

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Львівський національний університет імені Івана Франка
Факультет прикладної математики та інформатики
Кафедра обчислювальної математики

Затверджено

на засіданні
кафедри обчислювальної математики
факультету прикладної математики та
інформатики
Львівського національного університету
імені Івана Франка
(протокол № 1 від 29 серпня 2023 р.)

Завідувач кафедри



Роман ХАПКО

Силабус з навчальної дисципліни
«Генетичні алгоритми»,
що викладається в межах першого (бакалаврського) рівня
вищої освіти для здобувачів
зі спеціальності 113 Прикладна математика

Львів 2023 р.

Назва дисципліни	Генетичні алгоритми
Адреса викладання дисципліни	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1
Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна	Факультет прикладної математики та інформатики Кафедра обчислювальної математики
Галузь знань, шифр та назва спеціальності	11 Математика та статистика 113 Прикладна математика
Викладачі дисципліни	Борачок Ігор Володимирович, асистент кафедри обчислювальної математики; Бешлей Андрій Володимирович, асистент кафедри обчислювальної математики;
Контактна інформація викладачів	igor.borachok@lnu.edu.ua; https://ami.lnu.edu.ua/employee/borachok-igor ; andriy.beshley@lnu.edu.ua; https://ami.lnu.edu.ua/employee/beshley ; Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 262. м. Львів, вул. Університетська, 1
Консультації з питань навчання по дисципліні відбуваються	Консультації в день проведення лекцій/лабораторних занять (за попередньою домовленістю).
Сторінка курсу	https://ami.lnu.edu.ua/course/genetic-algorithms
Інформація про дисципліну	Дисципліна «Генетичні алгоритми» є дисципліною на вибір з спеціальності 113 Прикладна математика, яка викладається в 8-му семестрі (5 кредитів ECTS).
Коротка анотація дисципліни	Розглядається теорія та практичне застосування різних генетичних алгоритмів та генетичного програмування. Студенти отримають розуміння процесів еволюції, механізмів селекції, рекомбінації та мутації, а також навчатися застосовувати ці ідеї для розв'язання складних задач оптимізації. Курс включає теоретичні основи і практичні вправи з використанням GNU Octave.
Мета та цілі дисципліни	Метою вивчення дисципліни є ознайомлення з генетичними алгоритмами, способами їхнього використання для розв'язування різних задач обчислювальної математики, в першу чергу задач оптимізації.
Література для вивчення дисципліни	1. Goldberg D.E. Genetic Algorithm in Search, Optimisation and Machine Learning / D.E. Goldberg // Addison-Wesley, Reading, MA. 1989. 2. Koza J.R. Genetic programming as a means for programming computers by natural selection / J.R. Koza // Stat Comput 4, 87–112. 1994. 3. Michalewicz Z. Genetic Algorithms + Data Structures = Evolution Programs, 3rd ed. / Z. Michalewicz // Springer-Verlag, Berlin. 1996. 4. Mitchell M. An introduction to genetic algorithm / M. Mitchell // The MIT

	Press. 1998. 5. Vanneschi L. Genetic Programming. In: Lectures on Intelligent Systems / L. Vanneschi, S. Silva // Natural Computing Series. Springer, Cham. 2023.					
Обсяг курсу	Загальний обсяг: 150 годин. Аудиторних занять: 70 год., з них 42 год. лекційних та 28 години лабораторних робіт. Самостійної роботи: 80 год.					
Очікувані результати навчання	Після завершення цього курсу студент буде : Знати: - загальну схему побудови будь-якого генетичного алгоритму; - різні модифікації і конфігурації алгоритмів; - основи генетичного програмування. Вміти: - запрограмувати генетичний алгоритм для розв'язування задач обчислювальної математики, наприклад, задачі пошуку мінімуму, знаходження розв'язку нелінійної системи та інших.					
Ключові слова	Генетичні алгоритми, дійснозначні генетичні алгоритми, генетичне програмування, процеси еволюції, задачі оптимізації, ітераційні методи					
Формат курсу	Очний, дистанційний. Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій.					
Теми	Подано нижче у таблиці Схема курсу «Генетичні алгоритми»					
Підсумковий контроль, форма	Залік.					
Пререквізити	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з - Чисельних методів; - Програмування. - Методів оптимізації.					
Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу	Презентації, лекції (лекція-розповідь, лекція-бесіда). Індивідуальні завдання.					
Необхідне обладнання	Комп'ютер із програмним забезпеченням GNU Octave, доступ до Internet мережі.					
Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.					
	Оцінка за шкалою ECTS		Оцінка в балах	Оцінка за національною шкалою		
				Екзамен, диференційований залік	залік	
	A	Відмінно	100 - 90	Відмінно	5	зараховано
	B	Дуже добре	81 - 89	Добре	4	
	C	Добре	71 - 80			
	D	Задовільно	61 - 70	Задовільно	3	
E	Достатньо	51 - 60				

FX (F)	Незадовільно	0 - 50	Незадовільно	2	не зараховано
-----------	--------------	--------	--------------	---	------------------

Впродовж семестру студент може отримати 100 балів. З них:

- за виконання індивідуальних завдань: максимальна кількість – 50 балів (3 завдання по 15б, 1 завдання на 5б); 50% семестрової оцінки;
- підсумкова контрольна робота (50 балів: 5 теоретичних завдань по 10б.); 50% семестрової оцінки.

