

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЧОРНОМОРСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ПЕТРА МОГИЛИ

ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК

КАФЕДРА ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ СИСТЕМ

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Перший проректор

Котляр Ю.В.

“31” 08 2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

«МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНИХ ОБЧИСЛЕНЬ»

Спеціальність: 122 Комп'ютерні науки

Розробник

Завідувач кафедри ІС

Гарант освітньої програми

Декан факультету

Начальник НМВ

Козлов О.В.

Кондратенко Ю.П.

Гожий О.П.

Бойко А.П.

Шкірчак С.І.

Миколаїв – 2023 рік

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Характеристика дисципліни	
Найменування дисципліни	Математичні методи інтелектуальних обчислень	
Шифр курсу в освітній програмі	ПП 3	
Галузь знань	12 Інформаційні технології	
Спеціальність	122 Комп'ютерні науки	
Спеціалізація (якщо є)	-	
Освітня програма	Інтелектуальні інформаційні системи	
Рівень вищої освіти	Магістр	
Статус дисципліни	Нормативна	
Курс навчання	1 курс	
Навчальний рік	2023-2024	
Номер(и) семестрів (триместрів):	Денна форма	Заочна форма
	1 сем	-
Загальна кількість кредитів ЄКТС/годин	4,5 кредитів / 135 годин	
Структура курсу: – лекції – семінарські заняття (практичні, лабораторні, півгрупові) – годин самостійної роботи студентів	Денна форма	Заочна форма
	135=	-
	15	
	30	
	90	
Відсоток аудиторного навантаження	33%	
Мова викладання	Укр.	
Форма проміжного контролю (якщо є)		
Форма підсумкового контролю	Залік	

2. Мета, завдання та результати вивчення дисципліни

Мета викладання навчальної дисципліни «Математичні методи інтелектуальних обчислень» полягає в навчанні студентів використанню сучасних обчислювальних методів, що базуються на засадах теорії штучного інтелекту, та застосовуються в інформаційних системах для вирішення різних класів задач. Оволодіння матеріалом курсу має закласти у студентів теоретичну базу в області сучасних інтелектуальних інформаційних систем та систем керування, а також сформувати у них основні навички користування обчислювальними методами даних інтелектуальних систем. Також даний курс передбачає набуття студентами навичок реалізації методів інтелектуальних обчислень на ЕОМ.

Завданням є вивчення та засвоєння студентами математичних методів, моделей та засобів для реалізації інтелектуальних обчислень в сучасних інформаційних системах, а також здобуття навичок використання основного алгоритмічного та програмного забезпечення систем, побудованих на основі теорії штучного інтелекту. Крім того, важливим є здобуття необхідних умінь і навичок студентами для практичного використання теоретичних знань з методів інтелектуальних обчислень при розв'язанні задач проектування, моделювання, програмування та налагодження інтелектуальних інформаційних систем та систем керування.

Передумовами вивчення дисципліни є попередня підготовка студентів з дисциплін «Інтелектуальний аналіз даних», «Теорія прийняття рішень», «Основи нечіткої логіки», «Методи та системи штучного інтелекту», «Методи машинного навчання».

Очікувані результати навчання:

В результаті вивчення дисципліни студент

має знати:

- основні форми і закони абстрактно-логічного мислення, основ логіки, норм критичного підходу, основ методології наукового пізнання, форм і методів аналізу та синтезу;
- методи, способи та технології збору інформації з різних джерел, контент-аналізу документів, аналізу та обробки даних;
- базові поняття теорії інтелектуальних систем, нечіткої логіки, штучних нейронних мереж, гібридних нейро-нечітких мереж, біоінспірованих еволюційних обчислювальних методів та мультиагентних обчислювальних методів колективного інтелекту;
- методології системного аналізу для системного дослідження детермінованих та стохастичних моделей, складних об'єктів і процесів, проектування та експлуатації інтелектуальних інформаційних систем, продуктів, сервісів інформаційних технологій, інших об'єктів професійної діяльності;
- основні програмно-алгоритмічні засоби, що застосовуються на всіх етапах життєвого циклу (проектування, моделювання, програмування, експлуатація) інтелектуальних інформаційних систем та систем керування.

