

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
ІНСТИТУТ ПРОБЛЕМ МАТЕМАТИЧНИХ МАШИН І СИСТЕМ

ЗАТВЕРДЖЕНО
рішенням вченої ради
ПММС НАН України
від « 03 » серпня 2022 року
протокол № 7

РОБОЧА НАВЧАЛЬНА ПРОГРАМА
ДИСЦИПЛІНИ
«НЕЙРОКОМП'ЮТЕРИ ТА НЕЙРОТЕХНОЛОГІЇ»

Третій освітньо-науковий
рівень вищої освіти – доктор філософії

Спеціальність – 122 Комп'ютерні науки

Київ 2022

I. ЗАГАЛЬНІ ВІДОМОСТІ

Системи штучного інтелекту - це швидко прогресуючий розділ інформатики, що складає основу розвитку та впровадження інтелектуальних технологій в різних галузях науки та виробництва. За останні роки цей напрямок стає домінуючим в програмах досліджень та перспективних розробок в комп'ютерній галузі.

Метою даної дисципліни є вивчення принципів організації та проектування систем штучного інтелекту.

II. РОЗПОДІЛ УЧБОВОГО ЧАСУ

Семестр	Семестрова атестація	Всього	Розподіл за семестрами та видами занять				
			Лекції	Практ. заняття	Семінари	Лаб. роботи	Самостійна робота
1	Екзамен	150	34	34	-	-	82
Кількість кредитів		5					

Перелік основних компетенцій, що мають бути набути протягом навчання наведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Обов'язкові компетентності		Результати навчання
Загальні компетентності	Спеціальні (фахові) компетентності	
ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу. ЗК02. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел. ЗК03. Здатність працювати в міжнародному контексті. ЗК04. Здатність розв'язувати комплексні проблеми комп'ютерних наук на основі системного наукового	СК01. Здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерних науках та дотичних до них міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей.	РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання

<p>Світогляду та загального культурного кругозору із дотриманням принципів професійної етики та академічної доброчесності</p>	<p>СК02. Здатність застосовувати сучасні методології, методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень у сфері комп'ютерних наук, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси у науковій та освітній діяльності.</p> <p>СК04. Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти у галузі комп'ютерних наук та дотичні до неї міждисциплінарних проектах, демонструвати лідерство під час їх реалізації</p>	<p>нових знань та/або здійснення інновацій.</p> <p>РН03. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.</p> <p>РН04. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерних науках та дотичних міждисциплінарних напрямках.</p> <p>РН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні інженерні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми комп'ютерної науки з дотриманням норм академічної етики і врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.</p> <p>РН08. Визначати актуальні наукові та практичні проблеми у сфері комп'ютерних</p>
---	--	---

		<p>наук, глибоко розуміти загальні принципи та методи комп'ютерних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері комп'ютерних наук та у викладацькій практиці.</p> <p>РН10. Відшукувати, оцінювати та критично аналізувати інформацію щодо поточного стану та трендів розвитку, інструментів та методів досліджень, наукових та інноваційних проєктів з комп'ютерних наук</p>
--	--	---

III. ЦІЛІ ТА ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ

Типові задачі діяльності

- Проєктування нейрокомп'ютерів та прикладних нейросистем.
- Інтелектуалізація інтерфейсу інформаційних систем.
- Розробка та впровадження прикладних нейротехнологій.
- Проєктування інтелектуальних агентних систем.

Вміння, які забезпечуються

- Проводити збір, систематизацію та аналіз науково-технічної інформації з питань розробки та застосування нейронних мереж.
- Обґрунтовувати архітектуру та вимоги до компонент прикладних нейросистем та систем штучного.
- Розробляти методики формування масивів даних для навчання та тестування нейронних мереж.
- Розробляти та реалізовувати у вигляді комп'ютерних програм алгоритми нейронних мереж та засобів пре- та постпроцесінгу даних.
- Забезпечувати надійність та ефективність програм нейросистем.

