

**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.

<b>Назва дисципліни</b>	Генетичні алгоритми
<b>Адреса викладання дисципліни</b>	Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка м. Львів, вул. Університетська 1
<b>Факультет та кафедра, за якою закріплена дисципліна</b>	Факультет прикладної математики та інформатики Кафедра обчислювальної математики
<b>Галузь знань, шифр та назва спеціальності</b>	11 Математика та статистика 113 Прикладна математика
<b>Викладачі дисципліни</b>	Борачок Ігор Володимирович, асистент кафедри обчислювальної математики; Бешлей Андрій Володимирович, асистент кафедри обчислювальної математики;
<b>Контактна інформація викладачів</b>	igor.borachok@lnu.edu.ua; <a href="https://ami.lnu.edu.ua/employee/borachok-igor">https://ami.lnu.edu.ua/employee/borachok-igor</a> ; andriy.beshley@lnu.edu.ua; <a href="https://ami.lnu.edu.ua/employee/beshley">https://ami.lnu.edu.ua/employee/beshley</a> ; Головний корпус ЛНУ ім. І. Франка, каб. 262. 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/genetic-algorithms">https://ami.lnu.edu.ua/course/genetic-algorithms</a>
<b>Інформація про дисципліну</b>	Дисципліна «Генетичні алгоритми» є дисципліною на вибір з спеціальності 113 Прикладна математика, яка викладається в 8-му семестрі (5 кредитів ECTS).
<b>Коротка анотація дисципліни</b>	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.
<b>Мета та цілі дисципліни</b>	Метою вивчення дисципліни є ознайомлення з генетичними алгоритмами, способами їхнього використання для розв'язування різних задач обчислювальної математики, в першу чергу задач оптимізації.
<b>Література для вивчення дисципліни</b>	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.					
<b>Обсяг курсу</b>	Загальний обсяг: 150 годин. Аудиторних занять: 70 год., з них 42 год. лекційних та 28 години лабораторних робіт. Самостійної роботи: 80 год.					
<b>Очікувані результати навчання</b>	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.					
<b>Ключові слова</b>	Генетичні алгоритми, дійснозначні генетичні алгоритми, генетичне програмування, процеси еволюції, задачі оптимізації, ітераційні методи					
<b>Формат курсу</b>	Очний, дистанційний. Проведення лекцій, лабораторних робіт і консультацій.					
<b>Теми</b>	Подано нижче у таблиці Схема курсу «Генетичні алгоритми»					
<b>Підсумковий контроль, форма</b>	Залік.					
<b>Пререквізити</b>	Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з - Чисельних методів; - Програмування. - Методів оптимізації.					
<b>Навчальні методи та техніки, які будуть використовуватися під час викладання курсу</b>	Презентації, лекції (лекція-розповідь, лекція-бесіда). Індивідуальні завдання.					
<b>Необхідне обладнання</b>	Комп'ютер із програмним забезпеченням GNU Octave, доступ до Internet мережі.					
<b>Критерії оцінювання (окремо для кожного виду навчальної діяльності)</b>	Оцінювання проводиться за 100-бальною шкалою.					
	<b>Оцінка за шкалою ECTS</b>		<b>Оцінка в балах</b>	<b>Оцінка за національною шкалою</b>		
				<b>Екзамен, диференційований залік</b>	<b>залік</b>	
	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;
<b>4-6 балів</b>	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;
<b>1-3 бали</b>	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;
<b>0 балів</b>	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.

<b>Питання до контрольної роботи.</b>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Основні поняття генетичних алгоритмів.</li><li>2. Генетичні оператори: схрещування, мутація. Способи вибору індивідів (турнірний метод, метод рулетки). Параметри алгоритмів.</li><li>3. Елітарна модель.</li><li>4. Алгоритм розумних ваг (лінійна та нелінійна моделі).</li><li>5. Динамічний розмір популяції (три розподіли).</li><li>6. Функції масштабування (лінійна та степенева).</li><li>7. Дійснозначні генетичні алгоритми.</li><li>8. Генетичні алгоритми для транспортних задач.</li><li>9. Генетичне програмування.</li><li>10. Генетичне програмування для задачі символної регресії.</li><li>11. Паралельні генетичні алгоритми.</li><li>12. Збіжність генетичних алгоритмів.</li></ol>
<b>Опитування</b>	Анкету-оцінку з метою оцінювання якості курсу буде надано по завершенню курсу.

## Схема курсу «Генетичні алгоритми»

Тиж-день	Тема, план, короткі тези	Форма діяльності (заняття)	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання, год.	Термін виконання
1	<b>Тема 1.</b> 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	<b>Тема 2.</b> 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	<b>Тема 3.</b> 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	<b>Тема 4.</b> 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	<b>Тема 5.</b> 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
<b>6</b>	<b>Тема 6.</b> 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
<b>7</b>	<b>Тема 7.</b> 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
<b>8</b>	<b>Тема 8.</b> 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
<b>9</b>	<b>Тема 9.</b> 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
<b>10</b>	<b>Тема 10.</b> 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
<b>11</b>	<b>Тема 11.</b> 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
<b>12</b>	<b>Тема 12.</b> 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
<b>13</b>	<b>Тема 13.</b> 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
<b>14</b>	<b>Тема 14.</b> Збіжність генетичних алгоритмів.	лекція (2 год.)	[3]	Опрацювання лекційного матеріалу (3год.)	1 тиждень
	Підсумкова контрольна робота	лабораторне заняття (2 год.)	[3]		під час заняття