

Міністерство освіти і науки України

Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна

Кафедра штучного інтелекту та програмного забезпечення



ЗАТВЕРДЖУЮ

Професор

з науково-педагогічної роботи

Олександр ГОЛОВКО

2022 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Альтернативні методи обчислювання

рівень вищої освіти	перший (бакалаврський) рівень
галузь знань	12 Інформаційні технології
спеціальність	122 Комп'ютерні науки
освітня програма	Комп'ютерні науки
спеціалізація	
вид дисципліни	за вибором
факультет	комп'ютерних наук

2022 / 2023 навчальний рік

Програму рекомендовано до затвердження Вченою радою факультету комп'ютерних наук
«29» серпня 2022 року, протокол № 14

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

доктор фізико-математичних наук, професор кафедри штучного інтелекту та програмного
забезпечення **Яновський Володимир Володимирович**

Програму схвалено на засіданні кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення
Протокол від «29» серпня 2022 року № 1

Завідувач кафедри штучного інтелекту та програмного забезпечення


Володимир КУКЛІН

Програму погоджено з гарантом освітньої програми «Комп'ютерні науки»

Гарант освітньої програми «Комп'ютерні науки»


Сергій БОГУЧАРСЬКИЙ

Програму погоджено методичною комісією факультету комп'ютерних наук

Протокол від «29» серпня 2022 року № 1

Голова методичної комісії факультету комп'ютерних наук


Анатолій БЕРДНІКОВ

ВСТУП

Програма навчальної дисципліни «Альтернативні методи обчислювання» складена відповідно до освітньо-професійної програми підготовки першого (бакалаврського) рівня вищої освіти, спеціальності 122 Комп'ютерні науки.

1. Опис навчальної дисципліни

1.1 Мета викладання навчальної дисципліни

Метою вивчення курсу «Альтернативні методи обчислювання» є підготовка кваліфікованих фахівців у галузі інформаційних технологій та виховання у студентів комп'ютерної освіченості.

Для досягнення мети виконуються завдання з теоретичних і практичних питань, що дозволяють забезпечити на сучасному рівні знання та уміння студентів по застосуванню, розробці та використанню найсучасніших моделей обчислення.

1.2 Основні завдання вивчення дисципліни

- ознайомлення з різноманітними напрямками та методологією дослідження класичних обчислень.
- навчання майбутніх фахівців теорії та практиці застосування обчислень та розуміння обмежень, пов'язаних з потрібними ресурсами алгоритмів.
- після опанування програми студенти повинні мати уявлення про різноманітні типи обчислень та їх відмінності.

Загальні компетентності (ЗК).

- ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.
- ЗК2. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.
- ЗК3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.
- ЗК6. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.
- ЗК7. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- ЗК8. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

Спеціальні (фахові, предметні) компетентності (ФК)

- ФК1. Здатність до математичного формулювання та досліджування неперервних та дискретних математичних моделей, обґрунтування вибору методів і підходів для розв'язування теоретичних і прикладних задач у галузі комп'ютерних наук, аналізу та інтерпретування
- ФК2. Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної, нейромережевої та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо.
- ФК3. Здатність до логічного мислення, побудови логічних висновків, використання формальних мов і моделей алгоритмічних обчислень, проектування, розроблення й аналізу алгоритмів, оцінювання їх ефективності та складності, розв'язності та

нерозв'язності алгоритмічних проблем для адекватного моделювання предметних областей і створення програмних та інформаційних систем.

- ФК4. Здатність використовувати сучасні методи математичного моделювання об'єктів, процесів і явищ, розробляти моделі й алгоритми чисельного розв'язування задач математичного моделювання, враховувати похибки наближеного чисельного розв'язування професійних задач.
- ФК5. Здатність здійснювати формалізований опис задач дослідження операцій в організаційно-технічних і соціально-економічних системах різного призначення, визначати їх оптимальні розв'язки, будувати моделі оптимального управління з урахуванням змін економічної ситуації, оптимізувати процеси управління в системах різного призначення та рівня ієрархії.
- ФК6. Здатність до системного мислення, застосування методології системного аналізу для дослідження складних проблем різної природи, методів формалізації та розв'язування системних задач, що мають суперечливі цілі, невизначеності та ризики.
- ФК7. Здатність застосовувати теоретичні та практичні основи методології та технології моделювання для дослідження характеристик і поведінки складних об'єктів і систем, проводити обчислювальні експерименти з обробкою й аналізом результатів.
- ФК8. Здатність проектувати та розробляти програмне забезпечення із застосуванням різних парадигм програмування: узагальненого, об'єктно-орієнтованого, функціонального, логічного, з відповідними моделями, методами й алгоритмами обчислень, структурами даних і механізмами управління.
- ФК11. 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

