


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 РКС
факультету електроніки та комп'ютерних
технологій
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1/24 від 28.08 2023 р.)

Завідувач кафедри

 Ігор ОЛЕНИЧ

Силабус з навчальної дисципліни
«М'які обчислення»,
що викладається в межах ОПП «Інженерія програмного
забезпечення» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти для
здобувачів з спеціальності
121 «Інженерія програмного забезпечення»

Назва дисципліни	М'які обчислення
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, 121 Інженерія програмного забезпечення
Викладачі дисципліни	Оленич Ігор Богданович, д-р. фіз.-мат. наук, проф.
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). Також можливі он-лайн консультації через MS Teams. Для погодження часу он-лайн консультацій слід писати на електронну пошту викладача.
Сторінка дисципліни	http://194.44.208.156/moodle/course/view.php?id=132
Інформація про дисципліну	Дисципліна «М'які обчислення» є вибірковою дисципліною з спеціальності 121 Інженерія програмного забезпечення для освітньої програми «Інженерія програмного забезпечення», яка викладається в 5 семестрі в обсязі 3,5 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
Коротка анотація дисципліни	М'які обчислення охоплюють нетрадиційні технології або підходи до вирішення слабоструктурованих задач. Навчальну дисципліну розроблено таким чином, щоб надати учасникам необхідні знання, обов'язкові для того, щоб розв'язувати задачі проектування та розроблення програмних продуктів і моделювання систем в умовах неповної та наближеної інформації засобами м'яких обчислень. Тому у дисципліні представлено огляд теорії нечітких множин і нечіткого моделювання, основ штучних нейромереж та еволюційних алгоритмів. Зокрема, розглянуто основні підходи використання нечітких та лінгвістичних змінних в системах нечіткої логіки, застосування гібридних нейромереж та генетичних алгоритмів.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення вибіркової дисципліни «М'які обчислення» є ознайомлення студентів з концепціями нечіткої логіки та нечіткого моделювання, штучних нейромереж, системами на основі генетичних алгоритмів та впровадження рішень на основі м'яких обчислень для реальних інженерних проблем.
Література для вивчення дисципліни	<p>Основна література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Оленич І.Б. Нечітка логіка та нечітке моделювання / І. Оленич. - Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2022. - 210 с. 2. Chakraverty S., Sahoo D.M., Mahato N.R. Concepts of Soft Computing: Fuzzy and ANN with Programming. New York: Springer, 2019. - 206 p. 3. Субботін С.О. Нейронні мережі: теорія та практика. Навчальний посібник. Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. 184 с. <p>Додаткова література:</p> <ol style="list-style-type: none"> 4. Trillas E. Fuzzy Logic: An Introductory Course for Engineering Students / Enric Trillas, Luka Eciolaza. – Springer, 2015. – 204 p. 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.

	<p>6. Sivanandam S.N., Deepa S.N. Principles of Soft Computing. - Wiley, 2007.</p> <p>7. Сявавко М. Математика прихованих можливостей: навчальний посібник / Мар'ян Сявавко. – Острог: Видавництво Національного університету «Острозька академія», 2011. – 396 с.</p> <p>8. Nguyen H. T. A First Course in Fuzzy Logic / H. T. Nguyen, C. Walker, E. A. Walker, 4th edition. – New York: Chapman and Hall/CRC, 2018. – 458 p.</p> <p>9. Goldberg D.E. Genetic Algorithms in search, optimization and Machine learning. Second Edition. Addison Wesley, 2007.</p> <p>10. Pezeshki Z. Comparison of artificial neural networks, fuzzy logic and neuro fuzzy for predicting optimization of building thermal consumption: a survey / Z. Pezeshki, S. M. Mazinani // Artificial Intelligence Review. – 2019. – Vol. 52. – P. 495–525.</p> <p>11. Rajasekaran S., G.A. Vijayalakshmi Pai. Neural Networks, Fuzzy Logic & Genetic Algorithms, Synthesis & applications, PHI Publication, 1st Edition, 2009.</p> <p>12. Kamal Saluja; Sunil Gupta; Jatin Arora; Naveen Kumar; Yogesh Arora Modern Soft Computing Techniques and Their Various Applications // 2023 IEEE 8th International Conference for Convergence in Technology (I2CT). - 2023. DOI: 10.1109/I2CT57861.2023.10126340</p>
Обсяг курсу	64 години аудиторних занять. З них 32 години лекцій, 32 години лабораторних робіт та 41 година самостійної роботи
Очікувані результати навчання	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Знати методи м'яких обчислень; основні типи нейронних мереж та їх застосування; основи теорії нечітких множин і нечіткої логіки; концепції оптимізаційних еволюційних підходів в обчисленнях, генетичні алгоритми. - Вміти аналізувати та інтегрувати різні методи м'яких обчислень для ефективного та результативного вирішення задач; аналізувати різні архітектури нейронних мереж; ідентифікувати та вибрати методи м'яких обчислень для вирішення слабоструктурованої проблеми, розробити та реалізувати рішення з використанням відповідної технології. <p>У результаті вивчення курсу «М'які обчислення» здобувачі набудуть таких Загальних та Фахових компетентностей та Програмних результатів навчання:</p> <p>ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.</p> <p>ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.</p> <p>ЗК05. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.</p> <p>ЗК07. Здатність працювати в команді.</p> <p>ФК15. Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем.</p> <p>ФК21. Здатність оцінювати і враховувати економічні, соціальні, технологічні та екологічні чинники, що впливають на сферу професійної діяльності.</p> <p>ФК26. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення.</p> <p>ПРН01. Аналізувати, цілеспрямовано шукати і вибрати необхідні для вирішення професійних завдань інформаційно-довідникові ресурси і знання з урахуванням сучасних досягнень науки і техніки.</p> <p>ПРН02. Знати кодекс професійної етики, розуміти соціальну значимість та культурні аспекти інженерії програмного забезпечення і дотримуватись їх в професійній діяльності.</p>

