

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ  
Кафедра математичної інформатики



«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник декана  
з навчальної роботи

Кашпур О.Ф.

«квітень» 2020 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
Генетичні алгоритми/Genetic Algorithms  
для студентів

галузь знань 12 "Інформаційні технології"/"Information Technologies"

спеціальність 122 "Комп'ютерні науки"/"Computer Science"

освітній рівень магістр/masters

освітня програма Математичні методи штучного інтелекту/ Mathematical methods of  
artificial intelligence

вид дисципліни вибіркова навчальна дисципліна/ selective

Форма навчання	стаціонар
Навчальний рік	2020/2021
Семестр	3
Кількість кредитів ECTS	6
Мова викладання, навчання та оцінювання	англійська, українська/ English, Ukrainian
Форма заключного контролю	іспит/exam

Викладачі: професор Глибовець Микола Миколайович, д.ф.-м.н.

Пролонговано: на 2021/2022 н.р.  
на 20 /20 н.р.

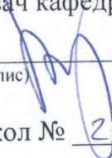
*О.Ф. Кашпур* «11» 02 2021 р.  
( ) « » 20 р.

КИЇВ – 2020


Розробник: **Глибовець Микола Миколайович**, д. ф.-м. н., професор кафедри математичної інформатики

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри математичної інформатики

 (Терещенко В. М.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

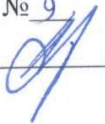
Протокол № 2 від «2» квітня 2020 р.

Схвалено Гарантом освітньо-наукової програми «Математичні методи штучного інтелекту»  (Завадський І.О.)  
(підпис)

«2» квітня 2020 р.

Схвалено науково-методичною комісією факультету комп'ютерних наук та кібернетики

Протокол від «2» квітня 2020 року № 9

Голова науково-методичної комісії  (Омельчук Л.Л.)  
(підпис) (прізвище та ініціали)

«2» квітня 2020 року

**1. Мета дисципліни** дати сучасні знання про теоретичні основи, технології побудови та використання генетичних алгоритмів, розвинути здатності побудови еволюційних стратегій.

**Discipline aim.** The aim of the discipline is to provide up-to-date knowledge of theoretical foundations, technologies of construction and main areas of implementation of genetic algorithms, to develop ability to build evolution strategies.

## **2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни/:**

### **Preliminary demands to master or choice of the course discipline:**

1. *Знати:* базову дисципліну - «Машинне навчання», теорію алгоритмів, основні структури даних.
2. *Вміти:* розробляти, аналізувати та застосовувати програмні системи для розв'язання завдань та прикладних задач, використовуючи сучасні методи розробки програм.

1. To know: the basic discipline - "Machine Learning", theory of algorithms and main data structures.

2. To be able to: develop, analyse and apply software systems to solve problems and applied tasks using modern software development methods.

## **3. Анотація навчальної дисципліни / Synopsis of the course:**

Дисципліна «Генетичні алгоритми» належить до переліку вибіркових навчальних дисциплін. Вона забезпечує професійний розвиток магістра, спрямована на формування теоретичних основ, технології побудови та використання генетичних алгоритмів, зокрема, розуміння еволюційних стратегій, питань передчасної збіжності та сучасних підходів до програмування.

The discipline " Genetic Algorithms " belongs to the list of selective disciplines. It provides the professional development of master students, aimed at the formation of theoretical foundations, technology of construction and use of genetic algorithms, in particular, understanding of evolutionary strategies, issues of premature convergence and modern approaches to programming.

## **4. Завдання (навчальні цілі)/ Objectives of study:** набуття знань, умінь та навичок (компетентностей) на рівні новітніх досягнень у генетичних алгоритмах. Зокрема, розвивати:

- здатність систематизувати професійні знання щодо створення і супроводження програмного забезпечення (СК19.1);
- здатність аналізувати та використовувати інтелектуальні інформаційні технології машинного навчання (СК20.1);
- здатність генерувати нові ідеї (креативність);
- здатність проведення досліджень на відповідному рівні;
- здатність аналізувати предметну область, ідентифікувати, класифікувати та описувати проблеми, знаходити методи й підходи до їх розв'язання з використанням генетичних алгоритмів, формулювати вимоги та оцінювати результати;
- здатність розвивати й реалізовувати нові конкурентоздатні ідеї в галузі генетичних алгоритмів;
- здатність розробляти та реалізовувати генетичні алгоритми;
- здатність застосовувати і розвивати фундаментальні і міждисциплінарні знання, включаючи математичні і наукові принципи, теорію алгоритмів;
- розуміння теоретичних засад, що лежать в основі методів досліджень генетичних алгоритмів.