1.3 Кількість кредитів - 4

1.4 Загальна кількість годин - 120

1.5 Характеристика навчальної дисципліни	
Нормативна / за вибором	
Денна форма навчання	Заочна (дистанційна) форма навчання
Рік підготовки	
3-й	-й
Семестр	
5-й	-й
Лекції	
32 год.	год.
Практичні, семінарські заняття	
32 год.	год.
Лабораторні заняття	
год.	год.
Самостійна робота	
56 год.	год.
У тому числі індивідуальні завдання	
10 год.	

1.6 Заплановані результати навчання

знати:

- теоретичні основи класичних алгоритмів;
- основні методи, що застосовуються при створенні алгоритмів;
- області та особливості застосування різних типів обчислень.

вміти:

- будувати математичні моделі, які обчислюють за допомогою схем;
- проводити дослідження по потрібним ресурсам алгоритмів;
- застосовувати методи придатні до використання різних типів обчислень;
- аналізувати сучасні досягнення у цій галузі.

В результаті вивчення дисципліни у студента повинні формуватися наступні програмні результати навчання (ПРН).

- ПРН1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.
- ПРН2. Використовувати сучасний математичний апарат неперервного та дискретного аналізу, лінійної алгебри, аналітичної геометрії, в професійній діяльності для розв'язання задач теоретичного та прикладного характеру в процесі проектування та реалізації об'єктів інформатизації.

2. Тематичний план навчальної дисципліни

Розділ 1. Фундаментальні уявлення про обчислення

Тема 1. Що таке обчислення?

Введення у зміст та існування різних типів обчислення.

Тема 2. Як функціонує наш мозок.

Загальні уявлення про структуру, будову та головні елементи нашого мозку. Принципи функціонування нейронів.

Тема 3. Класична теорія обчислень

Теорія класичних обчислень була закладена в чудових роботах Поста й Тьюринга. Їхня основна ідея складалася в мікроскопічному підході до аналізу інтуїтивного поняття алгоритмічних обчислень. У рамках такого підходу їм удалося звести поняття алгоритму до елементарних неподільних об'єктів або, інакше кажучи, побудувати «атомарну» теорію алгоритмів.

Тема 4. Алгоритм і машина Тьюринга.

Математичні конструкції, які ведуть до поняття алгоритму. Фізичні приклади машин Т'юринга та їх реалізація в природі. Універсальна машина Т'юринга.

Тема 5. Ентропія, інформація и складність.

Розгляд комбінаторного, імовірнісного та алгоритмічного підходів ентропії та інформації.

Тема 6. Складність та ресурси обчислень, алгоритмів та проблем.

Ефективні алгоритми, та модифікації машин Т'юринга.

Розділ 2. Схеми, нейронні мережи та еволюційні обчислення.

Тема 7. Функції, які неможливо обчислити.

Проблема зупинки машин Т'юринга. Доведення нерозв'язності проблеми зупинки машин Т'юринга.

Тема 8. Схеми.

Розглянемо ще один підхід до здійснення обчислень. Цей підхід можна назвати сітковою моделлю обчислень. Він буде відігравати важливу роль при переході до квантових обчислень.

Тема 9. Ціна класичних обчислень.

Вже для класичних обчислень великий інтерес викликає питання, чи можна здійснити обчислення без витрат енергії або без виділення тепла? Інше формулювання цього питання, чим ми платимо за обчислення?

Тема 10. Принципи функціонування нейронних мереж.

Елементи штучних нейронів, типи з'єднань, навчання нейронних мереж.

Тема 11. Загальні уявлення про еволюційні моделі обчислення.

Принципи та паралелізм еволюційних обчислень. Репродукційні плани.

Тема 12. Модель ролевого інтелекту.

Самоорганізація багатоагентних систем. Приклади застосувань роєвого інтелекту.

