

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет електроніки та комп'ютерних технологій
Кафедра радіоелектронних і комп'ютерних систем

Затверджено

На засіданні кафедри радіоелектронних і
комп'ютерних систем
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол №1/24 від 28 серпня 2023 р.)

Завідувач кафедри  Ігор ОЛЕНИЧ

Силабус з навчальної дисципліни
«Алгоритми та методи нечіткого моделювання»,
що викладається в межах ОП «Комп'ютерні науки»
другого (магістерського) рівня вищої освіти
для здобувачів зі спеціальності
122 – Комп'ютерні науки

| | |
|--|--|
| Назва дисципліни | Алгоритми та методи нечіткого моделювання |
| Адреса викладання дисципліни | м. Львів, вул. Драгоманова, 50 |
| Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна | Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра радіоелектронних і комп'ютерних систем |
| Галузь знань, шифр та назва спеціальності | 12 Інформаційні технології, 122 Комп'ютерні науки |
| Викладачі дисципліни | Оленич Ігор Богданович, доктор. фіз.-мат. наук, доцент, зав. каф. |
| Контактна інформація викладачів | igor.olenych@lnu.edu.ua https://electronics.lnu.edu.ua/employee/olenych-i-b |
| Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються | Консультації в день проведення лекційних занять (за попередньою домовленістю): кімн.104, корпус факультету електроніки та комп'ютерних технологій, м. Львів, вул. Драгоманова, 50. Також можливі онлайн консультації через MS Teams. Для погодження часу онлайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача. |
| Сторінка дисципліни | http://194.44.208.156/moodle/course/view.php?id=112 https://electronics.lnu.edu.ua/course/metody-ta-alhorytmy-nechitkoho-modelyuvannya |
| Інформація про дисципліну | Дисципліна «Алгоритми та методи нечіткого моделювання» є вибірковою дисципліною з спеціальності 122 Комп'ютерні науки для освітньої програми «Комп'ютерні науки», яка викладається в 2 семестрі в обсязі 6 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS). |
| Коротка анотація дисципліни | Навчальну дисципліну розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання, обов'язкові для того, щоб розв'язувати типові задачі проектування та використання інформаційних систем засобами нечіткого моделювання. Тому у дисципліні представлено як огляд концепцій теорії нечітких множин і нечіткого моделювання, так і засобів та інструментів, які потрібні для побудови систем нечіткого логічного висновку. Зокрема, розглянуто основні підходи та алгоритми нечіткого моделювання і використання нечітких та лінгвістичних змінних в системах нечіткої логіки. |
| Мета та цілі дисципліни | <i>Метою</i> вивчення вибіркової дисципліни «Алгоритми та методи нечіткого моделювання» є ознайомлення студентів з методами нечіткого моделювання, а <i>цілями</i> – оволодіння сучасними підходами проектування інформаційних систем та навиками їх застосування. |
| Література для вивчення дисципліни | Основна література: 1. Оленич І.Б. Нечітка логіка та нечітке моделювання. - Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2022. – 210 с. 2. Piegat A. Fuzzy Modeling and Control / Andrzej Piegat. – Heidelberg; New York: Physica-Verlag, 2001. 3. Trillas E. Fuzzy Logic: An Introductory Course for Engineering Students / Enric Trillas, Luka Eciolaza. – Springer, 2015. – 204 p. Додаткова література: 4. Сявавко М. Математика прихованих можливостей: навчальний посібник / Мар'ян Сявавко. – Острог: Видавництво Національного університету «Острозька академія», 2011. – 396 с. 5. Оленич І.Б. Методичні рекомендації до виконання лабораторних робіт з курсу “Нечітка логіка” / І.Б. Оленич. Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2017. – 58 с. 6. Fuzzy Sets, Fuzzy Logic and Their Applications / Edited by Michael Voskoglou. – MDPI, 2020. – 366 p. |