Objectives (learning objectives): acquiring knowledge, skills and competences at the level of the latest achievements in genetic algorithms. In particular, to develop:

- ability to systematize professional knowledge on software creation and maintenance (SC19.1);
- ability to analyze and use intelligent information technologies of machine learning (SC20.1);
- the ability to conduct research at an appropriate level;
- the ability to conduct research at appropriate levels;
- ability to analyse the subject area, identify, classify and describe problems, find methods and approaches to solve them with genetic algorithms, formulate requirements and evaluate results;
- ability to develop and implement new competitive ideas in the field of genetic algorithms;
- the ability to design and implement genetic algorithms;
- the ability to apply and develop fundamental and interdisciplinary knowledge, including mathematical and scientific principles, theory of algorithms
- understanding of theoretical foundations that are in the basis of investigation of genetic algorithms.

### 5. Результати навчання за дисципліною/ Results of learning:

Результат навчання (РН) (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація □; 4. автономність та відповідальність □ )	Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)		Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН 1.1 / LO1.1	Знати постановку основних задач генетичних алгоритмів / To know the formulation of the main tasks of genetic algorithms	Лекція / Lecture	Контрольна робота 1, Активна робота на лекції, усні відповіді / Test work, Active work on lectures, oral answers	20%
РН 1.2 / LO1.2	Знати основні проблеми генетичних алгоритмів / To know the main problems of genetic algorithms	Лекція / Lecture		
РН 1.3/ LO1.3	Знати спеціальні класи генетичних алгоритмів / To know the special classes of genetic algorithms	Лекція / Lecture	Контрольна робота 2, Активна робота на лекції, усні відповіді / Test work, Active work on lectures, oral answers	20%
РН 1.4/ LO1.4	Знати основні підходи до використання генетичних алгоритмів в задачах багатоекстремальної оптимізації / To know the basic approaches of genetic algorithms in multi-extreme optimization	Лекція / Lecture		
РН 2.1/ LO2.1	Вміти використовувати генетичні алгоритми в задачах комбінаторної оптимізації / Be able to use genetic algorithms in combinatorial optimization problems	Лекція, самостійна робота / Lecture, individual work	Контрольна робота 3, Виконання завдань, винесених на самостійну роботу / Test work, Execution of tasks assigned to individual work	20%
РН 2.2/ LO2.2	Вміти розробляти та аналізувати генетичні алгоритми	Лекція, самостійна	Контрольні роботи 1, 2, Виконання	20%

	/ Be able to develop and analyze genetic algorithms	<i>робота/ Lecture, individual work</i>	<i>завдань, винесених на самотійну роботу / Test work, Execution of tasks assigned to individual work</i>	
РН 2.3/ LO2.3	Знати сучасне еволюційне програмування та вміти його використовувати для розв'язання прикладних задач/ Know modern evolutionary programming and be able to use it to solve applied problems	<i>Лекція, самотійна робота/ Lecture, individual work</i>	<i>Виконання завдань, винесених на самотійну роботу / Test work, Execution of tasks assigned to individual work</i>	20%

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання / Correspondence between learning results and program study results

Результати навчання дисципліни	РН 1.1	РН 1.2	РН 1.3	РН 1.4	РН 2.1	РН 2.2	РН 2.3
<b>Програмні результати навчання</b>							
ПРН18.1. Володіти основними методами машинного навчання. / PLO18.1. Master basic methods of machine learning.	+	+	+	+			
ПРН19.1. Використовувати теорію ігор, мультиагентні системи, навчання з підкріпленням та генетичні алгоритми. / PLO19.1. Use game theory, multi-agent systems, reinforced learning and genetic algorithms.					+	+	+

## 7. Схема формування оцінки.

### 7.1. Форми оцінювання студентів:

#### - семестрове оцінювання:

1. Активна робота на лекції, усні відповіді: РН1.1, РН1.2, РН1.3, РН1.4 – 5 балів / 3 бали;
2. Виконання завдань, винесених на самотійну роботу: РН2.1, РН2.2, РН2.3 – 10 балів / 6 балів;
3. Контрольна робота 1: РН1.1, РН1.2, РН2.2 – 15 балів / 9 балів;
4. Контрольна робота 2: РН1.3, РН1.4, РН2.3 – 15 балів / 9 балів;
5. Контрольна робота 3: РН2.1 – 15 балів / 9 балів;

Здобувач освіти може бути недопущений до підсумкового оцінювання, якщо під час семестру він: 1) не досяг мінімального порогового рівня (60%) оцінки тих результатів навчання, які не можуть бути оцінені під час підсумкового контролю; 2) набрав кількість балів, що є недостатньою для отримання позитивної оцінки навіть у випадку досягнення ним на підсумковому контролі максимально можливого результату.

