної інформації у різних предметних областях інженерної діяльності та технічних системах. Лінгвістичний підхід Л.А. Заде. Основні питання і задачі теорії нечітких множин.
Лб1 "Ознайомлення з можливостями системи Matlab та її розширення FuzzyLogic ToolBox" (денна) Ознайомлення з базовими елементами системи для інженерних та наукових розрахунків MATLAB. Розв'язання типових завдань з матрицями. Реалізація програмного коду, за допомогою якого імплементуються m-функції з розширення FuzzyLogic ToolBox
Тема 2. Поняття нечіткої множини. Операції над нечіткими множинами

<p>Лк2 "Поняття нечіткої множини. Поняття належності." (денна)</p> <p>Елементи Булевої алгебри. Типові функції приналежності, їх властивості. Операції над нечіткими множинами: включення, рівність, доповнення, перетин, об'єднання, алгебраїчна сума і алгебраїчний добуток, гранична сума і граничний добуток, диз'юнктивна сума. Відстань Хеммінга. Звичайна множина, найближча до нечіткої. Звичайна підмножина і-рівня. Теорема про декомпозицію. Оцінка нечіткості через ентропію. Декартовий добуток нечітких множин.</p>
<p>Лб2 "Методи побудови функцій належності нечітких множин" (денна)</p> <p>Ознайомлення зі стандартними функціями належності системи Matlab та її розширення FuzzyLogic ToolBox. Проектування і реалізація користувачької функції належності. Операції над нечіткими множинами.</p>
<p>Тема 3. Нечітке відношення і його властивості.</p>
<p>Лк3 "Нечіткі відношення і операції над ними" (денна)</p> <p>Операції над нечіткими відношеннями: об'єднання, перетин, алгебраїчна сума і алгебраїчний добуток, диз'юнктивна сума. Закони нечіткої композиції. Мах-мін композиція двох нечітких відношень.</p>
<p>Лб3 "Операції над нечіткими відношеннями" (денна)</p> <p>Ознайомлення з операції над нечіткими відношеннями: об'єднання, перетин, алгебраїчна сума і алгебраїчний добуток, диз'юнктивна сума. Реалізація нечіткої композиції. Мах-мін композиція двох нечітких відношень.</p>
<p>Тема 4. Поняття лінгвістичної змінної. Структура правил і схема механізму нечіткого виведення.</p>
<p>Лк4 "Лінгвістична змінна. Моделі оператора нечіткої імплікації" (денна)</p> <p>Поняття лінгвістичної змінної. Відображення нечітких множин. Їх основні застосування. Нечіткий силігізм. Структура правил і схема механізму виведення. Імплікації Заде, Ларсена, Мамдані, Бандлера. Випадок Синглтона</p>
<p>Лб4 "Правила нечіткого виведення Заде" (денна)</p> <p>Реалізація нечіткого силігізму з використанням моделі оператора нечіткої імплікації Заде</p>
<p>А10 "Атестаційні заходи за темами 1-4" (денна)</p> <p>Розв'язання тестових завдань за матеріалами, що вивчалися в темах 1-4.</p>
<p>Тема 5. Призначення, класифікація і особливості нечітких систем керування. Операція фазифікації. та дефазифікації.</p>
<p>Лк5 "Сучасні нечіткі системи керування. Фазифікація і дефазифікація. Нечіткі продукційні правила." (денна)</p> <p>Основні галузі застосування. нечітких систем керування. Варіанти їх структури. Методи аналізу стійкості і настройки нечітких динамічних систем. Експертний підхід. Операція фазифікації. Табличне подання набору правил. Методи дефазифікації.</p>

