

**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК ТА КІБЕРНЕТИКИ

Кафедра теоретичної кібернетики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

**Заступник декана
з навчальної роботи**

Олена КАШПУР

«12» листопада 2021 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
НЕЙРОМЕРЕЖІ ТА НЕЙРООБЧИСЛЕННЯ**

для студентів

галузь знань

12 «Інформаційні технології»

спеціальність

122 «Комп'ютерні науки»

освітній рівень

бакалавр

освітня програма

«Інформатика»

вибірковий блок

«Інформаційні технології та системи»

вид дисципліни

вибіркова

Форма навчання

денна

Навчальний рік

2023/2024

Семестр

8

Кількість кредитів ECTS

4

Мова викладання, навчання

та оцінювання

українська

Форма заключного контролю

іспит

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 – 2021

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

ЗАТВЕРДЖЕНО

Зав. кафедри теоретичної кібернетики

Юрій КРАК Юрій КРАК
(підпис)

Протокол № 7 від « 8 » листопада 2021 р.

Схвалено Гарантом освітньо-професійної програми «Інформатика»

Людмила ОМЕЛЬЧУК Людмила ОМЕЛЬЧУК
(підпис)

« 11 » лютого 2021 р.

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

Протокол від « 11 » листопада 2021 року № 7

Голова науково-методичної комісії Людмила ОМЕЛЬЧУК
(підпис)

« 11 » листопада 2021 року

1. **Мета дисципліни** – вивчення основних підходів та алгоритмів для розробки та навчання нейронних мереж, оволодіння технікою розробки програмного забезпечення для реалізації процесів навчання нейронних мереж.

2. Попередні вимоги до опанування або вибору навчальної дисципліни

Знати: дискретну математику, інтелектуальну обробку даних, проблеми штучного інтелекту, структури даних і алгоритми, теорію алгоритмів та основи програмування 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», *вибіркового блоку* «Інформаційні технології та системи». Викладається в 8-му семестрі, обсяг 120 год. (4 кредити ECTS), з них лекції – 42 год., консультації – 2 год., самостійна робота – 76 год.

В основу дисципліни покладено основні поняття біологічних та штучних нейронних мереж, методи та алгоритми навчання нейронних мереж, принципи їх реалізації мовами програмування, застосування в прикладних задачах.

Розглядаються методи та алгоритми навчання штучних нейронних мереж, 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	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
РН4.1	Організація та керівництво професійним розвитком осіб та груп	Самостійна робота	ПЗ	5

РН4.2	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	Р Н 1 · 1	РН 1.2	РН 2.1	РН 2.2	РН 3.1	РН 4.1	РН 4.2
Програмні результати навчання							
<i>(з опису освітньої програми)</i>							
ПРН22.3. Знати технології штучного інтелекту та вміти застосовувати їх у розв'язанні практичних задач.	+	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки

7.1 Форми оцінювання студентів:

- семестрове оцінювання:

Восьмий семестр

1. Контрольна робота 1: РН1.1, РН1.2, РН2.1, РН4.2 – 20 б./12 б.

2. Контрольна робота 2: РН1.1, РН1.2, РН2.1, РН4.2 – 20 б./12 б.

3. Практичне завдання за частиною 2 (програмна реалізація алгоритму з частини 2 із застосуванням до набору тестових даних, отриманням чисельного результату та складанням звіту): РН 1.1., РН1.2, РН2.1, РН 3.1, РН4.1, РН4.2 — 20 балів/ 12 балів.

- підсумкове оцінювання (у формі іспиту):

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

- результати навчання, які оцінюються: РН1.1, РН1.2, РН2.1, РН4.2;

- форма проведення: письмова;

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

Студент допускається до екзамену, якщо в семестрі набрав не менше ніж 20 балів. Для отримання загальної позитивної оцінки з дисципліни оцінка за екзамен має бути не менше 24 балів.

Типові завдання контрольних робіт

Контрольна робота № 1

- Для сигмоїдальної функції $\varphi(t) = \frac{1 - \exp(-at)}{1 + \exp(-at)}$ доведіть рівність $\frac{d\varphi(t)}{dt} = \frac{a}{2} (1 - \varphi^2(t))$, визначіть в яку функцію виродиться $\varphi(t)$ при $a \rightarrow \infty$.
- Доведіть, що лінійний нейрон можна апроксимувати сигмоїдальним нейроном. Якими будуть синаптичні ваги.

