

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ**  
**Львівський національний університет імені Івана Франка**  
**Факультет прикладної математики та інформатики**  
**Кафедра дискретного аналізу та інтелектуальних систем**

**Затверджено**

на засіданні кафедри дискретного аналізу  
та інтелектуальних систем  
факультету прикладної математики та  
інформатики  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка  
(протокол № 1/20 від 27 серпня 2020 р.)

Завідувач кафедри Притула М. М.

---

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**“Нечітке моделювання”,**  
**що викладається в межах ОПШ Комп'ютерні науки**  
**першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для здобувачів з**  
**спеціальності 122 – комп'ютерні науки**

**Львів 2020 р.**

|  |  |
|--|--|
| <b>Назва дисципліни</b>  | <b>Нечітке моделювання</b>   |
| <b>Адреса викладання дисципліни</b>                              | Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка<br>м. Львів, вул. Університетська 1  |
| <b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>       | Факультет прикладної математики та інформатики<br>Кафедра дискретного аналізу та інтелектуальних систем  |
| <b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>                 | 12 – інформаційні технології<br>122 – комп'ютерні науки  |
| <b>Викладачі дисципліни</b>                                      | Пелюшкевич Ольга Володимирівна, доцент кафедри дискретного аналізу та інтелектуальних систем, кандидат фіз.-мат. наук. (лекції та лабораторні роботи)<br>Коркуна Наталія Михайлівна, асистент кафедри дискретного аналізу та інтелектуальних систем. (лабораторні роботи)  |
| <b>Контактна інформація викладачів</b>                           | <a href="mailto:olga.peliushkevych@lnu.edu.ua">olga.peliushkevych@lnu.edu.ua</a> , <a href="https://ami.lnu.edu.ua/employee/pelushkevych">https://ami.lnu.edu.ua/employee/pelushkevych</a> ;<br><a href="mailto:nataliya.korkuna@lnu.edu.ua">nataliya.korkuna@lnu.edu.ua</a> , <a href="https://ami.lnu.edu.ua/employee/korkuna-n-m">https://ami.lnu.edu.ua/employee/korkuna-n-m</a> ;<br>Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 360.<br>м. Львів, вул. Університетська, 1  |
| <b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b> | Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю).   |
| <b>Сторінка курсу</b>  | <a href="https://ami.lnu.edu.ua/course/fuzzy-modeling">https://ami.lnu.edu.ua/course/fuzzy-modeling</a>  |
| <b>Інформація про дисципліну</b>                                 | В даному курсі вивчається теорія нечітких множин, математичні операції над нечіткими множинами і нечіткими відношеннями, а також використання нечіткої логіки для моделювання складних систем. Досліджуються моделі і алгоритми нечіткого логічного висновку. Розглядається питання побудови та використання нечітких нейронних мереж.   |
| <b>Коротка анотація дисципліни</b>                               | Дисципліна “Нечітке моделювання” є вибірковою дисципліною для спеціальності 122 – комп'ютерні науки для освітньої програми Комп'ютерні науки, яка викладається в 8-му семестрі в обсязі 4-х кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).   |
| <b>Мета та цілі дисципліни</b>                                   | <b>Метою</b> вивчення дисципліни є <ul style="list-style-type: none"> <li>• формування математичних знань у галузі теорії нечітких множин і нечіткої логіки;</li> <li>• формування навичок виконання математичних операцій над нечіткими множинами і нечіткими відношеннями;</li> <li>• застосування нечітких висловлювань та лінгвістичних змінних для моделювання складних систем.