| | |
|--------------------------------------|--|
| | <p>7. Yager R. Essentials of fuzzy modeling and control / R. Yager, D. Filev. – New York: John Wiley and Sons, 1994.</p> <p>8. Ray K. S. Soft Computing and Its Applications. Volume 1: A Unified Engineering Concept / Kumar S. Ray. – New York: Apple Academic Press, 2014. – 632 p.</p> <p>9. Ray K. S. Soft Computing and Its Applications. Volume 2: Fuzzy Reasoning and Fuzzy Control / Kumar S. Ray. – New York: Apple Academic Press, 2014. – 468 p.</p> <p>10. Hooda D. S. Fuzzy Logic Models and Fuzzy Control. An Introduction / D. S. Hooda, Vivek Raich. – Oxford: Alpha Science International Ltd., 2017. – 409 p.</p> <p>11. Tashtoush T., Alazzam A., Rodan A. Utilizing fuzzy logic controller in manufacturing facilities design: Machine and operator allocation // Cogent Engineering. – 2022. – Vol. 7. - 1771820.</p> |
| Обсяг курсу | 64 години аудиторних занять. З них 32 години лекцій, 32 години лабораторних робіт та 116 годин самостійної роботи |
| Очікувані результати навчання | <p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Знати основні типи і методи побудови функцій належності нечітких множин; типові алгоритми нечіткого логічного висновку; структуру, принципи реалізації і функціонування систем нечіткої логіки; методи аналізу їх властивостей та інструментальні засоби проектування. - Вміти застосовувати, впроваджувати та експлуатувати сучасні інформаційні системи та технології отримання нечіткого логічного висновку (виробничі, підтримки прийняття рішень, інтелектуального аналізу даних) у різних галузях людської діяльності, національної економіки та виробництва в умовах неповної або наближеної інформації. <p>Після вивчення курсу здобувачі набудуть таких компетентностей і програмних результатів:</p> <p>ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК4. Здатність спілкуватися іноземною мовою.</p> <p>ЗК5. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК7. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).</p> <p>СК1. Усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук.</p> <p>СК2. Здатність формалізувати предметну область певного проєкту у вигляді відповідної інформаційної моделі.</p> <p>СК3. Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області.</p> <p>СК6. Здатність застосовувати існуючі та розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук.</p> <p>СК7. Здатність розробляти програмне забезпечення відповідно до сформульованих вимог із урахуванням наявних ресурсів і обмежень.</p> <p>СК8. Здатність розробляти та реалізовувати проєкти зі створення програмного забезпечення, у т. ч. в непередбачуваних умовах, за нечітких вимог і необхідності застосовувати нові стратегічні підходи, використовувати програмні інструменти для організації командної роботи над проєктом.</p> <p>СК13. Здатність застосовувати методи і підходи штучного інтелекту, інтелектуального аналізу та науки про дані та підходів оптимізації до розв'язання конкретних проблем комп'ютерних наук.</p> <p>РН1. Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне</p> |

