

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ

Кафедра теоретичної кібернетики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник декана
з навчальної роботи

Олена КАШПУР
«15» _____ 2021 року


**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
СТОХАСТИЧНІ АЛГОРИТМИ**

для студентів

галузь знань
спеціальність
освітній рівень
освітня програма
вид дисципліни

12 «Інформаційні технології»

122 «Комп'ютерні науки»

бакалавр

«Інформатика»

вибіркова

Форма навчання

заочна

Навчальний рік

2021/2022

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)

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


ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичної кібернетики


(підпис) Юрій КРАК


Протокол № 3 від « 4 » 11 2021 р.

Схвалено гарантом освітньо-професійної програми «Інформатика»


Людмила ОМЕЛЬЧУК « 15 » 12 2021 року

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

Протокол від « 15 » 12 2021 року № 4

Голова науково-методичної комісії  доцент, к.ф.-м.н. Людмила ОМЕЛЬЧУК
(підпис)

1. **Мета дисципліни** – вивчення основних підходів до побудови та використання стохастичних алгоритмів в інформаційних технологіях, 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.

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* 122 «Комп'ютерні науки», *освітньо-професійної програми* «Інформатика». Викладається в 6-му семестрі, обсяг 90 год. (3 кредити ECTS), з них лекції – 5 год., лабораторні роботи – 2 год., консультації – 1 год., самостійна робота – 82 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:

СК11. Здатність до інтелектуального аналізу даних на основі методів обчислювального інтелекту включно з великими та погано структурованими даними, їхньої оперативної обробки та візуалізації результатів аналізу в процесі розв'язування прикладних задач.

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 підсумкові й оцінці з дисципліни |
|---|--|------------------------------------|--|--|
| Код | Результат навчання | | | |
| РН1.1 | Знати основні методи та алгоритми інтелектуальної обробки даних та їх властивості | Лекція, самостійна робота | Контрольна робота (КР), практичне завдання (ПЗ), іспит | 20 |
| РН1.2 | Знати принципи застосування основних методів та алгоритмів в розробці елементів програмного забезпечення для інтелектуальної обробки даних | Лекція, самостійна робота | КР, ПЗ, іспит | 20 |
| РН2.1 | Вміти застосовувати алгоритми інтелектуальної обробки даних | Лекція, самостійна робота | КР, ПЗ, іспит | 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 | КР, ПЗ, іспит | 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> | | | | | | | |
| ПРН4. Використовувати методи обчислювального інтелекту, машинного навчання, нейромережевої та нечіткої обробки даних, генетичного та еволюційного програмування для розв'язання задач розпізнавання, прогнозування, класифікації, ідентифікації об'єктів 13 керування тощо. | + | + | + | + | + | + | + |

7. Схема формування оцінки

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

Шостий семестр

1. Контрольна робота 1: PH1.1, PH1.2, PH2.1, PH2.2 – 20 б./12 б.

2. Практичне завдання за частиною 2 (програмна реалізація алгоритму з частини 2 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 — 20 балів/ 12 балів.

- підсумкове оцінювання (у формі заліку):

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

- результати навчання, які оцінюються: PH1.1, PH1.2, PH2.1, PH3.1;

- форма проведення: письмова;

- види завдань: задача (40%), теоретичне питання (60%).

Студент допускається до екзамену, якщо в семестрі набрав не менше ніж 20 балів.

7.2 Організація оцінювання

Терміни проведення оцінювання в семестрі

1. Контрольні роботи: № 1 – до заліку.

2. Практичне завдання – до заліку.

Студент має право один раз перескласти контрольну роботу з можливістю отримати не більше 80% балів, призначених за роботу. Термін перескладання визначає викладач.

Питання до оцінювання

1. Особливості сучасних стохастичних алгоритмів.
2. Алгоритми 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. Паралельні алгоритми роботи з матрицями.
13. Методи статистичного моделювання випадкових векторів.
14. Навести приклади ланцюгів Маркова
15. Фундаментальна теорема ланцюгів Маркова.
16. Методи статистичного моделювання ланцюгів Маркова.
17. Визначення Пуассонівського процесу.
18. Моделювання Пуассонівського процесу.
19. Побудова ланцюгів Маркова методом МСМС.
20. Основні принципи моделювання розподілів методом МСМС.
21. Методи стохастичної оптимізації.
22. Випадковий пошук.
23. Генетичні алгоритми.
24. Мурашині алгоритми.
25. Ройові алгоритми
26. Алгоритм імітації отжига.
27. Різниця між алгоритмами Метрополіса і Метрополіса-Хастингса.
28. Семплювання по Гіббсу. Навести приклади.

