**КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

Факультет радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

Кафедра математики та теоретичної радіофізики

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Декан

___________ Андрій НЕТРЕБА

«____»_________2023 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Штучні нейронні мережі для задач прикладної фізики

для студентів

галузь знань	**10 Природничі науки**
спеціальність	**105 Прикладна фізика та наноматеріали**
освітній рівень	**другий (магістр)**
освітня програма	**Прикладна фізика та наноматеріали**
вид дисципліни	**вибіркова**

Форма навчання	**денна**
Навчальний рік	**2024/2025**
Семестр	**3**
Кількість кредитів ECTS	**3**
Мова викладання, навчання та оцінювання	**українська**
Форма заключного контролю	**залік**

Викладач:
Андрій НЕТРЕБА, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математики та теоретичної радіофізики

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. ___________ (_______________) «___» _________ 20__ р.
на 20__/20__ н.р. ___________ (_______________) «___» _________ 20__ р.

КИЇВ – 2023

Розробник:

Андрій НЕТРЕБА, кандидат фізико-математичних наук, доцент кафедри математики та теоретичної радіофізики

ЗАТВЕРДЖЕНО

Завідувач кафедри математики та теоретичної радіофізики

____________ Володимир ВИСОЦЬКИЙ

Протокол № __ від «___» __________

Схвалено науково-методичною комісією факультету радіофізики, електроніки та комп'ютерних систем

____

Протокол від «____» _____________ 2023 року №___

Голова науково-методичної комісії ___________________ Сергій РАДЧЕНКО

«_____» _________________ 2023 року

ВСТУП

1. **Мета навчальної дисципліни** «Штучні нейронні мережі для задач прикладної фізики» — оволодіння основними темами у галузі застосування методів побудови штучних нейронних мереж, технологій штучного інтелекту для завдань прикладної фізики, електроніки, технологій роботи з великими масивами даних.

2. **Попередні вимоги для вивчення навчальної дисципліни:**
Для вивчення дисципліни «Штучні нейронні мережі для задач прикладної фізики» необхідно успішне опанування наступних курсів:
«Методологія та організація наукових досліджень з основами інтелектуальної власності», «Прикладна фізика та електроніка», «Нанофізика та нанотехнології».

3. **Анотація навчальної дисципліни:** Дисципліна «Штучні нейронні мережі для задач прикладної фізики» передбачає вивчення основних типів нейронних мереж, їх елементів, методів навчання та прикладів прикладного застосування.

4. Завдання (навчальні цілі):

- Надати студентам основні теоретичні відомості з навчальної дисципліни Штучні нейронні мережі для задач прикладної фізики.
- Розширити уявлення про базові тематики побудови нейронних мереж у завданнях фізики та електроніки.
- Навчити застосовувати основні відомості курсу у професійній діяльності, розвивати у студентів аналітичне мислення та науковий підхід.
- Навчити застосовувати отримані знання та уміння при виконанні робіт з моделювання, статистичного оцінювання та системного аналізу.

Дисципліна спрямована на формування наступних загальних компетентностей:

ЗК 1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;

ЗК 3. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК 6. Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.

ЗК 9. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК 10. Здатність генерувати нові ідеї (креативність).

ЗК 13. Здатність працювати автономно.

Дисципліна спрямована на формування наступних фахових компетентностей:

ФК 9. Здатність до постійного поглиблення знань в галузі прикладної фізики, інженерії та комп'ютерних технологій.

ФК 12. Здатність використовувати знання про фізичну природу об'єктів у роботах по створенню нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів і речовин, зокрема, наноматеріалів.

5. Результати навчання. У результаті вивчення дисципліни «Штучні нейронні мережі для задач прикладної фізики» студент отримає підготовку, достатню для подальшого навчання за освітньою програмою, самостійного вивчення необхідної наукової літератури, вирішення типових задач, що потребують використання методів та знань у галузі побудови та застосування штучних нейронних мереж, моделювання, статистичного оцінювання та системного аналізу.

