

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

**ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ**

**Кафедра теоретичної кібернетики**

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Заступник декана  
з навчальної роботи

Олена КАШПУР

« 16 » \_\_\_\_\_ 2024 року



**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ  
СТОХАСТИЧНІ АЛГОРИТМИ**

для студентів

галузь знань  
спеціальність  
освітній рівень  
вид дисципліни

**12 «Інформаційні технології»**

**124 «Системний аналіз»**

**бакалавр**

**вибіркова**

Форма навчання

**денна**

Навчальний рік

**2023/2024**

Семестр

**6**

Кількість кредитів ECTS

**3**

Мова викладання, навчання  
та оцінювання

**українська**

Форма заключного контролю

**залік**

Викладачі: **Анатолій ПАШКО, д.ф.-м.н, проф.** (лекції)

Пролонговано: на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

на 20\_\_/20\_\_ н.р. \_\_\_\_\_ (\_\_\_\_\_) «\_\_» 20\_\_ р.  
(підпис, ПІБ, дата)

**КИЇВ – 2023**

Розробники: Анатолій ПАШКО, д.ф.-м.н., професор, професор кафедри теоретичної кібернетики


ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичної кібернетики

 Юрій Крак  
(підпис)

Протокол № 2 від «27» жовтня 2023 р.

Схвалено Гарантом освітньо-професійної програми «Системний аналіз»


 к.ф.-м. н., доцент Михайло ШАРАПОВ  
(підпис)

«15» січня 2024 року

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

Протокол № 7 від «16» січня 2024 року

Голова науково-методичної комісії

 к.ф.-м. н., доцент Людмила ОМЕЛЬЧУК  
(підпис)

«18» січня 2024 року

**1. Мета дисципліни** – вивчення основних підходів до побудови та використання стохастичних алгоритмів в інформаційних технологіях та системному аналізі, оволодіння технікою розробки програмного забезпечення для реалізації стохастичних алгоритмів.

**2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни**

*Знати:* дискретну математику, структури даних і алгоритми, теорію ймовірностей та математичну статистику в об'ємі стандартних університетських курсів, елементи статистичного моделювання.

*Вміти:* застосовувати знання з вказаних вище дисциплін до розв'язання задач.

*Володіти елементарними навичками:* роботи з комп'ютером

**3. Анотація навчальної дисципліни**

Дисципліна є вибірковою компонентою підготовки фахівців за першим (*бакалаврським*) рівнем вищої освіти *галузі знань* 12 «Інформаційні технології» зі *спеціальності* 124 «Системний аналіз», *освітньо-професійної програми* «Системний аналіз». Викладається в 6-му семестрі, обсяг 90 год. (3 кредити ECTS), з них лекції – 28 год., практичні заняття – 14 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 46 год.

В основу дисципліни покладено основні поняття статистичного моделювання, методи стохастичних алгоритмів, принципи їх реалізації мовами програмування, застосування в прикладних задачах.

Розглядаються стохастичні алгоритми, розв'язування навчальних та практичних задач.

**4. Завдання (навчальні цілі)**

Вдосконалення базових знань, умінь та навичок. Зокрема, розвивати:

СК18.3. Здатність використовувати технології штучного інтелекту та взаємодії «людина-комп'ютер».

**5. Результати навчання за дисципліною**

Результат навчання (РН) (1 – знати; 2 – вміти; 3 – комунікація; 4 – автономність та відповідальність)		Форми викладання та навчання	Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
РН1.1	Знати основні методи та алгоритми інтелектуальної обробки даних та їх властивості	Лекція, самостійна робота	Практичне завдання (ПЗ), залік	20
РН1.2	Знати принципи застосування основних методів та алгоритмів в розробці елементів програмного забезпечення для інтелектуальної обробки даних	Лекція, самостійна робота	ПЗ, залік	20
РН2.1	Вміти застосовувати алгоритми інтелектуальної обробки даних	Лекція, самостійна робота	ПЗ, залік	20
РН2.2	Вміти будувати програмне забезпечення з використанням алгоритмів інтелектуальної обробки даних	Лекція, самостійна робота	ПЗ	20
РН3.1	Обґрунтовувати власний погляд на задачу, спілкуватися з колегами з питань проектування та розробки програм, складати письмові звіти	Лекція, самостійна робота	ПЗ	5

PH4.1	Організація та керівництво професійним розвитком осіб та груп	Самостійна робота	ПЗ	5
PH4.2	Спроможність нести відповідальність за вироблення та ухвалення рішень у непередбачуваних робочих та/або навчальних контекстах	Самостійна робота	ПЗ, залік	10

## 6. Співвідношення результатів навчання дисципліни з програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	PH1.1	PH1.2	PH2.1	PH2.2	PH3.1	PH4.1	PH4.2
Програмні результати навчання							
<i>(з опису освітньої програми)</i>							
<b>ПРН22.3.</b> Знати технології штучного інтелекту та вміти застосовувати їх у розв'язанні практичних задач.	+	+	+	+	+	+	+

## 7. Схема формування оцінки

### 7.1 Форми оцінювання студентів:

#### - семестрове оцінювання:

##### Шостий семестр

1. Практичне завдання (програмна реалізація алгоритмів із застосуванням до набору тестових даних, отриманням чисельного результату та складанням звіту): PH 1.1., PH1.2, PH2.1, PH 3.1, PH4.1, PH4.2 — 100 балів/ 60 балів.