IV. ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН

IV.1. Розподіл учбового часу по темах

Назва розділів, тем	Розподіл за семестрами та видами занять						
	Всього	Лекції	Практ. заняття	Семінари	Лаб. роботи	Комп. Практи.	СРС
1	2	3	4	5	6	7	8
Семестр 1							
Розділ 1. Нейрокомп'ютери та нейротехнології							
Тема 2.1. Штучні нейронні мережі. Основні поняття. Будова та функції нервової системи. Гіпотеза коннекціонізму. Формальні нейрони,. Порогова логіка. Правило Хебба.	4	2					2
Тема 2.2. Перцептрон Розенблатта. Формування класифікаційних ознак та методи навчання. Дельта-правило. Модель перцептрона В.М. Глушкова.. Перші вітчизняні перцептрони.	10	2	2				6
Тема 2.3. Мережі прямого поширення Алгоритм зворотного поширення похибки. Узагальнене дельта-правило, коефіцієнти швидкості та моменту навчання.	14	2	4				8
Тема 2.4. Залежність навчання від характеру поверхні похибок. Прискорені градієнтні методи навчання. Реалізація алгоритмів зворотнього поширення в нейрокомп'ютері NeuroLand.	14	4	4				6
Тема 2.5. Градієнтні методи оптимізації другого порядку. Методи Ньютона та Гауса-Ньютона. Наближена оцінка матриці Гессе. Алгоритми Флетчера-Пауелла та Левенберга-Маквардта.	10	2	2				6
Тема 2.6. Нейромережа Хопфілда. Поняття енергії, атракторні стани.. Двостороння асоціативна пам'ять. Застосування мережі Хопфілда для вирішення задачі комівояжера.	10	2	2				6
Тема 2.7. Псевдоінверсний алгоритм навчання. Рівняння стабільності. Псевдообернення матриць. Проекційні матриці. Атракторний радіус. Метод рознасичення синаптичної матриці. .	14	4	4				6
Тема 2.8. Гібридні нейросистеми. Клітинна архітектура, алгоритм Бруколлі. Каскадна та модульна псевдоінверсна пам'ять. Асоціативна пам'ять нейрокомп'ютера NeuroLand.	10	2	2				6
Тема 2.9. Зростаючі нейромережі. Метод каскадної кореляції. Каскадна псевдоінверсна мережа. Модульна адаптивна асоціативна пам'ять.	8	2	2				4
Тема 2.10. Нейромережі, здатні до самонавчання. Мережа Кохонена. Псевдоінверсні кластеризатори Метод радіальних базисних функцій.	14	4	4				6
Тема 2.11. Концепція нейроуправління. Паралельні та послідовні схеми нейроуправління. ПІД-нейроконтролери. Рекурентні нейронні мережі.	14	4	4				6

1	2	3	4	5	6	7	8
Тема 2.12. Основи нейротехнології. Проектування прикладних нейросистем. Методи навчання, тестування, валідації. Методи оптимізації мереж. Засоби нейротехнології в програмі NeuroLand.	16	4	4				8
Підготовка до екзамену	12						12
Всього за 1 семестр	150	34	34				82

IV.2. Практичні заняття

1 семестр

<u>Практичне заняття 1.</u> Будова і функції NeuroLand	2 години
<u>Практичне заняття 2.</u> Моделювання перцептрона Розенблата	2 години
<u>Практичне заняття 3.</u> Експериментальне вивчення алгоритму зворотного поширення похибки	2 години
<u>Практичне заняття 4.</u> Застосування алгоритму Back-Prop для стиснення даних.	2 години
<u>Практичне заняття 5.</u> Порівняння методів навчання першого та другого порядку	2 години
<u>Практичне заняття 6.</u> Вивчення впливу параметрів алгоритму на перебіг процесу навчання	2 години
<u>Практичне заняття 7.</u> Властивості асоціативної пам'яті NeuroLand.	2 години
<u>Практичне заняття 8.</u> Вирішення задачі комівояжера за допомогою нейромережі Хопфілда	2 години
<u>Практичне заняття 9.</u> Експериментальна оцінка атракторного радіусу псевдоінверсної мережі	2 години
<u>Практичне заняття 10.</u> Метод рознасичення синаптичної матриці	2 години
<u>Практичне заняття 11.</u> Застосування модульної асоціативної для розпізнавання образів	2 години
<u>Практичне заняття 12.</u> Експериментальне вивчення каскадних нейромереж	2 години
<u>Практичне заняття 13.</u> Програмування методу головних компонент	2 години
<u>Практичне заняття 14.</u> Засоби препроесінгу NeuroLand	2 години
<u>Практичне заняття 15.</u> Рекурентні нейронні мережі	2 години
<u>Практичне заняття 16.</u> Метод навчання SaveBest	2 години
<u>Практичне заняття 17.</u> Оптимізація структури нейромереж	2 години