	<p>ПРН05. Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, методи доменного, системного і об'єктно-орієнтованого аналізу та математичного моделювання для розробки програмного забезпечення.</p> <p>ПРН07. Знати і застосовувати на практиці фундаментальні концепції, парадигми і основні принципи функціонування мовних, інструментальних і обчислювальних засобів інженерії програмного забезпечення</p> <p>ПРН09. Знати та вміти використовувати методи та засоби збору, формулювання та аналізу вимог до програмного забезпечення.</p> <p>ПРН10. Проводити передпроектне обстеження предметної області, системний аналіз об'єкта проектування.</p> <p>ПРН11. Вибирати вихідні дані для проектування, куруючись формальними методами опису вимог та моделювання.</p> <p>ПРН17. Вміти застосовувати методи компонентної розробки програмного забезпечення.</p> <p>ПРН27. Вміти обирати оптимальні алгоритми та технології розробки програмного забезпечення.</p> <p>ПРН28. Зберігати та примножувати цивілізаційні цінності і досягнення суспільства, діяти соціально відповідально та свідомо, зберігати навколишнє середовище, знати правила ведення здорового способу життя і надання першої медичної допомоги.</p>
Ключові слова	Штучні нейромережі, нечітка множина, нечіткий логічний висновок, нечітка база знань, генетичний алгоритм, гібридні системи
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 з дисциплін «Вища математика», «Дискретна математика», «Алгоритми та структури даних».
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентація, лекції, лабораторні роботи, обговорення, дискусія.
Необхідне обладнання	Засоби мультимедіа, платформа Moodle, комп'ютер (мінімальні характеристики ПК Intel Celeron 2.6 ГГц, ОЗП 1Гб), комп'ютерне програмне забезпечення
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"> • лабораторні роботи: 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів $10 \times 5 = 50$. • контрольні заміри (2 модулі): 50% семестрової оцінки; максимальна кількість балів $2 \times 25 = 50$. <p>Загалом упродовж семестру 100 балів.</p> <hr/> <p>Контрольні заміри проводяться у формі тестових завдань. Контрольний замір містить 25 тестових завдань на вибір правильної відповіді. Кожна правильна відповідь оцінюється 1 б.</p> <p>Академічна доброчесність: Очікується, що лабораторні та контрольні роботи студентів будуть їх оригінальними дослідженнями чи міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела,</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.

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.

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.

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.

Оцінювання лабораторних робіт (10 лабораторних робіт, максимальна кількість балів: 50) відбувається шляхом оцінки роботи студента під час проведення лабораторної роботи в аудиторії (0-5 балів за одну роботу) та захисту звіту по виконаній лабораторній роботі (0-5 балів за одну роботу). У підсумку, всі набрані бали множаться на коефіцієнт (0.5) для переведення у 50-ти бальну шкалу. Бали оцінювання лабораторних робіт нараховуються за наступним співвідношенням: 5 – студент в повному обсязі володіє навчальним матеріалом, має повне розуміння розглянутої теми, надає правильні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання; 4 – студент достатньо розуміє розглянутий матеріал та принципи написаного ним коду програми, присутні неточності та незначні помилки у відповідях на запитання по темі, код програми функціонує відповідно до завдання (або з несуттєвими недоліками); 3 – студент не досить добре розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, вагається та надає неточні/не конкретні відповіді на запитання по темі, код програми функціонує неточно, або з помірними недоліками; 2 – студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, студент в більшості надає помилкові відповіді на питання по темі, код програми функціонує з суттєвими недоліками; 1 - студент погано розуміє розглянутий матеріал та написаний ним код програми, код програми не функціонує належним чином; 0 - студент зовсім не засвоїв розглянутий матеріал, написаний ним код програми не відповідає темі/не функціонує взагалі.