Рекомендований мінімум – 36 балів

/

1. Active work on lectures, oral answers: LO1.1, LO1.2, LO1.3, LO1.4 – 5 points / 3 points;
2. Assignments submitted for independent work: LO2.1, LO2.2, LO2.3 – 10 points / 6 points;
3. Test 1: LO1.1, LO1.2, LO2.2 - 15 points / 9 points.
4. Test 2: LO1.3, LO1.4, LO2.3 - 15 points / 9 points.
5. Test 5: LO2.1 - 15 points / 9 points.

An applicant may not be admitted to the final assessment if during the semester he: 1) has not reached the minimum threshold level (60%) of the assessment of those learning outcomes that cannot be assessed during

the final control; 2) scored the number of points, which is insufficient to obtain a positive assessment, even if he achieves the maximum possible result in the final control.

The recommended minimum is 36 points.

**- підсумкове оцінювання:** іспит.

- *максимальна кількість балів які можуть бути отримані студентом:* 40 балів;

- *результати навчання які будуть оцінюватись:* PH1.1, PH1.2, PH1.3, PH1.4, PH2.1, PH2.2, PH2.3;

- *форма проведення і види завдань:* письмова робота.

Рекомендований мінімум – 24 балів.

/

**- final assessment: exam.**

- the maximum number of points that can be obtained: 40 points;

- learning outcomes that will be evaluated: LO1.1, LO1.2, LO1.3, LO1.4, LO2.1, LO2.2, LO2.3;

- form and types of tasks: written work.

The recommended minimum is 24 points.

**Види завдань: 4 письмових питання.**

- 1 питання: PH1.1, PH1.3, PH2.1;
- 2 питання: PH1.2, PH1.3, PH2.2;
- 3 питання: PH1.3, PH1.3, PH2.3;
- 4 питання: PH1.4, PH2.1, PH2.2, PH2.3;

За розгорнуту відповідь на кожне завдання студент може отримати від 1 до 10 балів.

Критерії оцінювання відповіді студента на питання:

- повнота розкриття питання – 1-4 бали;
- логіка викладення – 1-2 бали;
- аналітичні міркування – 1-4 бали.

/

Types of tasks: 4 written questions.

- 1th question: LO1.1, LO1.3, LO2.1;
- 2nd question: LO1.2, LO1.3, LO2.2;
- 3rd question: LO1.3, LO1.3, LO2.3;
- 4th question: LO1.4, LO2.1, LO2.2, LO2.4.

For a detailed answer to each task, a student can receive from 1 to 10 points.

Criteria for evaluating the student's answer to the question:

- completeness of the question – 1-4 points;
- logic of presentation – 1-2 points;
- analytical considerations – 1-4 points.

## **8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ЛАБОРАТОРНИХ ЗАНЯТЬ**

№	Назва лекції	Кількість годин
---	--------------	-----------------

лекції		Лекції	Семінари/ лабораторні	Самостійна робота
<b>Змістовий модуль I. Генетичні алгоритми</b> <b>Module I. "Genetic algorithms"</b>				
1	<p><b>Тема 1.</b> Основні поняття генетичного алгоритму/ <i>Самостійна робота:</i> Провести аналіз програми і змісту курсу та рекомендованої літератури. /</p> <p><b>Theme 1.</b> Introduction to computer vision. <i>Individual work:</i> To analyze the program and course content, as well as recommended literature.</p>	2		12
2	<p><b>Тема 2.</b> Проблема передчасної збіжності та методи її розв'язання <i>Самостійна робота:</i> Описати способи паралельної реалізації генетичних алгоритмів. Порівняти моделі. /</p> <p><b>Theme 2.</b> The problem of premature convergence and methods of its solution. <i>Individual work:</i> To describe approaches for parallel realization of genetic algorithms. Compare models.</p>	2	2	12
3	<p><b>Тема 3.</b> Спеціальні класи генетичних алгоритмів. <i>Самостійна робота:</i> Для прикладів даних побудувати генетичний алгоритм комбінованих евристик /</p> <p><b>Theme 3.</b> Special classes of genetic algorithms. <i>Individual work:</i> For data examples build a genetic algorithm of combined heuristics</p>	2	2	12
4	<p><b>Тема 4.</b> Генетичні алгоритми в задачах багатоекстремальної оптимізації <i>Самостійна робота:</i> Застосувати метод на основі розподілу рівня пристосованості до обраного прикладу /</p> <p><b>Theme 4.</b> Genetic algorithms in multi-extreme optimization problems. <i>Individual work:</i> Apply the method based on the distribution of the level of fitness for the selected example.</p>	4	2	12
5	<p><b>Тема 5.</b> Генетичні алгоритми в задачах комбінаторної оптимізації <i>Самостійна робота:</i> Для обраної задачі побудувати розв'язок з використанням генетичних алгоритмів /</p> <p><b>Theme 5.</b> Genetic algorithms in combinatorial</p>	4	2	10