| | |
|---|--|
| | <p>осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань.</p> <p>РН3. Зрозуміло і недвозначно доносити власні знання, висновки та аргументацію у сфері комп'ютерних наук до фахівців і нефахівців, зокрема до осіб, які навчаються.</p> <p>РН4. Управляти робочими процесами у сфері інформаційних технологій, які є складними, непередбачуваними та потребують нових стратегічних підходів.</p> <p>РН5. Оцінювати результати діяльності команд та колективів у сфері інформаційних технологій, забезпечувати ефективність їх діяльності.</p> <p>РН6. Розробляти концептуальну модель інформаційної або комп'ютерної системи.</p> <p>РН7. Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей.</p> <p>РН9. Розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення для аналізу даних (включно з великими).</p> <p>РН12. Проектувати та супроводжувати бази даних та знань.</p> <p>РН16. Виконувати дослідження у сфері комп'ютерних наук.</p> <p>РН20. Володіти методами та засобами штучного інтелекту, інженерії та аналізу даних, розпізнавання образів і адаптивного опрацювання інформації, аналізу та обробки природної мови, моделювання та оптимізації.</p> |
| Ключові слова | Нечітка множина, нечіткий логічний висновок, нечітка база знань, лінгвістична змінна |
| Формат курсу | Очний |
| | Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем |
| Теми | Див. СХЕМА КУРСУ |
| Підсумковий контроль, форма | Залік в кінці семестру |
| Пререквізити | Для вивчення курсу студенти потребують базових знань у галузі 12 – Інформаційні технології, зокрема з дисциплін «Вища математика», «Дискретна математика», «Алгоритми та структури даних», «Чисельні методи». |
| Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу | Презентація, лекції, лабораторні роботи, обговорення, дискусія. |
| Необхідне обладнання | Мультимедіа, платформа Moodle, комп'ютерний клас, стандартне комп'ютерне програмне забезпечення, програми та сервіси MS Teams |
| Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності) | <p>Оцінювання проводиться упродовж семестру за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за такими видами робіт з наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 12 лабораторних робіт: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів $12 \times 4 + 2 = 50$, де 2 додаткові бали нараховують за успішне виконання та захист усіх робіт. • контрольні заміри (2 модулі): 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів $2 \times 25 = 50$. <p>Загалом упродовж семестру 100 балів.</p> <p>Контрольні заміри проводяться у формі тестових завдань. Академічна доброчесність: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела,</p> |

| | |
|-------------------------------------|---|
| | <p>фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p>Відвідання занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні заняття курсу. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених курсом.</p> <p>Література. Уся література, яку студенти не зможуть знайти самостійно, буде надана викладачем виключно в освітніх цілях без права її передачі третім особам. Студенти заохочуються до використання також й іншої літератури та джерел, яких немає серед рекомендованих.</p> <p>Політика виставлення балів. Враховуються бали набрані на поточному тестуванні, самостійній роботі та бали підсумкового тестування. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнь на заняття; користування мобільним телефоном, планшетом чи іншими мобільними пристроями під час заняття в цілях не пов'язаних з навчанням; списування та плагіат; несвоєчасне виконання поставленого завдання і т. ін. Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p> |
| Питання до контрольних робіт | Перелік питань та завдань для проведення підсумкової оцінки знань певних тем до контрольних робіт розміщені на веб-сторінці http://194.44.208.156/moodle/course/view.php?id=112 |
| Опитування | Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу. |

СХЕМА КУРСУ

| Тиж. | Тема, план, короткі тези | Форма діяльності (заняття) | Література. Ресурси в Інтернеті | Завдання, лабораторна робота, самостійна робота, год. | Термін виконання |
|------|--|----------------------------|---------------------------------|---|------------------|
| 1 | Вступ до теорії нечітких множин і нечіткої логіки. Становлення та розвиток теорії нечітких множин і нечіткої логіки як прикладної наукової методології. Аналіз нечіткого та ймовірнісного підходів до моделювання невизначеностей. | Лекція | 1, 2, 5 | Вступне заняття. Академічна доброчесність. Побудова функцій приналежності на основі експертної інформації | 3 тиж. семестру |
| 2, 3 | Основні поняття теорії нечітких множин. Визначення нечіткої множини. Основні характеристики нечітких множин. Основні типи функцій приналежності. Прямі та непрямі методи побудови функцій приналежності. | Лекція | 1, 2, 5, 7, 8 | Побудова функцій приналежності на основі попарних порівнянь | 5 тиж. семестру |
| 4 | Операції над нечіткими множинами. Рівність і домінування нечітких множин. Операції доповнення, перетинання та об'єднання нечітких множин та їх властивості. Додаткові операції над нечіткими множинами. | Лекція | 1, 2, 5, 8 | Операції над нечіткими множинами | 6 тиж. семестру |