<p>Лб5 "Фазифікація та дефазифікація." (денна)</p> <p>Ознайомлення з основними методами фазифікації та дефазифікації. Програмна реалізація методів за допомогою системи Matlab та її розширення FuzzyLogic ToolBox</p>
<p>Тема 6. Нечітке моделювання. Адаптивне нечітке керування. Принципи самонавчання і самоорганізації нечітких систем.</p>
<p>Лк6 "Нечітке моделювання. Нечеткі нейронні структури." (денна)</p> <p>Проблема адекватності нечітких моделей. Методи настройки по реакції системи на типовий вплив. Нечітка фазова площина. Використання метода функцій Ляпунова. Адаптивне нечітке керування. Нечітке керування з прогнозуванням. Принципи самонавчання і самоорганізації нечітких систем. Аналогова і цифрова реалізація нечітких систем керування. Нечіткі обчислювальні системи.</p>
<p>Лб6 "Системи нечіткого виведення" (денна)</p> <p>Проектування і програмна реалізація класичних систем нечіткого виведення типу Мамдані, Сугено та нечіткої нейронної мережі ANFIS за допомогою Matlab та її розширення FuzzyLogic ToolBox</p>
<p>Тема 7. Теорія нечітких рішень. Нечіткі експертні системи. Застосування теорії нечітких множин в економіці, плануванні, аналізі надійності і попередженні надзвичайних ситуацій.</p>
<p>Лк7 "Теорія нечітких рішень. Нечіткі експертні системи." (денна)</p> <p>Нечітке керування електромеханічними об'єктами. Промислові застосування. Керування технологічними процесами. Теорія нечітких рішень. Нечіткі експертні системи. Застосування теорії нечітких множин в економіці, плануванні, аналізі надійності і попередженні надзвичайних ситуацій</p>
<p>Лб7 "Експертна система визначення рейтингу студентів (Частина 1)" (денна)</p> <p>Розробка нечіткої бази знань експертної системи визначення рейтингу студентів</p>
<p>Лб8 "Експертна система визначення рейтингу студентів (Частина 2)" (денна)</p> <p>Оптимізація параметрів експертної системи визначення рейтингу студентів</p>
<p>Тема 8. Перспективи та основні напрямки розвитку теорії нечітких множин та нечітких систем керування.</p>
<p>Лк8 "Перспективи та основні напрямки розвитку теорії нечітких множин та нечітких систем керування" (денна)</p> <p>Гібридні нечіткі нейронні мережі. Нечіткі автомати. Нечіткі мережі Петрі. Нечіткі ситуаційні мережі. Нечіткі когнітивні карти</p>
<p>А20 "Атестаційні заходи за темами 5-8" (денна)</p> <p>Виконання тестових завдань за матеріалами тем 5-8</p>

9. Стратегія викладання та навчання

9.1 Методи викладання та навчання

Дисципліна передбачає навчання через:

МН1	Мультимедійні лекції (докладне викладення навчального матеріалу) із застосуванням пасивного методу навчання з елементами активного та інтерактивного методів
МН2	Лабораторні заняття з виконанням завдань на персональних комп'ютерах – робота за індивідуальними завданнями під керівництвом викладача, опрацювання навчального матеріалу із використанням конспекту лекцій та основної навчальної літератури
МН3	Підготовка до тестування за матеріалами, що були викладені на лекціях і опрацьовані на лабораторних заняттях

Лекції надають здобувачам вищої освіти теоретичні матеріали з тем дисципліни, що є основою для самостійного навчання. Лекції доповнюються лабораторними заняттями, що надають здобувачам вищої освіти можливість застосовувати теоретичні знання на практичних прикладах. Самостійному навчанню сприятиме підготовка до лекцій, лабораторних занять

Під час проведення занять здобувачі вищої освіти отримують навички комунікації, вміння працювати в команді, здатність логічно і системно мислити, аргументовано висловлювати свої думки. Підготовка та виконання завдань на лабораторних заняттях допоможе здобувачам вищої освіти розвивати та реалізувати навички логічного та системного мислення, тайм-менеджменту, самостійного опрацювання матеріалу.

9.2 Види навчальної діяльності

НД1	Підготовка до лекційних занять для участі у лекції дискусії
НД2	Виконання завдань лабораторних робіт за варіантами
НД3	Підготовка звітів з лабораторних робіт та їх захист
НД4	Виконання тестування в ході атестаційних заходів

10. Методи та критерії оцінювання

10.1. Критерії оцінювання

Визначення	Чотирибальна національна шкала оцінювання	Рейтингова бальна шкала оцінювання
Відмінне виконання лише з незначною кількістю помилок	5 (відмінно)	$90 \leq RD \leq 100$
Вище середнього рівня з кількома помилками	4 (добре)	$82 \leq RD < 89$
Загалом правильна робота з певною кількістю помилок	4 (добре)	$74 \leq RD < 81$
Непогано, але зі значною кількістю недоліків	3 (задовільно)	$64 \leq RD < 73$
Виконання задовольняє мінімальним критеріям	3 (задовільно)	$60 \leq RD < 63$
Можливе повторне складання	2 (незадовільно)	$35 \leq RD < 59$

Необхідний повторний курс з навчальної дисципліни	2 (незадовільно)	$0 \leq RD < 34$
---	------------------	------------------

10.2 Методи поточного формативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МФО1 Опитування та усні коментарі викладача за його результатами	Оцінювання рівня активізації сприйняття та осмислення здобувачами змісту лекції з використанням запитань, у відповідях на які вони повинні висловити власне судження, виявити своє ставлення до матеріалу, що вивчається, тощо	Протягом лекційного заняття	google meet, telegram
МФО2 Настанови викладача в процесі виконання практичних завдань	Пояснення нового типу вправ із демонстрацією загальних шляхів та правил рішення, розробки алгоритму їх рішення; організація рішення вправ окремими студентами повністю або самостійно; розбір їх рішення із опорою на теоретичний матеріал: пояснення домашнього завдання, зміст, методика роботи з ним, включаючи посилання на теоретичний матеріал	Протягом поточного лабораторного заняття	google meet, telegram
МФО3 Надання зворотного зв'язку про результати перевірки виконання індивідуальних завдань здобувачем	Загальні методами роботи над помилками з метою формування навичок самоконтролю, підвищення ефективності зворотного зв'язку, керівництва самостійною роботою, навчання здобувачів умінню виявляти помилки та пояснювати їх зміст.	Протягом навчального семестру	онлайн-платформа Mix SumDU