### 7.2 Організація оцінювання

Теми практичних завдань вибираються з переліку тем лекцій та узгоджується з викладачем не пізніше 3-го тижня семестру включно. Якщо під час захисту виявляється, що студент не до кінця розуміє використаний метод, код або погано в ньому орієнтується чи не розуміє використані синтаксичні елементи мови, зміст та призначення частин коду, то практичне завдання отримує нуль балів.

Після завершення теоретичного навчання в семестрі і до офіційно призначеного перескладання жодні контрольні заходи не проводяться та жодні завдання не приймаються

### Питання до оцінювання

1. Особливості сучасних алгоритмів.
2. Алгоритми роботи з цілими числами.
3. Статистичне моделювання дискретних розподілів.
4. Статистичне моделювання двійкової послідовності.
5. Тестування результатів моделювання. Тести NIST.
6. Статистичне моделювання неперервних розподілів.
7. Статистичне моделювання нормального розподілу.
8. Алгоритми роботи з матрицями.
9. Алгоритм Халецького-Краута.
10. Алгоритм Халецького-Банашевича.
11. Алгоритми псевдообернення матриць.
12. Методи статистичного моделювання випадкових векторів.
13. Навести приклади ланцюгів Маркова
14. Методи статистичного моделювання ланцюгів Маркова.

15. Визначення Пуассонівського процесу.
16. Моделювання Пуассонівського процесу.
17. Алгоритм Метрополіса і Метрополіса-Хастінгса.
18. Різниця між алгоритмами Метрополіса і Метрополіса-Хастінгса.
19. Семплювання по Гіббсу. Навести приклади.
20. Методи стохастичної оптимізації.
21. Випадковий пошук.
22. Алгоритм імітації відпалу.
23. Режими охолодження для алгоритму імітації відпалу.
24. Генетичні алгоритми.
25. Бінарний генетичний алгоритм.
26. Неперервний генетичний алгоритм.
27. Мурашині алгоритми.
28. Моделі феромону.
29. Системи мурашиних алгоритмів.
30. Ройові алгоритми.
31. Основні параметри ройових алгоритмів.
32. Алгоритми, що нав'язані природою.
33. Штучні імунні системи.
34. Алгоритм групового пошуку.
35. Бджолиний алгоритм.
36. Алгоритм гравітаційного пошуку.
37. Алгоритм оцінювання ймовірнісного розподілу.
38. Алгоритм оцінювання ймовірнісного розподілу на основі статистичних показників першого порядку.
39. Алгоритм оцінювання ймовірнісного розподілу на основі статистичних показників другого порядку.
40. Тестування розв'язків.

### Практичні завдання.

1. Реалізація алгоритмів моделювання випадкових величин та векторів.
2. Статистичне моделювання для прикладних задач
3. Алгоритм Метрополіса -Гастінгса
4. Реалізація стохастичних алгоритмів оптимізації функції багатьох змінних
5. Розв'язок задачі комівояжера жадним алгоритмом та алгоритмом випадкового пошуку.
6. Розв'язок задачі комівояжера генетичним алгоритмом та ройовим алгоритмом.
7. Оцінка розподілів та тестування розв'язків задачі комівояжера.

### 7.3 Шкала відповідності оцінок

<b>Відмінно</b> / Excellent	90-100
<b>Добре</b> / Good	75-89
<b>Задовільно</b> / Satisfactory	60-74
<b>Незадовільно</b> / Fail	0-59