3. Структура навчальної дисципліни

Назви розділів і тем	Кількість годин					
	денна форма					
	усього	у тому числі				
л		п	лаб	інд	с.р	
1	2	3	4	5	6	7
Розділ 1. Фундаментальні уявлення про обчислення						
Тема 1. Що таке обчислення?	7	2	2		1	2
Тема 2. Як функціонує наш мозок.	8	2	2		1	3
Тема 3. Класична теорія обчислень.	12	4	4			4
Тема 4. Алгоритм і машина Тьюринга.	8	2	2			4
Тема 5. Ентропія, інформація и складність.	12	4	4		1	3
Тема 6. Складність та ресурси обчислень, алгоритмів та проблем.	9	2	2		2	3
Разом за розділом 1	56	16	16	0	5	19
Розділ 2. Схеми, нейронні мережи та еволюційні обчислення.						
Тема 1. Функції, які неможливо обчислити.	8	2	2			4
Тема 2. Схеми.	10	2	2		1	5
Тема 3. Ціна класичних обчислень.	10	2	2		1	5
Тема 4. Принципи функціонування нейронних мереж.	12	4	4			4
Тема 5. Загальні уявлення про еволюційні моделі обчислення	10	2	2		1	5
Тема 6. Модель ролевого інтелекту.	14	4	4		2	4
Разом за розділом 2	64	16	16	0	5	27
Усього годин	120	32	32	0	10	46

4. Теми семінарських (практичних, лабораторних) занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
Розділ 1. Фундаментальні уявлення про обчислення		
1	Алгоритм Евкліда.	2
2	Природні реалізації машин Тьюринга.	2
3	Створення програм до машини Тьюринга.	2
4	Нерозв'язність проблеми зупинки машини Тьюринга.	2
5	Вивчення умовної інформації, та прикладів її використання.	2
6	Абстрактні автомати.	2
7	Складність: теорія та використання.	2
8	Фізичний зміст ентропії та її фундаментальні властивості.	2
Розділ 2. Схеми, нейронні мережи та еволюційні обчислення.		
9	Приклади конкретних схем, які виконують прості обчислення	2
10	Умови або задачі, які може виконувати один штучний нейрон.	2
11	Розробка прикладів штучних нейронних мереж з східчатих елементів.	2
12	Модель генетичного програмування	4
13	Природні уявлення про генетику та еволюції біологічних популяцій.	2
14	Ролева поведінка у природі.	4
	Разом	32

5. Завдання для самостійної роботи

№ з/п	Види, зміст самостійної роботи	Кількість годин
Розділ 1. Фундаментальні уявлення про обчислення.		
1	Тема 1. Що таке обчислення. Навести приклади виконання обчислень різними системами та виявити спільні риси їх виконання.	4
2	Тема 2. Як функціонує наш мозок. Виявити які відмінності має нейронна мережа мозку від штучних нейронних мереж.	5
3	Тема 5. Ентропія, інформація и складність. Визначити відмінності які спостерігаються з різними підходами до визначення ентропії. Порівняти комбінаторний, імовірнісний та алгоритмічний підходи.	5
4	Тема 6. Складність та ресурси обчислень. Розглянути різницю у опису потрібних ресурсів яка виникає при вирішенні задач, алгоритма та проблеми.	5
Розділ 2. Схеми, нейронні мережи та еволюційні обчислення.		
5	Тема 1. Функції, які неможливо обчислити. Розглянути неможливість алгоритмічного вирішення проблеми зупинки машини Тьюринга.	8
6	Тема 3. Ціна класичних обчислень. Проаналізувати виділення тепла на прикладах простих схем обчислень.	8
7	Тема 5. Загальні уявлення про еволюційні обчислення. Запропонувати приклади використання еволюційних обчислень.	8
8	Тема 6. Модель ролевого інтелекту. Розглянути алгоритми ройового інтелекту на простих природних системах	8
	Разом	56

6. Індивідуальні завдання

2 контрольні роботи.

7. Методи навчання

Як правило лекційні та практичні заняття проводяться аудиторне. В умовах дії карантину заняття проводяться відповідно до Наказу ректора Харківського національного університету імені В.Н. Каразіна (аудиторне або дистанційно за допомогою платформ Google Meet або Zoom).

8. Методи контролю

На протязі усього терміну викладання означеної дисципліни проводиться поточний контроль засвоєння лекційного матеріалу (контроль знань). Підсумковий семестровий контроль також дозволяє контролювати як одержані знання так і набуті вміння.

Після закінчення викладання кожного модуля курсу контроль знань проводиться у вигляді тестування по матеріалам розділу.

9. Схема нарахування балів

Розподіл балів для підсумкового семестрового контролю при проведенні семестрового екзамену.