Індивідуальні завдання:

Кожен студент отримує задачу, для розв'язання якої потрібно запрограмувати один із розглянутих на лекціях генетичний алгоритм. Всі завдання мають термін здачі. 15 або 5 балів максимум, залежно від завдання.

Критерії оцінювання індивідуальних завдань:

15\5 балів	Критерії оцінювання
15\5 балів	студент повністю і вчасно виконав умови завдання, алгоритм реалізовано правильно, відповідає на всі запитання, пов'язані з тематикою завдання, проводить чіткий аналіз та порівняння отриманих результатів;
12\4 балів	студент повністю виконав умови завдання, на деякі запитання, алгоритм реалізовано правильно, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з незначними неточностями, проводить аналіз отриманих результатів з незначними неточностями; завдання виконане із затримкою;
9\3 бали	студент виконав завдання з незначними помилками, але самостійно їх виправляє, якщо на них вкаже викладач, на деякі запитання, пов'язані з тематикою завдання, відповідає з неточностями, проводить аналіз отриманих результатів з неточностями; завдання виконане із затримкою;
6\2 бали	студент виконав завдання частково, алгоритм реалізовано з помилками, які частково може виправити, якщо на них вкаже викладач, на запитання відповідає з помилками, проводить аналіз отриманих результатів з помилками; завдання виконане із затримкою;
3\1 бал	студент виконав завдання частково або з грубими помилками, які самостійно не може виправити, переважно не відповідає на запитання;
0 балів	студент не виконав завдання.

Критерії оцінювання теоретичних питань:

10 балів	Критерії оцінювання
10 балів	студент правильно виконав завдання; вільно володіє навчальним матеріалом, чітко розкриває зміст теоретичних питань;
7-9 балів	студент виконав завдання з незначними помилками (на кінцевому етапі), але алгоритм розв'язування знає

	і вмiє його застосовувати; добре володiє навчальним матеріалом, розкриває повністю зміст теоретичних питань з незначними неточностями;
4-6 балів	студент виконав завдання з помилками, алгоритм виконання, в основному, знає; володiє навчальним матеріалом на достатньому рівні, розкриває зміст теоретичних питань невичерпно та з неточностями, виникають труднощі під час аналізу матеріалу;
1-3 бали	студент виконав лише частину завдання або повністю, але зі значними помилками; частково знає теоретичний матеріал (основні поняття, твердження, нескладні алгоритми), розкриває зміст питань зі значними помилками;
0 балів	студент не володiє навчальним матеріалом і не виконав завдання.

Підсумкова максимальна кількість балів 100.

Академічна доброчесність: Очікується, що роботи студентів будуть їх оригінальними 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.

Відвідування занять 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 видів письмових робіт та індивідуальних завдань, передбачених курсом.

Література. Уся література, яку студенти не можуть 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 за індивідуальні завдання та підсумкову контрольну роботу. При цьому обов'язково враховуються присутність на заняттях та активність студента під час лабораторного заняття; недопустимість пропусків та запізнень 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 контрольної роботи.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Основні поняття генетичних алгоритмів. 2. Генетичні оператори: схрещування, мутація. Способи вибору індивідів (турнірний метод, метод рулетки). Параметри алгоритмів. 3. Елітарна модель. 4. Алгоритм розумних ваг (лінійна та нелінійна моделі). 5. Динамічний розмір популяції (три розподіли). 6. Функції масштабування (лінійна та степенева). 7. Дійснозначні генетичні алгоритми. 8. Генетичні алгоритми для транспортних задач. 9. Генетичне програмування. 10. Генетичне програмування для задачі символної регресії. 11. Паралельні генетичні алгоритми. 12. Збіжність генетичних алгоритмів.
<p>Опитування</p>	<p>Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.</p>

Схема курсу «Генетичні алгоритми»

