

**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 серпня 2023 р.)

Завідувач кафедри  Ігор ОЛЕНИЧ

**Силабус з навчальної дисципліни**  
**«Метаевристичні алгоритми / Metaheuristic Algorithms»,**  
**що викладається в межах ОП «Комп'ютерні науки»**  
**другого (магістерського) рівня вищої освіти**  
**для здобувачів зі спеціальності**  
**122 – Комп'ютерні науки**

Львів 2023

<b>Назва дисципліни</b>	Метаевристичні алгоритми / Metaheuristic Algorithms
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	м. Львів, вул. Драгоманова, 50
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Факультет електроніки та комп'ютерних технологій, кафедра радіоелектронних і комп'ютерних систем
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	12 Інформаційні технології, 122 Комп'ютерні науки
<b>Викладачі дисципліни</b>	Соколовський Богдан Степанович, канд. фіз.-мат. наук, ст. наук.співр., доцент
<b>Контактна інформація викладачів</b>	<a href="mailto:bohdan.sokolovskyy@lnu.edu.ua">bohdan.sokolovskyy@lnu.edu.ua</a> <a href="https://electronics.lnu.edu.ua/employee/sokolovskyy-bohdan-stepanovych-2">https://electronics.lnu.edu.ua/employee/sokolovskyy-bohdan-stepanovych-2</a>
<b>Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються</b>	Консультації в день проведення лекційних занять (за попередньою домовленістю): кімн. 213, 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.
<b>Сторінка дисципліни</b>	<a href="https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=5125">https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=5125</a> <a href="https://electronics.lnu.edu.ua/course/metaevrystychni-alhorytmy-metaheuristic-algorithms-122-kn">https://electronics.lnu.edu.ua/course/metaevrystychni-alhorytmy-metaheuristic-algorithms-122-kn</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна «Метаевристичні алгоритми» є вибірковою дисципліною з спеціальності 122 Комп'ютерні науки для освітньої програми «Комп'ютерні науки», яка викладається в 2 семестрі в обсязі 3 кредитів (за Європейською Кредитно-Трансферною Системою ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	В навчальній дисципліні розглянуто основні види метаевристичних алгоритмів, які застосовуються для розв'язання широкого кола оптимізаційних задач. Основна увага приділена генетичним алгоритмам, зокрема розглянуто особливості побудови генетичних алгоритмів, їх структура та специфіка генетичних операторів. Розглянуто також алгоритми, які побудовані на аналогії з процесами у фізичних системах (алгоритм імітації відпалу) та мультиагентних біологічних системах (алгоритм рою частинок, бджолиний алгоритм, мурашиний алгоритм).
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	<i>Метою</i> навчальної дисципліни є формування у студентів сучасних уявлень про суть, види та роботу метаевристичних алгоритмів. Уміння їх застосовувати для розв'язання оптимізаційних задач складають основну <i>ціль</i> дисципліни.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	Основна література: 1. Кононюк А.Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми – К.:«Корнійчук», 2008. – 446 с. 2. Субботін С. О., Олійник А.О., Олійник О.О. Неітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережевих моделей. Монографія. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. – 375с. 3. Luke Sean/ Essential of Metaheuristics. –2009. –235p. Available at <a href="http://cs.gmu.edu/~sean/book/metaheuristics/">http://cs.gmu.edu/~sean/book/metaheuristics/</a> 4. Гуляницький Л. Ф., Мулеса О.Ю. Прикладні методи комбінаторної

	<p>оптимізації. Навч. посібник. – К.: ВПЦ “Київський університет”, 2016.– 133с.</p> <p>5. Overview of Metaheuristic Algorithms. S. M. Almufti, Awaz Ahmad Shaban, Rasan Ismael Ali, Jayson A. Dela Fuente. Polaris Global Journal of Scholarly Research and Trends 2023. Vol. 2. PP. 10-32.</p> <p>Допоміжна література:</p> <p>6. Talbi El-Ghazari. Metaheuristics. From Design to Implementation. – New Jercey: John &amp; Sons, Inc., 2009. – 618p.</p> <p>7. Brownlee Jason. Clever Algorithms. Nature-Inspired Programming Recipes. – 2011. – 436p. See also <a href="http://www.cleveralgorithms.com">http://www.cleveralgorithms.com</a></p> <p>8. Wirsansky Eyal. Hands-On Genetic Algorithms with Python. – Birmingham: Packt, 2020. – 334p.</p>
<b>Обсяг курсу</b>	32 години аудиторних занять, з них 16 годин лекцій, 16 годин практичних робіт, 58 годин самостійної роботи.
<b>Очікувані результати навчання</b>	<p>Після завершення цього курсу студент буде:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- <b>знати:</b> основні види метаевристичних алгоритмів та особливості їх функціонування, зокрема генетичних алгоритмів, алгоритму імітації відпаду та алгоритмів, що описують поведінку мультиагентних систем.</li> <li>- <b>вміти:</b> використовувати метаевристичні алгоритми для розв’язання задач комбінаторної оптимізації та оптимізаційних задач штучного інтелекту; розробляти відповідне програмне забезпечення; працювати з спеціалізованими програмними продуктами.</li> </ul>
<b>Ключові слова</b>	Метаевристичні алгоритми, еволюційні алгоритми, генетичні алгоритми, алгоритм імітації відпаду, алгоритм рою частинок, бджолиний алгоритм, мурашиний алгоритм.
<b>Формат курсу</b>	Очний
	Проведення лекцій, лабораторних робіт та консультації для кращого розуміння тем
<b>Теми</b>	Див. СХЕМА КУРСУ
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік в кінці семестру
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань у галузі 12 – Інформаційні технології, зокрема “Вища математика”, “Теорія ймовірностей і математична статистика”, “Чисельні методи”, “Основи програмування і алгоритмічні мови”, “Дискретна математика”.
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Презентації, лекції, лабораторні роботи, обговорення, дискусія.
<b>Необхідне обладнання</b>	Мультимедіа, платформи Teams і Moodle, комп’ютерне програмне забезпечення: Python 3, фреймворк DEAP
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	<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"> <li>• 8 лабораторних робіт: максимальна кількість балів <math>8 \times 6 + 2 = 50</math>, де 2 додаткові бали надається за якісне виконання всіх робіт.</li> <li>• контрольні заміри (2 модулі): максимальна кількість балів <math>2 \times 25 = 50</math>.</li> </ul> <p>Загалом упродовж семестру 100 балів.</p>