</li> </ul> <b>Завданням</b> вивчення навчальної дисципліни є <ul style="list-style-type: none"> <li>• вивчення апарата теорії нечітких множин і нечіткої логіки;</li> <li>• набуття студентами практичних навичок по моделюванню нечітких величин, нечітких висловлень, лінгвістичних змінних;</li> <li>• формування навичок роботи з нечіткими множинами, нечіткими відношеннями, лінгвістичними змінними;</li> <li>• отримання базових знань щодо нечіткого моделювання різних систем;</li> </ul> |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>Література для вивчення дисципліни</b></p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zadeh L.A. Fuzzy sets as a basis for a theory of possibility // Fuzzy Sets and Systems, 1978,N1, p. 3–28.</li> <li>2. Леоненков А. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. СПб.: БХВПетербург, 2005. – 736 с.</li> <li>3. Пегат А. Нечеткое моделирование и управление / А. Пегат; пер.с англ. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний (Адаптивные и интеллектуальные системы), 2009. – 798с.</li> <li>4. Cordon Oscar, Herrera Francisco, Hoffmann Frank, Magdalena Luis Genetic Fuzzy systems. Evolutionary tuning and learning of fuzzy knowledge bases. – World Scientific, 2001. – Singapore, New Jersey, London, Hong Kong. - 462 p.</li> <li>5. Штовба С.Д. Введение в теорию нечетких множеств и нечеткую логику. (електронна версія <a href="http://forest.akadem.ru/library/matlab/fuzzylogic/book1/index.html">http://forest.akadem.ru/library/matlab/fuzzylogic/book1/index.html</a>)</li> <li>6. Р. Дорф, Р. Бишоп. Современные системы управления: пер. с англ.- М.: Лаборатория Базовых Знаний, 2002. – 832 с.</li> <li>7. Каллан Р. Основные концепции нейронных сетей. – М.: Вильямс, 2001. – 288 с.</li> <li>8. С.П. Иглин. Математические расчеты на базе MATLAB.-СПб.: БХВ-Петербург, 2005. – 640 с.</li> <li>9. Ю. Нікольський, В. Пасічник, Ю. Щербина. Дискретна математика. Львів: Магнолія, 2005(1-е вид.), 2007 (2-е вид.)</li> <li>10. Борисов А.Н., Крумберг О.А., Федоров И.П. Принятие решений на основе нечетких моделей: примеры использования. - Рига, 1990</li> <li>11. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень. Навчальний посібник. Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. 341 с.</li> <li>12. Зайченко Ю.П. Нечеткие модели и методы в интеллектуальных системах. Учебное пособие для студентов высших учебных заведений. – К.: Издательский дом “Слово”, 2008. – 344 с.</li> </ol> |
| <p><b>Обсяг курсу</b></p>                        | <p>Загальний обсяг: 120 годин. Аудиторних занять: 64 год., з них 32 години лекцій та 32 години лабораторних занять. Самостійної роботи: 56 годин.</p>  |
| <p><b>Очікувані результати навчання</b></p>      | <p><b>У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен знати:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• основи нечіткої логіки і нечітких множин;</li> <li>• нечіткі моделі представлення знань;</li> <li>• нечіткий логічний висновок заснований на використанні лінгвістичних змінних;</li> <li>• моделі нечіткого логічного висновку Мамдані, Сугено;</li> <li>• завдання нечіткої класифікації;</li> </ul> <p><b>вміти :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• виконувати основні операції з нечіткими множинами;</li> <li>• формалізувати лінгвістичні змінні;</li> <li>• розробляти моделі нечіткого логічного висновку Мамдані, Сугено;</li> <li>• програмувати алгоритми нечіткого логічного висновку;</li> <li>• проводити нечітку кластеризацію в пакеті MATLAB (Fuzzy Logic Toolbox);</li> <li>• застосовувати теоретичний матеріал в розв’язуванні різноманітних практичних задач.</li> </ul>   |
| <p><b>Ключові слова</b></p>                      | <p>Нечітка логіка, нечітка множина, лінгвістична змінна, нечітке відношення, функція належності, фазифікація, агрегація, активізація, акумуляція, дефазифікація, нечіткі сітки Петрі, нечітка кластеризація, нечіткі нейронні мережі.</p>  |