Контрольна робота № 2

- Розробити елементи інтелектуальної системи, що використовує карти Кохонена.
- Розробити елементи програмного забезпечення для реалізації мережі Хопфілда.

Питання до оцінювання

- Загальна характеристика та основні принципи побудови нейромереж.
- Класифікація та види моделей нейромереж.
- Властивості штучних нейромереж.
- Загальне уявлення про навчання нейромереж.

5. Характеристики процесу навчання.
6. Вимоги до навчальних вибірок даних.
7. Одношарові мережі.
8. Біологічні нейрони та їх фізичні моделі.
9. Поняття: синапс, ваговий коефіцієнт, поріг, дискримінантна функція, функція активації, одношаровий персептрон.
10. Метод навчання Уїдрой-Хоффа.
11. Метод найменших квадратів як основа алгоритму Уїдрой-Хоффа.
12. Можливості і властивості одношарових персептронів.
13. Нейронні мережі прямого поширення.
14. Багатошарові мережі.
15. Багатошаровий персептрон: модель і принципи побудови архітектури.
16. Алгоритм зворотного поширення помилки.
17. Градієнтні алгоритми навчання багатошарових нейромереж.
18. Порівняння моделей та алгоритмів навчання нейромереж прямого поширення.
19. Радіально-базисні мережі.
20. Моделі та принципи синтезу архітектури радіально-базисних нейромереж.
21. Методи навчання радіально-базисних нейромереж.
22. Застосування кластер-аналізу при навчанні радіально-базисних нейромереж.
23. Повнозв'язні нейронні мережі.
24. Бінарні повнозв'язні нейромережі Хопфілда.
25. Мережі Хопфілда у задачах комбінаторної оптимізації.
26. Нейромережа Ельмана.
27. Нейронні мережі Кохонена.
28. Карти Кохонена.
29. Карти ознак самоорганізації Кохонена: нейронна мережа SOM.
30. Застосування мереж Кохонена у задачах кластер-аналізу та геоінформаційних системах.
31. Згорткові нейронні мережі.
32. Згорткові шари та шари агрегування.
33. Нормалізуючі та повнозв'язні шари.
34. Загальна структура згорткової нейронної мережі.
35. Операція згортки, її особливості.
36. Фільтри для операції згортки.
37. Агрегувальні шари.
38. Рівні втрат та вибір функції втрат.
39. Функція перехресної ентропії.
40. Структура нечіткої мережі.
41. Нечітка мережа Такагі-Сугено-Канга.
42. Структура мережі Ванга-Менделя.
43. Гібридний алгоритм навчання нечітких мереж.
44. Використання алгоритму самоорганізації для навчання нечітких мереж.
45. Адаптивний алгоритм самоорганізації нечіткої мережі.

7.2 Організація оцінювання

Терміни проведення оцінювання в першому семестрі

1. Контрольні роботи: № 1 – після лекції №7, № 2 – після лекції №20.

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

Тема практичного завдання вибирається з переліку тем лекцій та узгоджується з викладачем не пізніше 4-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

7.3 Шкала відповідності оцінок

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

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план лекційних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин	
		Лекції	Самостійна робота
Частина 1. Нейронні мережі прямого поширення.			
1.	Тема 1. Загальна характеристика та основні принципи побудови нейромереж. <i>Самостійна робота:</i> Біологічні основи штучних нейронів	2	8
2.	Тема 2. Одношарові мережі. <i>Самостійна робота:</i> Градієнтні методи навчання одношарових мереж.	4	6
3.	Тема 3. Багатошарові мережі <i>Самостійна робота:</i> Евристичні методи навчання мережі.	4	8
4.	Тема 4. Радіально-базисні мережі <i>Самостійна робота:</i> Методи вибору кількості базисних функцій.	4	8
	<i>Контрольна робота 1</i>		2
	Всього по частині 1	14	32
Частина 2. Повно зв'язні нейронні мережі.			
5.	Тема 1. Методи навчання нейронних мереж. <i>Самостійна робота:</i> Алгоритми самонавчання.	4	6
6.	Тема 2. Ймовірнісні нейронні мережі. <i>Самостійна робота:</i> Каскадно-кореляційні нейронні мережі.	4	8
7.	Тема 3. Нейродинаміка і рекурентні мережі: мережі Хопфілда, мережі Ельмана. <i>Самостійна робота:</i> Нейронна мережа RTRN.	6	8
8.	Тема 4. Нейронні мережі Кохонена. <i>Самостійна робота:</i> Використання нейронних мереж з самоорганізацією.	2	6
9.	Тема 5. Згорткові нейронні мережі <i>Самостійна робота:</i> Генеративно-змагальні нейронні мережі.	6	8
10.	Тема 6. Нечіткі нейронні мережі. <i>Самостійна робота:</i> Адаптивні алгоритми самоорганізації нечітких мереж.	6	6
	<i>Контрольна робота 2</i>		2
	Всього по частині 2	28	44
	Всього	42	76