V. ПОТОЧНИЙ ТА ПІДСУМКОВИЙ КОНТРОЛЬ

Поточний контроль здійснюється під час проведення лекцій та практичних занять.

Підсумковий контроль – це оцінювання засвоєння студентами всього теоретичного матеріалу та рівня практичної підготовки з навчальної дисципліни.

Підсумкова оцінка виставляється за результатами поточного контролю за шкалою оцінювання, наведеною в таблиці 2.

Таблиця 2

Оцінка (за національною шкалою)	Бали
Атестований з оцінкою "відмінно"	91-100
Атестований з оцінкою "добре"	76-90
Атестований з оцінкою "задовільно"	60-75
Не атестований з оцінкою "незадовільно"	26-59
Не атестований з оцінкою "н/а"	0-25

Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену.

VI. ПЕРЕЛІК ЕКЗАМЕНАЦІЙНИХ ПИТАНЬ

1. Штучні нейронні мережі.
2. Основні поняття.
3. Будова та функції нервової системи.
4. Гіпотеза коннекціонізму.
5. Формальні нейрони.
6. Порогова логіка.
7. Правило Хебба.
8. Перцептрон Розенблатта.
9. Формування класифікаційних ознак та методи навчання.
10. Дельта-правило.
11. Модель перцептрона В.М. Глушкова..
12. Перші вітчизняні перцептрони.
13. Мережі прямого поширення
14. Алгоритм зворотного поширення похибки.
15. Узагальнене дельта-правило, коефіцієнти швидкості та моменту навчання.
16. Залежність навчання від характеру поверхні похибок.
17. Прискорені градієнтні методи навчання.
18. Реалізація алгоритмів зворотнього поширення в нейрокомп'ютері NeuroLand.
19. Градієнтні методи оптимізації другого порядку.
20. Методи Ньютона та Гауса-Ньютона.
21. Наближена оцінка матриці Гессе.

22. Алгоритми Флетчера-Пауелла та Левенберга-Маквардта.
23. Нейромережа Хопфілда.
24. Поняття енергії, атракторні стани.
25. Двостороння асоціативна пам'ять.
26. Застосування мережі Хопфілда для вирішення задачі комівояжера.
27. Псевдоінверсний алгоритм навчання.
28. Рівняння стабільності.
29. Псевдообернення матриць.
30. Проекційні матриці.
31. Атракторний радіус.
32. Метод рознасичення синаптичної матриці. .
33. Гібридні нейросистеми.
34. Клітинна архітектура, алгоритм Бруколлі.
35. Каскадна та модульна псевдоінверсна пам'ять.
36. Асоціативна пам'ять нейрокомп'ютера NeuroLand.
37. Зростаючі нейромережі.
38. Метод каскадної кореляції.
39. Каскадна псевдоінверсна мережа.
40. Модульна адаптивна асоціативна пам'ять.
41. Нейромережі, здатні до самонавчання.
42. Мережа Кохонена.
43. Псевдоінверсні кластеризатори
44. Метод радіальних базисних функцій.
45. Концепція нейроуправління.
46. Паралельні та послідовні схеми нейроуправління.
47. ПД-нейроконтролери.
48. Рекурентні нейронні мережі.
49. Основи нейротехнології.
50. Проектування прикладних нейросистем.
51. Методи навчання, тестування, валідації.
52. Методи оптимізації мереж.
53. Засоби нейротехнології в програмі NeuroLand.