	optimization problems <i>Individual work:</i> To construct a solution using genetic algorithms for the chosen task			
<i>Контрольна робота 1/ Control work 1</i>				
<b>Змістовий модуль II. Застосування генетичних алгоритмів/ Module II. Application of genetic algorithms</b>				
6	<b>Тема 6.</b> Приклади застосування генетичних алгоритмів <i>Самостійна робота:</i> Застосувати генетичний алгоритм в задачах упаковки та розкрою. / <b>Theme 6.</b> Examples of application of genetic algorithms. <i>Individual work:</i> Apply genetic algorithm in packaging and cutting problems.	4	2	12
7	<b>Тема 7.</b> Методи розробки та аналізу генетичних алгоритмів <i>Самостійна робота:</i> Використовуючи експериментальний підхід проаналізувати запропонований генетичний алгоритм. / <b>Theme 7.</b> Methods of development and analysis of genetic algorithms. <i>Individual work:</i> Using an experimental approach to analyze the proposed genetic algorithm	4	2	10
8	<b>Тема 8.</b> Базовий алгоритм еволюційної стратегії <i>Самостійна робота:</i> Побудувати алгоритм еволюційної стратегії / <b>Theme 8.</b> Basic algorithm of evolutionary strategy <i>Individual work:</i> Build an algorithm for evolutionary strategy	4	2	10
9	<b>Тема 9.</b> Спеціальні класи еволюційних стратегій <i>Самостійна робота:</i> Побудувати вкладену еволюційну стратегію. / <b>Theme 9.</b> Special classes of evolutionary strategies. <i>Individual work:</i> Build an nested evolutionary strategy.	4	2	10
<i>Контрольна робота 2/ Control work 2</i>				
<b>Змістовий модуль III. Еволюційне програмування/ Module III. Evolutionary programming</b>				
10	<b>Тема 10.</b> Сучасне еволюційне програмування <i>Самостійна робота:</i> Опрацювати Мета-еволюційне програмування. / <b>Theme 10.</b> Modern evolutionary programming.	4	2	10



	<i>Individual work:</i> Meta-evolutionary programming.			
11	<b>Тема 11.</b> Традиційне еволюційне програмування <i>Самостійна робота:</i> Використати еволюційне програмування в задачах прогнозування / <b>Theme 11.</b> Traditional evolutionary programming. <i>Individual work:</i> Use evolutionary programming in forecasting problems	4	2	10
<i>Контрольна робота 3</i>				
ВСЬОГО		38	20	120

Загальний обсяг 180 *годин*, в тому числі:

Лекцій – 38 *годин*.

Консультацій – 2 *години*.

Лабораторних робіт – 20 *годин*,

Самостійна робота – 120 *годин*.

## 9. Рекомендовані джерела

### *Основні / Main:*

1. М.М. Глибовець, Н.М. Гулаєва Еволюційні алгоритми. Київ, НаУКМА, 2013.–821.
2. Eiben A.E. Introduction to evolutionary computing / A.E. Eiben, J.E. Smith; 2<sup>nd</sup> printing – Springer, Natural Computing Series, 2007. – 300p
3. A.E. Eiben, J.E. Smith Introduction to Evolutionary Computing (Natural Computing Series) 2nd ed. 2015 Edition

### *Додаткові / Additional:*

4. Dan Simon, Evolutionary Optimization Algorithms 1st Edition
5. Clinton Sheppard, Genetic Algorithms with Python 2016