10.3 Методи підсумкового сумативного оцінювання

	Характеристика	Дедлайн, тижні	Зворотний зв'язок
МСО1 Звіт за результатами виконання лабораторних робіт	Звіт за результатами виконання лабораторних робіт повинен містити ілюстрацію основних результатів виконання завдань відповідно методичних вказівок. Для успішного зарахування необхідно виконати мінімальний рівень завдання та оформити звіт відповідно вимогам до оформлення звітів. Оцінка зі звіту може бути один раз підвищення за умови усунення зауважень до представлених результатів і надсилання звіту у вказані терміни. В разі затримки термінів виконання оцінка не може бути підвищена	До початку наступного лабораторного заняття	онлайн-платформа Mix SumDU

МСО2 Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)	Проміжний модульний контроль призначений для перевірки рівня засвоєння теоретичного матеріалу. Проводиться у форматі тестування. Оцінка за проміжний модульний контроль не перескладається	атестаційний тиждень кожного модуля	онлайн-платформа Mix SumDU
МСО3 Підсумковий контроль: диференційний залік	Диференційний залік призначений для перевірки якості отриманих знань в результаті самостійного опрацювання лекційного матеріалу курсу, основної та допоміжної літератури, МВОК. Залік проводиться у форматі тестування засобами платформи mix.sumdu.edu.ua та виконання практичного завдання. Виконання практичного завдання не є обов'язковим, але необхідним для отримання максимальної оцінки. Оцінка за залік не перескладається.	сесійний тиждень	mix.sumdu.edu.ua, google meet

Контрольні заходи:

		Максимальна кількість балів	Мінімальна кількість балів	Можливість перескладання з метою підвищення оцінки
1 семестр		100 балів		
МСО1. Звіт за результатами виконання лабораторних робіт		40		
	8x5	40	Не передбачено	Ні
МСО2. Поточні контрольні роботи (проміжний модульний контроль)		20		
	2x10	20	Не передбачено	Ні
МСО3. Підсумковий контроль: диференційний залік		40		
		40	Не передбачено	Ні

Оцінювання звіту з лабораторної роботи проводиться викладачем шляхом опитування здобувача вищої освіти щодо основних теоретичних та практичних аспектів виконання завдання. В особливих випадках, оцінювання проводиться за матеріалами наданими в звіті без опитування здобувача. Поточні модульні і підсумкові атестаційні заходи проводяться шляхом тестування.

11. Ресурсне забезпечення навчальної дисципліни

11.1 Засоби навчання

ЗН1	Комп'ютери, комп'ютерні системи та мережи
ЗН2	Мультимедіа, відео- і звуковідтворювальна, проєкційна апаратура (відеокамери, проєктори, екрани, смартдошки тощо)
ЗН3	Прикладне програмне забезпечення (MATLAB, FuzzyLogic Toolbox)
ЗН4	Програмне забезпечення (для підтримки дистанційного навчання, Інтернет-опитування, віртуальних лабораторій, віртуальних пацієнтів, для створення комп'ютерної графіки, моделювання тощо та ін.)

11.2 Інформаційне та навчально-методичне забезпечення

Основна література	
1	Mohammadzadeh A., Sabzalian M.H., Zhang C., Castillo O., Sakthivel R., El-Sousy F. F. M. Modern Adaptive Fuzzy Control Systems. - Springer, 2022. - 161 p.
2	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.
3	Castillo O., Melin P. Fuzzy Logic Hybrid Extensions of Neural and Optimization Algorithms: Theory and Applications. - Springer International Publishing, 2021. - 182 p.
Допоміжна література	
1	Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах/ В.В.Кирик.- Київ: КПІ ім Сікорського, Політехніка, 2019.- 224 с.
2	Експертні системи: навчальний посібник для здобувачів першого (магістерського) рівня вищої освіти ОПП «Середня освіта (Інформатика Мова та література (англійська))», ОПП «Середня освіта (Інформатика)» спеціальності 014 «Середня освіта (Інформатика)» / Т. Л. Мазурок, В. В.Черних. - Одеса: ПНПУ імені К.Д. Ушинського, 2021. - 214 с
3	Метод. в-ки до виконання лаб. р. з дисц. "Нечітке програмування" для студентів спец. 8.05010301 "Програмне забезпечення систем", 8.05010302 "Інженерія програмного забезпечення" усіх форм навчання / Уклад.: С.О. Субботін. –Запоріжжя: ЗНТУ, 2016. –50с.
4	Створення та дослідження нечіткої системи керування засобами MATLAB + SIMULINK: Метод. в-ки до викон. лабор. робіт для студ. спец. «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології»/ Уклад.: Л.Д. Ярошук, В.І. Бородін–К.: НТУУ «КПІ», 2016. -10с.