VII. НАВЧАЛЬНО-МЕТОДИЧНІ МАТЕРІАЛИ

Основна література

1. Д.Ф. Люгер Искусственный интеллект. Стратегии и методы решения сложных проблем / Пер. с англ. – Москва - Санкт-Петербург – Киев. Вильямс. 2003. 863с.
2. Г.А. Гаврилова, В.Ф. Хорошевский Базы знаний интеллектуальных систем / Санкт-Петербург, Москва, Харьков, Минск. Питер. 2000. 382с.
3. А. Тей, П. Грибомон, Ж. Луи и др. Логический подход к искусственному интеллекту / Пер. с фр. Ред. Гаврилов. – М. Мир. 1990. 429с.
4. В.П. Гладун Планирование решений / - Киев. Наукова думка. 1987. 168с.
5. Е. И. Ефимов Решатели интеллектуальных задач / - М. Наука. 1982. 316с.
6. Э. Хант Искусственный интеллект / Пер. с англ. – М. Мир. 1978. 558с.
7. С. Осовский Нейронные сети для обработки информации / Пер. с польского – М. Финансы и статистика. 2004. 343с.
8. Р. Каллан Основные концепции нейронных сетей / Пер. с англ. – Москва - Санкт-Петербург – Киев. Вильямс. 2003. 287с.

9. М.А. Новотарський, Б.Б. Нестеренко Штучні нейронні мережі: Обчислення / -Ін-т Математики НАН України. Київ. 2004. 407с.
10. Л.Г. Комарцова, А.В. Максимов. Нейрокомпьютеры: Учеб. пособие для вузов. / -М.: Изд-во МГТУ им. Н. Баумана, 2002. –320 с. ил.
11. Галушкин А.И. Нейрокомпьютеры / -М.: ИПРЖР, 2000.- 528 с. (Нейрокомпьютеры и их применение, кн.3).
12. Омату С. Нейроуправление и его приложения / пер. с англ. -М.: ИПРЖР, 2000.- 272 с.: ил. (Нейрокомпьютеры и их применение, кн.2).
13. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника / Пер. с англ.– М. Мир 1992.–223 с.

Додаткова література

14. Дж. Слейгл Искусственный интеллект. Подход на основе эвристического программирования / Пер. с англ. - М. Мир. 1973 319с.
15. Системы управления базами данных и знаний / Ред. Наумов. М. Финансы и статистика. 1991. 348с.
16. S. Russel, P. Norvig Artificial Intelligence: A Modern Approach \ Prentice Hall. 1995. 932p.
17. Уоссермен Ф. Нейрокомпьютерная техника / Пер. с англ.– М. Мир 1992.–223 с.
18. Нейронные сети: история развития теории / Ред. А.И. Галушкин, Я.З. Цыпкин. – М.: ИПРЖ, 2001.- 840 с.: ил. (Нейрокомпьютеры и их применение, кн.5).
19. Нейрокомпьютеры и интеллектуальные роботы / Ред. Н.М. Амосов.- Киев: Наукова думка, 1991. – 269с.
20. Галушкин А.И. Теория нейронных сетей /- М.: ИПРЖР, 2000.- 416 с.: ил. (Нейрокомпьютеры и их применение, кн.1).
21. Медведев В.С., Потемкин В.Г. Нейронные сети. МАТЛАВ 6 / ред. В.Г. Потемкин – М: ДИАЛОГ-МИФИ, 2002. – 496 с. (Пакеты прикладных программ; кн. 4).
22. В.А. Терехов, Д.В. Ефимов, И.Ю. Тюкин Нейросетевые системы управления / -Изд-во ж. “Радиотехника” М. 2002. 479с.
23. Архангельский В.И., Богаенко И.Н., Грабовский Г.Г., Рюмшин Н.А. Нейронные сети в системах автоматизации /- К.: “Техніка“, 1999. – 364 с.
24. Перцептроны – система распознавания образов / ред. А.Г. Ивахненко - Киев: Наукова Думка, 1975.
25. Кохонен Т. Ассоциативная память / - М.: Мир, 1980.
26. Haykin S. Neural Networks A Comprehensive Foundation / 2nd ed. – Prentice Hall, -1999. – 842 p.
27. Vapnik V. Statistical Learning Theory / - John Willey & Sons Inc., -1998. 736 p.

Спеціалізовані програмні засоби

Програмний нейрокомп'ютер NeuroLand.

Програму склав
д.т.н., с.н.с. **РІЗНИК О.М.**