Тиж-день	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання, год.	Термін виконання
1	Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни «Генетичні алгоритми». Історія. Основні поняття. Сфери застосування. Найпростіший генетичний алгоритм. Оператори схрещування, мутації. Елітарна модель.	лекція (4 год.)	[1, 4]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.)	1 тиждень
	Кодування \ декодування індивідів. Функція оцінки індивіду. Формування популяції. Побудова ітераційного процесу.	лабораторне заняття (2 год.)	[1, 4]	Програмування алгоритмів (3 год.)	1 тиждень
2	Тема 2. Мінімізація одновимірної функції. Мінімізація багатовимірної функції.	лекція (2 год.)	[1, 3]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.)	1 тиждень
	Застосування алгоритму для розв'язання системи нелінійних рівнянь. <i>Індивідуальне завдання №1.</i>	лабораторне заняття (2 год.)	[1, 3]	Виконання завдання № 1 (5 год.)	2 тижні
3	Тема 3. Конфігурація генетичних алгоритмів. Механізми вибору нащадків: метод рулетки, турнірний метод, розумні ваги.	лекція (4 год.)	[1, 3]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.)	1 тиждень
	Програмування алгоритмів методу рулетки та розумних ваг.	лабораторне заняття (2 год.)	[1, 3]	Програмування алгоритмів (3 год.)	під час заняття
4	Тема 4. Масштабування функції оцінки індивідів. Елітарна модель.	лекція (2 год.)	[3]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.)	1 тиждень
	Програмування алгоритмів лінійного та степеневого масштабування. <i>Здача індивідуального завдання №1.</i>	лабораторне заняття (2 год.)	[3]	Програмування алгоритмів (3 год.)	під час заняття
5	Тема 5. Дійснозначні генетичні алгоритми.	лекція (4 год.)	[3]	Опрацювання лекційного матеріалу (3 год.)	1 тиждень

	Програмування дійснозначних генетичних алгоритмів. <i>Індивідуальне завдання №2.</i>	лабораторне заняття (2 год.)	[3]	Виконання завдання № 2 (4год.)	2 тижні
6	Тема 6. Генетичні алгоритми з динамічним розміром популяції.	лекція (2 год.)	[3,4]	Опрацювання лекційного матеріалу (3год.)	1 тиждень
	Програмування алгоритмів.	лабораторне заняття (2 год.)	[3,4]	-	під час заняття
7	Тема 7. Застосування генетичних алгоритмів для транспортної задачі.	лекція (4 год.)	[3]	Опрацювання лекційного матеріалу (3год.)	1 тиждень
	Програмування алгоритмів. <i>Здача індивідуального завдання №2.</i>	лабораторне заняття (2 год.)	[3]	-	під час заняття
8	Тема 8. Генетичний алгоритм для задачі перевезення.	лекція (2 год.)	[3]	Опрацювання лекційного матеріалу (3год.)	1 тиждень
	Програмування та апробація алгоритму.	лабораторне заняття (2 год.)	[3]	Програмування алгоритму (3год.)	1 тиждень
9	Тема 9. Еволюційно-чисельний алгоритм. Чисельне розв'язування інтегрального рівняння першого роду.	лекція (4 год.)	[3]	Опрацювання лекційного матеріалу (3год.)	1 тиждень
	Програмування алгоритму.	лабораторне заняття (2 год.)	[3]	Виконання завдання № 3 (3год.)	1 тиждень
10	Тема 10. Вступ в генетичне програмування.	лекція (2 год.)	[2, 5]	Опрацювання лекційного матеріалу (3год.)	1 тиждень
	Програмування подання індивіду у вигляді дерева. <i>Індивідуальне завдання № 3.</i>	лабораторне заняття (2 год.)	[2, 5]	Виконання завдання № 3 (4год.)	2 тижні
11	Тема 11. Генетичне програмування для задачі символної регресії.	лекція (4 год.)	[2]	Опрацювання лекційного матеріалу (3год.)	1 тиждень
	Програмування алгоритму.	лабораторне заняття (2 год.)	[2]	-	під час заняття
12	Тема 12. Семантичне генетичне програмування.	лекція (2 год.)	[2, 5]	Опрацювання лекційного	1 тиждень

				матеріалу (3год.)	
	<i>Індивідуальне завдання № 4.</i> <i>Здача індивідуального завдання № 3.</i>	лабораторне заняття (2 год.)	[3, 6]	Виконання завдання № 4 (6год.)	1 тиждень під час заняття
13	Тема 13. Паралельні генетичні алгоритми.	лекція (4 год.)	[3]	Опрацювання лекційного матеріалу (3год.)	1 тиждень
	Програмування острівної моделі генетичних алгоритмів. Програмування різних критерії зупинки генетичних алгоритмів. <i>Здача індивідуального завдання № 4.</i>	лабораторне заняття (2 год.)	[3]	Програмування алгоритму (4год.)	1 тиждень під час заняття
14	Тема 14. Збіжність генетичних алгоритмів.	лекція (2 год.)	[3]	Опрацювання лекційного матеріалу (3год.)	1 тиждень
	Підсумкова контрольна робота	лабораторне заняття (2 год.)	[3]		під час заняття