має вміти:

- реалізовувати засвоєні поняття, концепції, теорії та методи в інтелектуальній і практичній діяльності в галузі комп'ютерних наук, осмислювати зміст і послідовність застосування способів виконання дій, узагальнювати і систематизовувати результати робіт;
- використовувати формальні моделі інтелектуальних систем, заснованих на теорії нечіткої логіки, штучних нейронних мереж, гібридних нейро-нечітких мереж, еволюційних та мультиагентних обчислювальних методів, проектувати, розробляти та аналізувати алгоритми оцінювання їх ефективності та складності;
- використовувати математичні пакети та розробляти програми реалізації математичних обчислювальних методів штучного інтелекту, обґрунтовано вибирати дані методи при розв'язанні інженерних задач в процесі проектування та моделювання інформаційних і програмних систем і технологій, оцінювати ефективність застосованих методів, зокрема збіжність, стійкість та трудомісткість реалізації;
- використовувати програмно-алгоритмічне забезпечення на етапах проектування, моделювання, програмування та експлуатації інтелектуальних інформаційних систем та систем керування.

Загальні компетентності:

- **ЗК2:** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

Фахові компетентності:

- **СК3:** Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області;
- **СК6:** Здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук;
- **СК12:** Здатність розробляти елементи програмного забезпечення для реалізації інтелектуальних технологій, а саме нейронних мереж, методів нечіткої логіки, еволюційних методів обчислень, біоінспірованих методів в інтелектуальних системах.

Програмні результати навчання.

- **РН1:** Мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у сфері комп'ютерних наук і є основою для оригінального мислення та проведення досліджень, критичне осмислення проблем у сфері комп'ютерних наук та на межі галузей знань;
- **РН7:** Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей.
- **РН8:** Розробляти математичні моделі та методи аналізу даних (включно з великим);
- **РН21:** Розробляти та реалізовувати проєкти на основі інтелектуальних компонентів в тому числі за допомогою методів машинного і глибокого навчання, імітаційних моделей, застосовуючи нові інструментальні засоби розробки, сучасні бібліотеки мов програмування та сучасні візуальні технології.

3. Програма навчальної дисципліни

Денна форма:

№	Теми	Лекції	Практичні (семінарські, лабораторні, півгрупові)	Самостійна робота
1	Тема 1. Математичні методи сучасних інтелектуальних систем. Загальні положення.	2	4	15
2	Тема 2. Біоінспіровані еволюційні та мультиагентні методи інтелектуальних обчислень.	2	4	15
3	Тема 3. Генетичні методи інтелектуальних обчислень.	2	4	10
4	Тема 4. Методи інтелектуальних обчислень на основі штучних імунних систем.	2	4	10
5	Тема 5. Біогеографічні методи інтелектуальних обчислень.	2	4	10
6	Тема 6. Інтелектуальні методи мурашиних колоній.	2	4	10
7	Тема 7. Інтелектуальні методи рою частинок.	2	4	10
8	Тема 8. Методи інтелектуальних обчислень на основі моделювання переміщення бактерій.	1	2	10
	Всього за курсом	15	30	90