7.3 Шкала відповідності оцінок

| | |
|-----------------------------|--------|
| Зараховано / Passed | 60-100 |
| Не зараховано / Fail | 0-59 |

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

| № п/п | Назва теми | Кількість годин | | |
|--|--|-----------------|---------------------|-------------------|
| | | Лекції | Лабораторні заняття | Самостійна робота |
| Частина 1. Нейронні мережі прямого поширення. | | | | |
| 1. | Тема 1. Вступ. Особливості сучасних алгоритмів. Алгоритми з цілими числами. <i>Самостійна робота:</i> Мови моделювання. | 0,5 | | 5 |
| 2. | Тема 2. Статистичне моделювання дискретних розподілів. Статистичне моделювання неперервних розподілів. <i>Самостійна робота:</i> Моделювання гауссового розподілу. | 0,5 | | 6 |
| 3. | Тема 3. Моделювання випадкових векторів. Моделювання випадкових процесів. | 0,5 | | 6 |

| | | | | |
|-----|--|-----|---|----|
| | <i>Самостійна робота:</i> Моделювання випадкових полів. | | | |
| 4. | Тема 4. Ланцюги Маркова з дискретним часом. Статистичне моделювання ланцюгів Маркова. <i>Самостійна робота:</i> Статистичне моделювання Пуассонівського процесу. | 0,5 | | 10 |
| 5. | Тема 5. Статистичне моделювання для розв'язування крайових задач з випадковими початковими та крайовими умовами. <i>Самостійна робота:</i> Адаптивні алгоритми самоорганізації нечітких мереж. | 0,5 | | 10 |
| 6. | Тема 6. Алгоритми роботи з матрицями. Алгоритм Халецького. <i>Самостійна робота:</i> Паралельні алгоритми роботи з матрицями. | 0,5 | 1 | 5 |
| 7. | Тема 7. Алгоритми оптимізації. Випадковий пошук. <i>Самостійна робота:</i> Градієнтний спуск. | 0,5 | 1 | 5 |
| 8. | Тема 8. Алгоритм імітації отжига. Алгоритми імітації отжига і семплювання по Гіббсу. <i>Самостійна робота:</i> Алгоритми глобальної оптимізації. | 0,5 | | 10 |
| 9. | Тема 9. Генетичні алгоритми. <i>Самостійна робота:</i> Генетичний алгоритм для задачі комівояжера. | 0,5 | | 10 |
| 10. | Тема 10. Мурашині алгоритми. <i>Самостійна робота:</i> Мурашиний алгоритм для задачі комівояжера.. | 0,5 | | 5 |
| | Контрольна робота | | | 10 |
| | Всього | 5 | 2 | 82 |

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

Лекцій – **5** год.

Лабораторні роботи – **2** год.

Консультації – **1** год.

Самостійна робота – **82** год.

Типові теми лабораторних робіт

Лабораторна робота № 1. Моделювання дискретних розподілів.

Лабораторна робота № 2. Моделювання гауссових випадкових процесів

Лабораторна робота № 3. Моделювання ланцюгів Маркова

Лабораторна робота № 4. Алгоритм Халецького перетворення матриць.

Лабораторна робота № 5. Імітація отжига для знаходження екстремуму функції багатьох змінних.

Лабораторна робота № 6. Генетичний алгоритм для знаходження екстремуму функції багатьох змінних.

Лабораторна робота № 7. Мурашиний алгоритм для знаходження найкоротших шляхів на графі.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Ю.В. Козаченко, А.О. Пашко (2016) Точність моделювання випадкових процесів в рівномірній метриці.
2. С.М. Ермаков (2009). Метод Монте-Карло в вычислительной математике. Вводный курс. - Невский диалект, СПб.
3. Olive Ibe (2009). Markov Processes for Stochastic Modeling. Academic Press.
4. Pierre Bremaud (1998). Markov Chains, Givvs Fields, Monte Carlo Simulation, and Queues. Springer.
5. Handbook of Simulation. Principles, Methodology, Advances, Applications, and Practice (1998), J. Banks (editor), Wiley, NY.
6. G.S. Fishman (1999), Monte Carlo. Concepts, algorithms and applications, Springer-Verlag, New York-Berlin-Amsterdam.
7. J.E. Gentle (2003), Random Number Generation and Monte Carlo Methods (Statistics and Computing), 2nd ed., Springer.
8. R.Y. Rubinstein, D.P. Kroese (2008), Simulation and the Monte Carlo Method, 2nd ed. Wiley Series in Probability and Statistics. Wiley-Interscience.
9. Д. Кнут, Э. Яо. (1983), Сложность моделирования неравномерных распределений. Кибернетический сборник, новая серия, выпуск 19, М. Мир, стр. 97 – 158.
10. Д. Кнут (2007), Искусство программирования, т.2: Получисленные алгоритмы, М., Вильямс.
11. И. Чисар, Я. Кёрнер (1985), Теория информации. Теоремы кодирования для дискретных систем без памяти. Мир, Москва, 395 с.

Додаткові:

12. Howard M. Taylor, Samuel Karlin, An introduction to Stochastic Modeling, Academic 1998
13. J. R. Norris (1998). Markov Chains. Cambridge University Press.
14. Б.В. Гнеденко (2005). Курс теории вероятностей. -448с.
15. Hidden Markov Models for Speech Recognition. B. H. Juang; L. R. Rabiner, Technometrics, Vol. 33, No. 3. (Aug., 1991), pp. 251-272.
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. Equation of State Calculations by Fast Computing Machines. Metropolis, N., Rosenbluth, A. W., Rosenbluth, M. N., Teller. A. H.. and Teller, E, Journal of Chemichal Physics, 21, 1953, p 1087-1092.
20. Explaining the Gibbs Sampler. G. Casella, E.I. Georrge. The American Statistician, V 46, N3, 1992, pp 167-174
21. Optimization by Simulated Annealing. S. Kirkpatrick et al. Science, Vol. 220, No. 4598, 1983, pp. 671-680.

10. Додаткові ресурси

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