Поточний контроль, самостійна робота, індивідуальні завдання												Екзаме н	Сум а		
Розділ 1						Розділ 2								Разо м	
T1	T2	T3	T4	T5	T6	T1	T2	T3	T4	T5	T6	перебач ена	індивіду альне		
20												40	60	40	100

Критерії оцінювання

№	Форми навчальної діяльності	Кількість балів	Термін
1	Відвідування лекцій	10	постійно
2	Відвідування практичних занять	10	постійно
3	Контрольна робота № 1	20	
4	Контрольна робота № 2	20	
5	Підсумковий контроль (екзаменаційна робота)	40	
	ВСЬОГО	100	

Відвідування лекцій:

- 10 балів: студент відвідав 90-100 % лекційних занять;
- 9 балів: студент відвідав 80-89 % лекційних занять;
- 8 балів: студент відвідав 70-79 % лекційних занять;
- 7 балів студент відвідав 60-69 % лекційних занять;
- 6 балів: студент відвідав 50-59 % лекційних занять;
- 5 балів: студент відвідав 40-49 % лекційних занять;
- 4 бали: студент відвідав 30-39 % лекційних занять;

- 3 бали: студент відвідав 20-29 % лекційних занять;
 2 бали: студент відвідав 10-19 % лекційних занять;
 1 бал: студент відвідав 1-9 % лекційних занять;
 0 балів: студент не відвідував лекційні заняття.

Відвідування практичних занять:

- 10 балів: студент відвідав 90-100 % лекційних занять;
 9 балів: студент відвідав 80-89 % лекційних занять
 8 балів: студент відвідав 70-79 % лекційних занять
 7 балів студент відвідав 60-69 % лекційних занять
 6 балів: студент відвідав 50-59 % лекційних занять
 5 балів: студент відвідав 40-49 % лекційних занять
 4 бали: студент відвідав 30-39 % лекційних занять
 3 бали: студент відвідав 20-29 % лекційних занять
 2 бали: студент відвідав 10-19 % лекційних занять
 1 бал: студент відвідав 1-9 % лекційних занять
 0 балів: студент не відвідував лекційні заняття

Контрольна робота:

Два питання кожне має максимальну оцінку 10.

- 9-10 - розгорнута відповідь, виявлено ґрунтовне розуміння предмету;
 7-8 - досить змістовна відповідь, виявлено розуміння предмету;
 5-6 - певна відповідь, виявлено певне розуміння предмету;
 3-4 - недостатньо обґрунтована відповідь, виявлено недостатнє розуміння предмету;
 1-2 - спроба обґрунтованої відповіді;
 0 - робота відсутня.

Критерії оцінювання знань студентів під час підсумкового контролю

Підсумкова робота складається з відповіді на 4 питання, оцінка яких співпадає з оцінювання контрольних робіт.

Шкала оцінювання

Сума балів за всі види навчальної діяльності протягом семестру	Оцінка	
	для чотирирівневої шкали оцінювання	для дворівневої шкали оцінювання
90 – 100	відмінно	зараховано
70-89	добре	
50-69	задовільно	
1-49	незадовільно	не зараховано

10. Рекомендована література

Основна література

1. J.Hopcroft, Introduction to Automata Theory, Languages, and Computation, Pearson; 3rd edition, 2006, 560p.
2. A. M. Turing, Computing Machinery and Intelligence. Mind 49: 433-460, 1950.
3. Melanie Mitchell, An Introduction to Genetic Algorithms, MIT Press; Reprint edition, 1998, 221p.
4. С.С. Шкільняк МАТЕМАТИЧНА ЛОГІКА Основи теорії алгоритмів, К.: ДП «Вид. дім «Персонал», 2009. — 280 с
5. Савченко О.Г., Валько Н.В., Кавун Г.М., Кузьмич Л.В. Теорія ймовірностей та математична статистика: Херсон: РВЦ «Колос», ХДАУ, 2017, 406 с.
6. Жураковський Ю.П., Полторак В.П., Теорія інформації та кодування, К., Вища шк., 2001, 255с.
7. Прийма С.М. Теорія алгоритмів, Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2018. – 116 с.

Допоміжна література

1. М. М. Биков, В. Д. Черв'яков, Дискретний аналіз і теорія автоматів, Суми, Сумський державний університет, 2016. 354 с
2. М.А. Новотарський, Б.Б. Нестеренко. Штучні нейронні мережі: обчислення, Праці Інституту математики НАН України, Т50, Київ: Ін-т математики НАН України, 2004, 408 с.
3. Gheorghe Păun, Grzegorz Rozenberg, Arto Salomaa, DNA Computing
4. New Computing Paradigms, Springer, 1998, 409p.
5. Дарвін Ч. Походження видів шляхом природного відбору або збереження порід у боротьбі за життя, Піраміда, 548с., 2009.
6. В.П.Семиноженко, В.В. Яновський, Перед обличчям Всесвіту, НТК <<Інститут монокристалів>> НАН України, Харків, Юнісофт, 2021, 223с.