4. Зміст навчальної дисципліни

4.1. План лекцій

№	Тема заняття / план	Кількість годин
1	Тема 1. Математичні методи сучасних інтелектуальних систем. Загальні положення. 1) Основні методи теорії штучного інтелекту. 2) Математичні методи в інтелектуальних інформаційних системах. 3) Математичні методи в інтелектуальних системах керування.	2
2	Тема 2. Біоінспіровані еволюційні та мультиагентні методи інтелектуальних обчислень. 1) Класифікація біоінспірованих методів інтелектуальних обчислень. 2) Загальні положення теорії еволюційних обчислень. 3) Загальні положення теорії мультиагентних обчислень.	2
3	Тема 3. Генетичні методи інтелектуальних обчислень. 1) Генетичний пошук як метод оптимізації. 2) Різновиди генетичних методів. 3) Особливості застосування генетичних методів при вирішенні різних класів задач.	2
4	Тема 4. Методи інтелектуальних обчислень на основі штучних імунних систем. 1) Оптимізація на основі методів штучних імунних систем. 2) Різновиди методів штучних імунних систем. 3) Особливості застосування методів штучних імунних систем при вирішенні різних класів задач.	2
5	Тема 5. Біогеографічні методи інтелектуальних обчислень. 1) Оптимізація на основі біогеографічних методів. 2) Різновиди біогеографічних методів. 3) Особливості застосування біогеографічних методів при вирішенні різних класів задач.	2
6	Тема 6. Інтелектуальні методи мурашиних колоній. 1) Оптимізація на основі методів мурашиних колоній. 2) Різновиди методів мурашиних колоній. 3) Особливості застосування методів мурашиних колоній при вирішенні різних класів задач.	2
7	Тема 7. Інтелектуальні методи рою частинок. 1) Оптимізація на основі методів рою частинок. 2) Різновиди методів рою частинок. 3) Особливості застосування методів рою частинок при вирішенні різних класів задач.	2
8	Тема 8. Методи інтелектуальних обчислень на основі моделювання переміщення бактерій. 1) Методи оптимізації на основі моделювання переміщення бактерій. 2) Різновиди методів, моделюючих переміщення бактерій. 3) Особливості застосування методів, моделюючих переміщення бактерій, при вирішенні різних класів задач.	1
	Всього	15

4.2. План практичних (семінарських, лабораторних, півгрупових) занять

№	Тема заняття / план	Кількість годин
1	Практична робота №1. Дослідження інтелектуальних систем на основі нечіткої логіки.	4
2	Практична робота №2. Дослідження гібридних нейро-нечітких систем типу ANFIS.	4
3	Практична робота № 3. Особливості застосування генетичних методів в задачах оптимізації. Програмна реалізація.	4
4	Практична робота № 4. Особливості застосування методів штучних імунних систем в задачах оптимізації. Програмна реалізація.	4
5	Практична робота № 5. Особливості застосування біогеографічних методів в задачах оптимізації. Програмна реалізація.	4
6	Практична робота № 6. Особливості застосування методів мурашиних колоній в задачах оптимізації. Програмна реалізація.	4
7	Практична робота № 7. Особливості застосування методів рою частинок в задачах оптимізації. Програмна реалізація.	4
8	Практична робота № 8. Особливості застосування методів, моделюючих переміщення бактерій, в задачах оптимізації. Програмна реалізація.	2
	Всього	30

4.3. Завдання для самостійної роботи

№	Тема заняття	Кількість годин
1	Тема 1. Математичні методи сучасних інтелектуальних експертних систем.	15
2	Тема 2. Особливості застосування біоінспірованих методів для синтезу та оптимізації інтелектуальних систем.	15
3	Тема 3. Еволюційні стратегії.	10
4	Тема 4. Методи диференціальної еволюції.	10
5	Тема 5. Генетичне та еволюційне програмування.	10
6	Тема 6. Модифікації методів мурашиних колоній.	10
7	Тема 7. Інтелектуальні методи бджолиних колоній.	10
8	Тема 8. Інтелектуальні методи гравітаційного пошуку.	10
	Всього	90

Методичні рекомендації щодо виконання лабораторних робіт знаходяться в Moodle3.

Для зарахування практичної роботи здобувач має змогу надати сертифікат (або інший документ) про проходження курсів на платформах Prometheus, Coursera тощо та за умови співпадіння направленості курсів блоку освітньої компоненти.

4.4. Забезпечення освітнього процесу

Лабораторні роботи з дисципліни проводяться у комп'ютерних класах з використанням програмного забезпечення Matlab, Microsoft Visual Studio 2017, Java SE, SublimeText 3.0, HTML.

5. Підсумковий контроль

Перелік питань підсумкового контролю:

1. Поняття штучного інтелекту.
2. Основні методи штучного інтелекту.
3. Інтелектуальні інформаційні системи. Призначення та класифікація.
4. Інтелектуальні системи керування. Призначення та класифікація.
5. Класифікація біоінспірованих методів інтелектуальних обчислень.
6. Загальні положення теорії еволюційних обчислень.
7. Загальні положення теорії мультиагентних обчислень.
8. Основи генетичного пошуку.
9. Узагальнена схема роботи генетичних методів.
10. Моделі генетичного пошуку.
11. Особливості кодування параметрів, що оптимізуються.
12. Генетичні оператори.
13. Оператори відбору в генетичних методах.
14. Оператори схрещування в генетичних методах.
15. Оператори мутації в генетичних методах.
16. Переваги та недоліки генетичних методів
17. Особливості процесу оптимізації на основі методів штучних імунних систем.
18. Узагальнена схема роботи методів штучних імунних систем.
19. Ініціалізація методів штучних імунних систем.
20. Оператори клонування в методах штучних імунних систем.
21. Оператори мутації в методах штучних імунних систем.
22. Переваги та недоліки методів штучних імунних систем.
23. Біогеографічний пошук як метод оптимізації.
24. Узагальнена схема роботи біогеографічних методів.
25. Особливості імміграції та еміграції в біогеографічних методах.
26. Особливості розрахунку фітнес-функції в біогеографічних методах.
27. Оператори мутації в біогеографічних методах.
28. Переваги та недоліки біогеографічних методів.
29. Узагальнена схема роботи методів мурашиних колоній.
30. Основні правила руху агентів в методах мурашиних колоній.
31. Оператори відкладання та випаровування феромону.
32. Різновиди методів мурашиних колоній.
33. Переваги та недоліки методів мурашиних колоній.
34. Фундаментальні принципи методів рою частинок.
35. Підхід Gbest PSO.
36. Підхід Lbest PSO.
37. Налаштування параметрів в методах рою частинок.
38. Переваги та недоліки методів рою частинок.
39. Фундаментальні принципи методів, моделюючих переміщення бактерій.
40. Цикл виключення-розсіювання.
41. Цикл хемотаксису.
42. Налаштування параметрів в методах, моделюючих переміщення бактерій.
43. Переваги та недоліки методів, моделюючих переміщення бактерій.

*«0» варіант залікового білету з зазначенням максимальної кількості балів
за кожне виконане завдання:*

Чорноморський національний університет імені Петра Могили

Кафедра інтелектуальних інформаційних систем

Дисципліна “Математичні методи інтелектуальних обчислень”

БІЛЕТ №0

1. Основні методи штучного інтелекту. (10 балів)
2. Оператори клонування в методах штучних імунних систем. (10 балів)
3. Переваги та недоліки методів рою частинок. (10 балів)

Викладач

д.т.н., доцент

О.В. Козлов

Зав. кафедри

д.т.н., професор

Ю.П. Кондратенко

“_____” _____ 2023 р.

6. Критерії оцінювання та засоби діагностики результатів навчання

№	Вид діяльності (завдання)	Максимальна кількість балів
1	Практична робота №1	4
2	Практична робота №2	4
3	Практична робота №3	4
4	Практична робота №4	4
5	Практична робота №5	4
6	Практична робота №6	4
7	Практична робота №7	4
8	Практична робота №8	4
9	Самостійна робота (по 1 балу за кожну тему, сумарно – 8 балів)	8
10	Контрольна робота №1	10
11	Контрольна робота №2	20
12	Разом за семестр	70
13	Залік	30
	Всього	100

Приклад контрольної роботи №1

1. Застосування базового генетичного методу для знаходження мінімуму складної функції з обмеженнями. Програмна реалізація. **(5 балів)**
2. Обґрунтувати переваги та недоліки біогеографічних методів. **(5 балів)**

Приклад контрольної роботи №2

1. Застосування методу рою частинок Gbest для знаходження мінімуму складної функції з обмеженнями. Програмна реалізація. **(10 балів)**
2. Особливості циклу хемотаксису базового методу, моделюючого переміщення бактерій. **(10 балів)**

Критерії оцінювання завдань для досягнення максимальної кількості балів

Максимальна кількість балів (відповідно до попередньої таблиці) – студент з високою якістю самостійно виконав весь обсяг робіт, відповідає на всі питання, пов'язані з виконаними роботами, та робить додаткові розрахунки, які йому пропонує викладач. У викладача немає претензій щодо програмної реалізації та вимог до виконання роботи.

3 бали - студент з достатньою якістю виконав всі завдання, але в процесі роботи він робив деякі помилки, які, після вказування на них викладачем, самостійно виправляв. На деякі питання він відповідає з похибкою. Запропоновані викладачем додаткові розрахунки робить з деякою потугою. Не всі вимоги до виконання роботи дотримані.