Загальний обсяг 120 год. (4 кредити ECTS), у тому числі:

Лекцій – 42 год.

Консультації – 2 год.

Самостійна робота – 76 год.

9. Рекомендовані джерела

Основні:

1. Анисимов А.В. Информатика. Творчество. Рекурсия./ А.В. Анисимов – К.: Наукова думка, 1988.
2. Амосов Н.М. Алгоритмы разума./ Н.М. Амосов. — К.: Наукова думка, 1979.
3. Бодянский Е.В. Искусственные нейронные сети: архитектуры, обучение, применения. / Е.В. Бодянский, О.Г.Руденко. – Харьков, 2004.
4. Субботін С. О. Неітеративні, 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.
5. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс/ С. Хайкин. – М.: Изд-во “Вильямс”, 2006.
6. Рутковская Д., Пилинський М., Рутковский Л. Нейронные сети, генетические алгоритмы и нечеткие системы. / Д. Рутковская, М. Пилинський, Л. Рутковский.- М.: Изд-во “Горячая линия-Телеком”, 2006.
7. Pashko A. Fingerspelling Alphabet 3D Modeling and Recognition Base on CNN Technology for Cross Platform Applications / S. Kondratiuk, Iu. Krak, O. Barmak, A. Pashko // Proceedings of the Second International Workshop on Computer Modeling and Intelligent Systems (CMIS-2019), Zaporizhzhia, Ukraine, April 15-19, 2019. CEUR Workshop Proceedings 2353, CEUR-WS.org 2019. – P.173-182.
8. Теслер Г.С. Новая кибернетика. / Г.С. Теслер. – Киев: Логос, 2004.

Додаткові:

9. Глушков В.М. Кибернетика, вычислительная техника, информатика. Избранные труды в 3-х т. – Т. 2: ЭВМ – техническая база кибернетики. / В.М. Глушков. – Киев: Наукова думка, 1990.
10. Пашко А.О. Використання нейронних мереж при визначеності ефективності ринку / А.О. Пашко, В.І. Вялкова // Інформаційні технології в економіці, менеджменті і бізнесі. Проблеми науки практики освіти. Матеріали XIV міжнародної науково-практичної конференції.- Київ. Т1. С. 308-309.
11. Minsky M. Semantic Information Processing. / M. Minsky. — Cambridge Mass.: MIT Press, 1968.
12. Олійник А. О. Інтелектуальний аналіз даних : навчальний посібник / А. О. Олійник, С. О. Субботін, О. О. Олійник . – Запоріжжя : ЗНТУ, 2011.
13. Дубровін В. І. Методи оптимізації та їх застосування в задачах навчання нейронних мереж : навчальний посібник / В. І. Дубровін, С. О. Субботін . – Запоріжжя : ЗНТУ, 2003.
14. Комашинский В.И., Смирнов Д.А. Нейронные сети и их применение в системах управления и связи. / В.И. Комашинский, Д.А. Смирнов. - М.: Горячая линия-Телеком, 2003.
15. Кутовецкий В.Я. Розпізнання образів: Навчальний посібник. / В.Я. Кутовецкий. — Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П. Могили, 2003.
16. Бондарев В.Н. Искусственный интеллект: Учебное пособие для ВУЗов / Бондарев В.Н. Аде Ф.Г. — Севастополь: Изд-во СевНТУ, 2002.

10. Додаткові ресурси

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