|   |   |
|---|---|
| <b>Формат курсу</b>   | Очний, дистанційний.<br>Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій.   |
| <b>Теми</b>   | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Основні поняття теорії нечітких множин.</li> <li>2. Операції на нечітких множинах.</li> <li>3. Нечіткі відношення.</li> <li>4. Нечітка та лінгвістична змінні.</li> <li>5. Основи нечіткої логіки.</li> <li>6. Системи нечіткого виведення.</li> <li>7. Мова нечіткого управління - FCL.</li> <li>8. Нечіткі сітки Петрі.</li> <li>9. Основні характеристики системи Matlab.</li> <li>10. Процес нечіткого моделювання в середовищі Matlab.</li> <li>11. Нечітка кластеризація в Fuzzy Logic Toolbox.</li> <li>12. Основи нечітких нейронних мереж.</li> </ol>  |
| <b>Підсумковий контроль, форма</b>  | Залік у кінці восьмого семестру.  |
| <b>Пререквізити</b>   | Для вивчення дисципліни студенти потребують базові знання з курсу "Дискретна математика", "Математична логіка", "Теорія ймовірностей", "Теорія алгоритмів", "Програмування".  |
| <b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b> | Презентації, лекції<br>Індивідуальні завдання<br>Групові проекти  |
| <b>Необхідне обладнання</b>   | Комп'ютер, Internet.  |
| <b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>                | <p>Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою. Бали нараховуються за наступним співвідношенням:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• поточне опитування: 35% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 35;</li> <li>• індивідуальне завдання: 15% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 15;</li> <li>• залік: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів 50.</li> </ul> <p>Підсумкова максимальна кількість балів 100.</p> <p><b>Лабораторні роботи:</b> Очікується, що студенти виконають п'ять лабораторних робіт і одне індивідуальне завдання.</p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> Очікується, що роботи студентів будуть їх самостійними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших студентів становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><b>Відвідування занять</b> є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції та лабораторні заняття курсу. Студенти повинні інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися термінів, визначених для виконання всіх лабораторних робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом.</p> |

|                                  |   |
|----------------------------------|---|
|                                  | <p><b>Література.</b> 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><b>Політика виставлення балів.</b> Враховуються бали, отримані при поточному опитуванні, 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.</p> <p>Жодні форми порушення академічної доброчесності не толеруються.</p>   |
| <p><b>Питання до заліку.</b></p> | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Нечітка множина.</li> <li>2. Способи подання нечітких множин. Діаграми Заде.</li> <li>3. Рівність нечітких множин.</li> <li>4. Операції на нечітких множинах.</li> <li>5. Декартовий добуток нечітких множин.</li> <li>6. Нечіткі відношення.</li> <li>7. Нечіткі числа і інтервали.</li> <li>8. Нечіткі системи логічного виведення.</li> <li>9. Нечіткі нейронні мережі.</li> <li>10. Представити в вигляді дискретної нечіткої множини поняття "нормальна температура тіла".</li> <li>11. Запишіть формули дефазифікації нечіткої множини за методом центра ваги для неперервної і дискретної універсальних множин.</li> <li>12. Проведіть дефазифікацію нечіткої множини "нормальна температура тіла" з питання 10 з використанням методу центра ваги.</li> <li>13. Визначити лінгвістичну змінну (T, U, G, M) «ВІК ЛЮДИНИ» з 3-ма термами.</li> <li>14. Наведіть приклад (можна графічний), який ілюструє ядро, носій нечіткої множини з трикутної функцією належності.</li> <li>15. Визначте функцію належності для нечітких чисел (множин) «між 3-ма і 5-ю» і «близько 2» і їх перетин.</li> <li>16. У вигляді матриці визначте відношення "схожі тварини" для наступних тварин {кішка (K), собака (C), вовк (B), заєць (Z)}.</li> <li>17. Введіть три правила нечіткої бази правил, що описують залежність «розміру кредиту» від «рівня доходу» і «віку».</li> <li>18. Наведіть приклад нечіткого логічного висновку для одного правила за методом Мамдані з дефазифікацією за методом центра ваги.</li> <li>19. Наведіть приклад трьох правил нечіткої моделі Сугено.</li> </ol> |
| <p><b>Опитування</b></p>         | <p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенні курсу.</p>   |