Оцінювання контрольних замірів знань (2 контрольні заміри, 25 балів за кожний). Контрольний замір містить 25 тестових завдань на вибір правильної відповіді. Кожна правильна відповідь оцінюється 1 б.

Критерії оцінювання результатів неформальної освіти: Нарахування балів відбувається за написання студентом тез доповідей на конференціях, наукових статей, участь у діяльності наукових гуртків,

	участь у наукових семінарах та круглих столах, конкурсах, участь у заходах неформальної освіти за отримання сертифікатів про проходження навчання на різних освітніх платформах (Coursera, Prometheus тощо), курсах на провідних ІТ компаніях за тематикою навчальної дисципліни. Кількість балів визначається відсотком покриття результатів відповідної активності до вимог результатів навчання з навчальної дисципліни.
Питання до контрольних робіт	Перелік питань та завдань для проведення підсумкової оцінки знань певних тем до контрольних робіт розміщені на веб-сторінці.
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), год	Термін виконання
1	Вступ до м'яких обчислень. М'які обчислення та традиційні (жорсткі) обчислення, різні типи і методи м'яких обчислень, застосування м'яких обчислення.	Лекція	1, 2, 6, 7, 12	Вступне заняття.	1 тиж. семестру
2	Штучні нейронні мережі. Структура та функція окремого нейрона. Базові моделі штучних нейронних мереж. Характеристики та застосування штучних нейронних мереж.	Лекція	2, 3, 6, 10, 11	Аналіз структури штучних нейронних мереж	3 тиж. семестру
3, 4	Перцептрон. Навчання перцептрона. Алгоритм навчання та тестування. Адаптивний лінійний нейрон. Мережа зворотного поширення помилки – архітектура, алгоритм навчання.	Лекція	3, 6, 10, 11	Навчання та тестування штучних нейронних мереж	4 тиж. семестру
5	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, 4, 5, 7, 8	Побудова функцій приналежності нечітких множин прямим і непрямим методами	6 тиж. семестру
6	Операції над нечіткими множинами. Рівність і домінування нечітких множин. Операції доповнення, перетинання та об'єднання нечітких множин та їх властивості. Альтернативні операції над нечіткими множинами.	Лекція	1, 4, 5, 8	Операції над нечіткими множинами	7 тиж. семестру
7	Нечіткі відношення. Нечітке відношення. Основні характеристики і властивості нечітких відношень. Основні операції над нечіткими відношеннями та їх властивості	Лекція	1, 2, 5, 7	Композиція нечітких бінарних відношень	8 тиж. семестру
8	Нечітка логіка. Нечіткі та лінгвістичні змінні. Нечіткі висловлювання і нечіткий	Лекція	1, 2, 5, 8, 10	Проектування та аналіз нечітких систем	9 тиж. семестру

	предикат. Основні логічні операції з нечіткими висловлюваннями. Правила нечітких продукцій.				
9	Системи нечіткого висновку. Базова архітектура систем нечіткого висновку. Механізми нечіткого висновку. Основні етапи та алгоритми нечіткого висновку. Приклади систем нечіткого висновку.	Лекція	1, 2, 4, 5, 8	Контрольний замір знань	9 тиж. семестру
10, 11	Оптимізаційні алгоритми. Оптимізаційні стратегії. Ройові алгоритми. Застосування в оптимізаційних задачах. Відмінності та схожість з іншими традиційними методами.	Лекція	2, 9, 10	Оптимізація на основі ройових алгоритмів	11 тиж. семестру
12, 13	Генетичні алгоритми. Основні поняття, принцип роботи, кодування, функція відповідності, відтворення. Генетичне моделювання: оператор успадкування, інверсія та видалення, оператор мутації, цикл поколінь.	Лекція	2, 10, 11, 12	Оптимізація на основі еволюційних алгоритмів	13 тиж. семестру
14	Гібридні підходи в м'яких обчисленнях. Поєднання нечіткої логіки, нейромереж, еволюційних алгоритмів. Основи гібридних нейронних мереж. Генетично-нейрогібридні системи. Генетичні системи на основі нечітких правил.	Лекція	2, 5, 6, 9, 11, 12	Адаптивні системи нейро-нечіткого висновку ANFIS	15 тиж. семестру
15, 16	Нечітке моделювання на основі даних. Машинне навчання, нечітка кластеризація. Загальна характеристика задач кластерного аналізу. Задача нечіткої кластеризації і алгоритм її розв'язку.	Лекція	2, 5, 9, 12	Нечітка кластеризація Підсумкове заняття	16 тиж. семестру