## 8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних та практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
<b>Частина 1. Методи статистичного моделювання.</b>				
1.	<b>Тема 1.</b> Вступ. Особливості сучасних алгоритмів. Статистичне моделювання дискретних розподілів. Алгоритми з цілими числами. <i>Самостійна робота:</i> Мови моделювання. Перевірка закону розподілу.	2		4
2.	<b>Тема 2.</b> Статистичне моделювання неперервних розподілів. Моделювання випадкових векторів. <i>Самостійна робота:</i> Особливості моделювання гауссівського розподілу.	2	2	6
3.	<b>Тема 3.</b> Алгоритм Метрополіса -Гастінгса. <i>Самостійна робота:</i> Моделювання залежних випадкових величин та векторів.	2	2	4
4.	<b>Тема 4.</b> Ланцюги Маркова з дискретним часом. Статистичне моделювання ланцюгів Маркова. <i>Самостійна робота:</i> Методи статистичного моделювання Пуассонівського та Вінерівського процесів.	4	2	6
<b>Всього по частині 1</b>		10	6	20
<b>Частина 2. Стохастичні алгоритми оптимізації</b>				
5.	<b>Тема 5.</b> Алгоритми оптимізації. Випадковий пошук. Алгоритми імітації отжига і семплування по Гіббсу. <i>Самостійна робота:</i> Градієнтний спуск.	4	2	4
6.	<b>Тема 6.</b> Генетичні алгоритми. <i>Самостійна робота:</i> Математичні моделі генетичних алгоритмів.	4	2	6
7.	<b>Тема 7.</b> Мурашині алгоритми та ройовий інтелект. <i>Самостійна робота:</i> Сучасні модифікації алгоритмів ройового інтелекту.	4	2	6
8.	<b>Тема 8.</b> Сучасні еволюційні алгоритми. <i>Самостійна робота:</i> Алгоритми, що навіяні живою і неживою природою.	4	2	6
9.	<b>Тема 9.</b> Оцінювання ймовірнісних розподілів і тестування результатів <i>Самостійна робота.</i> Теорема про відсутність безкоштовних обідів.	2		4
<b>Всього по частині 2</b>		18	8	26
<b>Всього</b>		28	14	46

Загальний обсяг 90 год. (3 кредити ECTS), у тому числі:

Лекцій – 28 год.

Практичні заняття – 14 год.

Консультації – 2 год.

Самостійна робота – 46 год.

## 9. Рекомендовані джерела

### Основна:

1. Dan Simon. Evolutionary optimization algorithms. – Wiley, 2020.
2. Козаченко Ю.В., Пашко А.О. Точність моделювання випадкових процесів в рівномірній метриці. 2016.
3. Wirsansky Eyal. Hands-On Genetic Algorithms with Python'. Packt Publishing, 2020.
4. Гуляницький Л. Ф., Мулеса О. Ю. Прикладні методи комбінаторної оптимізації : навч. посіб. - К. : Видавн.-поліграф. центр "Київ. ун-т". 2016.
5. Глибовець М. М. Еволюційні алгоритми : підручник / М. М. Глибовець, Н. М. Гуляєва. – К. : НаУКМА, 2013.
6. Черняк О. І., Захарченко П. В. Інтелектуальний аналіз даних: Підручник. Київ, 2014.
7. Кононюк А.Ю. Нейронні мережі і генетичні алгоритми – К.:«Корнійчук», 2008. – 446 с.
8. Bernhard Korte, Jens Vygen. Combinatorial Optimization: Theory and Algorithms. In: Algorithms and Combinatorics Band 21, 4. Auflage, Springer-Verlag, Berlin 2008.
9. Handbook of Simulation. Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice, J. Banks (editor), Wiley, NY. 1998.
10. G.S. Fishman. Monte Carlo. Concepts, algorithms and applications, Springer-Verlag, New York-Berlin-Amsterdam. 1999.
11. J.E. Gentle. Random Number Generation and Monte Carlo Methods (Statistics and Computing), 2nd ed., Springer. 2003.
12. R.Y. Rubinstein, D.P. Kroese. Simulation and the Monte Carlo Method, 2nd ed. Wiley Series in Probability and Statistics. Wiley-Interscience. 2008.

### Додаткова

13. Гуляницький Л. Ф. Застосування Н-методу для розв'язання задач комбінаторної оптимізації на перестановках / Л. Ф. Гуляницький, Д. А. Гобов // Системні дослідження та інформаційні технології. – 2007. – № 2. – С. 74–87.
14. Субботін С. О. Ітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечіткологічних і нейромережних моделей : монографія / С. О. Субботін, А. О. Олійник, О. О. Олійник ; під заг. ред. С. О. Субботіна. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2009.
15. Handbook of Memetic Algorithms / eds. F. Neri, C. Cotta, P. Moscato. – Berlin, Heidelberg : Springer-Verlag, 2012.
16. Hoos H. H. Stochastic Local Search: Foundations and Applications / H. H. Hoos, T. Stützle. – San Francisco : Morgan Kaufmann Publ., 2005.
16. Understanding the Metropolis-Hastings Algorithm. S. Chib, E. Greenberg, The American Statistician, Vol. 49, No. 4, 1995, pp. 327-335.
17. A guided walk Metropolis algorithm. Paul Gustafson, Statistics and computing (1998) 8, 357-364
18. Monte Carlo sampling methods using Markov chains and their applications. W. K. Hastings, Biometrika, 57,1, 1970, p. 97.
19. Explaining the Gibbs Sampler. G. Casella, E.I. George. The American Statistician, V 46, N3, 1992, pp 167-174

## 10. Додаткові ресурси

<https://drive.google.com/file/d/1FNhpyLE3zVEJ9saBS8b1oxbjKMLbiQgZ/view?usp=sharing>