1,5 бали - студент самостійно виконав всі роботи, але якість програмної реалізації недостатня (помилки при розрахунках, не всі вимоги до роботи дотримані). На питання щодо виконання робіт відповіді не зовсім чіткі. Є помилки при відповідях.

0 балів - студент не виконав весь обсяг робіт, або виконав з грубими помилками. Він має проблеми з розрахунками, не знає теоретичного матеріалу, програмна реалізація не відповідає поставленим вимогам.

При отриманні незадовільної оцінки студент має право виправити всі помилки або виконати нові варіанти завдань, якщо викладач невпевнений, що студент виконав їх самостійно. Такий варіант пропонується, коли студент має багато пропусків занять.

7. Рекомендовані джерела інформації

7.1. Основні:

1. Joshi, A.V. Machine Learning and Artificial Intelligence. 2nd Edition, Springer Cham, 2023, 271 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-031-12282-8>
2. Стратегія розвитку штучного інтелекту в Україні: монографія / А.І. Шевченко, С.В. Барановський, О.В. Білокобильський, Є.В. Бодянський, А.Я. Бомба, А.С. Довбиш, Т.В. Єрошенко, А.С. Жохін, В.В. Казимир, М.С. Клименко, С.В. Ковалевський, О.В. Козлов, Ю.П. Кондратенко, та ін. [За заг. ред. А.І. Шевченка]. Київ: ІПШІ, 2023. 305 с.
3. Aggarwal, C.C. Artificial Intelligence. Springer International Publishing, 2021, 490 p. DOI 10.1007/978-3-030-72357-6.
4. Talbi, El-Ghazali, Nakib, Amir (Eds.), Bioinspired Heuristics for Optimization / Studies in Computational Intelligence, Vol. 774, Springer International Publishing, 2019, 314 p. ISBN 978-3-319-95103-4.

7.2. Додаткові:

1. Kozlov, O.V., Kondratenko, Y.P., Skakodub, O.S. Information Technology for Parametric Optimization of Fuzzy Systems Based on Hybrid Grey Wolf Algorithms. SN Computer Science, Volume 3, issue 6, 2022. 463. <https://doi.org/10.1007/s42979-022-01333-4>
2. Kozlov, O., Kondratenko, Y., Skakodub, O. Comparative Analysis of Parametric Optimization Techniques: Fuzzy DSS for Medical Diagnostics. In: Shahbazova, S.N., Abbasov, A.M., Kreinovich, V., Kacprzyk, J., Batyrshin, I.Z. (Eds.) Recent Developments and the New Directions of Research, Foundations, and Applications. Studies in Fuzziness and Soft Computing, vol. 423. Springer, Cham. 2023, P. 193-201. https://doi.org/10.1007/978-3-031-23476-7_17
3. Kozlov, O., Kondratenko, Y. Automatic Synthesis of Rule Bases of Fuzzy Control Systems Based on Genetic Algorithms. In: Shahbazova, S.N., Abbasov, A.M., Kreinovich, V., Kacprzyk, J., Batyrshin, I.Z. (Eds.) Recent Developments and the New Directions of Research, Foundations, and Applications. Studies in Fuzziness and Soft Computing, vol. 422. Springer, Cham. 2023, P. 101-123. https://doi.org/10.1007/978-3-031-20153-0_9.
4. Kozlov, O.V., Kondratenko, Y.P., Skakodub, O.S. Intelligent Information Technology for Structural Optimization of Fuzzy Control and Decision-Making Systems. In: Kondratenko, Y.P., Kreinovich, V., Pedrycz, W., Chikrii, A., Gil-Lafuente, A.M. (Eds.) Artificial Intelligence in Control and Decision-making Systems. Studies in Computational Intelligence, vol 1087. Springer, Cham. 2023, P. 127-165. https://doi.org/10.1007/978-3-031-25759-9_7.
5. Kozlov, O., Kondratenko, Y., Skakodub, O., Gerasin, O., Topalov, A. Swarm Optimization of Fuzzy Systems for Mobile Robots with Remote Control // Journal of Mobile Multimedia, Vol. 19, Is. 3, 2023, P. 839-876. DOI: 10.13052/jmm1550-4646.1939.