	<p><b>Контрольні заміри проводяться у формі контрольних робіт.</b></p> <p><b>Академічна доброчесність:</b> Студенти повинні самостійно виконати ряд лабораторних робіт. Відсутність у звітах до лабораторних робіт, а також в контрольних роботах 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 роботі студента є підставою для її незарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату чи обману.</p> <p><b>Відвідання занять</b> 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><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 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>
<b>Питання до контрольних робіт</b>	Перелік питань та завдань до контрольних робіт розміщені на веб-сторінці ( <a href="https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=5125">https://e-learning.lnu.edu.ua/course/view.php?id=5125</a> ) та в телеграм-групі.
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

### СХЕМА КУРСУ

Тижд.	Тема, план, короткі тези	Форма діяльн. (заняття)	Література. Ресурси в Інтернеті	Завдання, лабораторна робота, самостійна робота	Термін виконання
1	<b>Вступ до дисципліни.</b> Загальна характеристика метаевристичних алгоритмів, їх класифікація та генезис. Місце метаевристичних алгоритмів серед методів розв'язання оптимізаційних задач. Переваги та недоліки метаевристичних алгоритмів порівняно з точними методами оптимізації. Приклади застосування метаевристичних алгоритмів.	Лекція	1, 3, 5	Вступне заняття. Академічна доброчесність.  Лаб.роб.№1. Ознайомлення з програмними пакетами Genetic Algorithms (Matlab), DEAP (Python) та знаходження з їх допомогою екстремуму функції	1 тиж. семестру
3	<b>Основи еволюційного пошуку.</b> Концепції природного відбору та генетики як підгрунтя методів еволюційного пошуку та моделювання. Співвідношення між поняттями біологічної еволюції та еволюційного моделювання.	Лекція	1, 2, 4, 7	Лаб.роб.№2. Кодування параметрів в генетичних алгоритмах	3 тиж. семестру

	Основні види еволюційного методу моделювання (еволюційне програмування, еволюційні стратегії, генетичні алгоритми та генетичне програмування), історія їх винайдення, спільні риси та відмінності.				
5,7	<b>Генетичні алгоритми.</b> Загальна схема генетичного алгоритму. Способи кодування даних в хромосомах (бінарне кодування, кодування Грея, логарифмічне кодування). Побудова функції пристосованості та її масштабування, в тому числі з використанням пакету Matlab. Види оператора відбору (стохастичний, пропорційний, ранговий, турнірний, елітарний). Характеристика операторів схрещування для бінарних хромосом та хромосом, представлених дійсними числами. Мутації в гомологічних хромосомах.	Лекція	1, 2,3, 4 ,7	Лаб.роб.№3. Створення початкової популяції та здійснення операції селекції хромосом  Лаб.роб.№4 Вивчення роботи операторів схрещування та мутації бінарних хромосом	5 тиж. семестру  7 тиж семестру
9, 11	<b>Генетичні алгоритми з негомологічними (перестановочними) хромосомами. Основи теорії генетичного пошуку.</b> Види схрещення негомологічних хромосом: впорядковуюче (OX, OX1, OX2), циклічне (CX), з частковим відображенням (PMX), крайове (EX). Мутації в негомологічних хромосомах. Оператор сегрегації. Теорема схем. Вплив схрещування та мутацій на пристосованість схеми. Основні моделі генетичного пошуку (репродукційний план Холланда, генітор, гібридний генетичний метод, мобільний генетичний метод).	Лекція	1, 2, 3, 4, 7	Лаб. роб.№5. Реалізація операцій схрещування та мутацій в негомологічних (перестановочних) хромосомах.  Лаб.роб.№6. Розробка алгоритму імітації відпалу	9 тиж. семестру  11 тиж. семестру
13, 15	<b>Алгоритми, що базуються на закономірностях деяких фізичних та мультиагентних систем.</b> Аналогія алгоритму імітації відпалу з процесами встановлення рівноваги в термодинамічній системі. Схема алгоритму відпалу, правила зміни температурного параметра, збіжність алгоритму. Загальні риси мультиагентних систем. Алгоритм рою частинок. Моделі поведінки у бджолиних алгоритмах. Опис алгоритму оптимізації бджолиним роєм. Загальні принципи розробки мурашиного алгоритму. Обчис-	Лекція	2, 3, 4, 5, 6	Лаб.роб.№7 Розв'язання задачі комівояжера за допомогою генетичного алгоритму  Лаб.роб.№8 Розв'язання задачі комівояжера за допомогою мурашиного алгоритму	13 тиж. семестру  15 тиж. семестру

	лювальна схема мурашиного алгоритму та її ключові аспекти.				
--	--	--	--	--	--