| | | | | | |
|----|--|--------|-------------|--|------------------|
| 5 | Нечіткі відношення. Нечітке відношення. Способи визначення нечітких відношень. Основні характеристики нечітких відношень. Бінарні нечіткі відношення. Властивості бінарних нечітких відношень. | Лекція | 2, 5, 7 | Композиція нечітких бінарних відношень | 7 тиж. семестру |
| 6 | Операції над нечіткими відношеннями. Основні операції над нечіткими відношеннями та їх властивості. Транзитивні нечіткі відношення. Транзитивне замикання. Нечітке відображення. | Лекція | 2, 5, 7 | Аналіз ефективності комунікації на основі транзитивного замикання бінарного нечіткого відношення | 8 тиж. семестру |
| 7 | Показник розмитості нечітких множин. Аксиоматичний та метричний підходи до визначення показника розмитості нечіткої множини. Зв'язок показника розмитості з алгебричними властивостями нечітких множин. | Лекція | 1, 2, 3 | | |
| 8 | Нечіткі та лінгвістичні змінні. Нечіткі та лінгвістичні змінні. Нечіткі числа, величини та інтервали. Операції над ними. Нечіткі числа та інтервали (L-R)-типу. | Лекція | 1, 2, 5 | Операції над нечіткими числами та інтервалами | 9 тиж. семестру |
| 9 | Нечіткі міри та нечіткі інтеграли. Нечіткі міри та їх основні властивості. Міри довіри і правдоподібності. Міри можливості, необхідності та імовірності. λ -нечіткі міри. Нечіткий інтеграл. | Лекція | 1, 2, 3, 4 | | |
| 10 | Основи нечіткої логіки. Нечіткі висловлювання і нечіткого предикату. Основні логічні операції з нечіткими висловлюваннями. Правила нечітких продукцій. | Лекція | 1, 5, 8, 10 | Логічні операції над нечіткими висловлюваннями | 11 тиж. семестру |
| 11 | Системи нечіткого висновку. Базова архітектура систем нечіткого висновку. Механізми нечіткого висновку. Основні етапи та алгоритми нечіткого висновку. Приклади систем нечіткого висновку. | Лекція | 2, 3, 5, 11 | Контролер нечіткої логіки | 12 тиж. семестру |
| 12 | Побудова нечітких моделей. Особливості побудови бази продукційних правил нечітких моделей. Повнота моделі. Несуперечливість, зв'язність і надмірність бази правил. Екстраполяція в нечітких моделях. | Лекція | 1, 2, 4, 5 | Проектування систем типу Мамдані | 13 тиж. семестру |
| 13 | Методи моделювання нечіткого моделювання. Нечітке моделювання на основі експертних знань про систему. Побудова самоорганізованих і самонастроювальних нечітких моделей на основі вимірювань входів і виходів системи. | Лекція | 1, 2, 4, 5 | Проектування систем типу Сугено | 14 тиж. семестру |
| 14 | Основи нечітких нейронних | Лекція | 2, 5, 6, 9 | Адаптивні системи | 15 тиж. |

| | | | | | |
|----|---|--------|-------------|--------------------------------|------------------|
| | мереж. Загальна характеристика систем нейронечіткого висновку ANFIS. Поняття нейронної мережі та основні способи її завдання. Гібридна мережа як адаптивна система нейронечіткого висновку. Реалізація ANFIS. | | | нейро-нечіткого висновку ANFIS | семестру |
| 15 | Нечітка кластеризація. Загальна характеристика задач кластерного аналізу. Задача нечіткої кластеризації і алгоритм її розв'язку. Алгоритм c-means. | Лекція | 2, 3, 4, 5 | Нечітка кластеризація | 16 тиж. семестру |
| 16 | Перспективи нечіткого моделювання. Адаптивні нечіткі системи. Нечіткі запити. Нечіткі асоціативні правила, когнітивні карти і дерева рішень. | Лекція | 1, 2, 3, 11 | | |