Результат навчання (1, знати; 2, вміти; 3, комунікація; 4, автономність та відповідальність)		Форми (та/або методи і технології) викладання і навчання	Методи оцінювання та пороговий критерій оцінювання (за необхідності)	Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1	**знати**:	лекції, самостійна робота	оцінювання виконання контрольних робіт, завдання заліку	до 50
1.1	Основні моделі та методи штучних нейронних мереж.	лекції, самостійна робота	оцінювання виконання контрольних робіт, завдання заліку	
1.2	Метод зворотнього розповсюдження навчання нейронної мережі.	лекції, самостійна робота	оцінювання виконання контрольних робіт, завдання заліку	
1.3	Метод Розенблата навчання нейронної мережі. Метод Відроу-Хоффа навчання нейронної мережі.	лекції, самостійна робота	оцінювання виконання контрольних робіт, завдання заліку	
1.4	Методи навчання нейронних мереж .	лекції, самостійна робота	оцінювання виконання контрольних робіт, завдання заліку	
1.5	Нейроннна мережа Кохонена. Нейроннна мережа Хопфілда.	лекції, самостійна робота	оцінювання виконання контрольних робіт, завдання заліку	
1.6	Класифікатор на базі нейронної мережі Хеммінга. Класифікатор на базі одношарової та багатошарової нейронних мереж.	лекції, самостійна робота	оцінювання виконання контрольних робіт, завдання заліку	
1.7	Побудова асоціативної пам'яті на базі нейронної мережі Хопфілда.	лекції, самостійна робота	оцінювання виконання контрольних робіт, завдання заліку	
2	**вміти**:	лекції, самостійна	оцінювання	до 30

		робота	виконання контрольних робіт, завдання заліку	
2.1	Опановувати та знаходити матеріали та вказаною тематикою	лекції, самостійна робота	оцінювання виконання контрольних робіт, завдання заліку	
2.2	Доповідати, аналізувати наукові матеріали, публікації	Залік, підсумки контрольних робіт	оцінювання виконання контрольних робіт, завдання заліку	
3	**комунікація**		оцінювання виконання контрольних робіт, завдання заліку	до 10
3.1	Розподіляти акценти при опрацюванні матеріалів	контрольні роботи, самостійна робота	оцінювання виконання контрольних робіт, завдання заліку	
4	**автономність та відповідальність**		оцінювання виконання контрольних робіт, завдання заліку	до 10
4.1	Оптимально планувати роботу при самостійному вивченні матеріалу	контрольні роботи, самостійна робота	оцінювання виконання контрольних робіт, завдання заліку	

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни / Програмні результати навчання (назва)	Код										
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	3.1	4.1
ПРН 1. Глибокі знання в галузі сучасної прикладної фізики і фізики наноматеріалів.	+	+	+	+	+	+	+				
ПРН 2. Розуміння технологій та теоретичних та	+	+	+	+	+	+	+				

експериментальних методів дослідження властивостей речовин і матеріалів.											
ПРН 3. Знання сучасних обчислювальних та інформаційних технологій.											
ПРН 7. Застосовувати фізичні, математичні та комп'ютерні моделі для дослідження фізичних явищ, приладів і наукоємних технологій.;	+	+	+	+	+	+	+				
ПРН 8. Знаходити прогресивні та інноваційні рішення проблем і завдань при виконанні науково-технічних проектів.								+	+	+	+
ПРН 11. Розробляти фізичні основи створення нових приладів, апаратури, обладнання, матеріалів, речовини, технологій.	+	+	+	+	+	+	+				
ПРН 17. Об'єктивна самооцінка отриманих результатів та спроможність забезпечувати їх надійність.	+	+	+	+	+	+	+				
ПРН 18. Розв'язувати складні наукові, дослідницькі та інженерно-технічні задачі в області прикладної фізики та фізики наноматеріалів, які вимагають поглиблених знань у галузі фізики, математики, комп'ютерних технологій.	+	+	+	+	+	+	+				

7. Схема формування оцінки

7.1.форми оцінювання:

- **Семестрове оцінювання**: Передбачено виконання контрольних робіт, їх обговорення та відповіді на запитання. Умови допуску до підсумкового контролю: студент повинен набрати під час семестру не менше за 36 балів.

- **Робота в аудиторії** є частиною відповідного модуля, відповіді на запитання, підготовка до контрольних робіт.
- **Письмові контрольні роботи** проводяться після завершення відповідних тем. Замість контрольних робіт можуть бути зараховані індивідуальні завдання.

– **Підсумкове оцінювання (у формі заліку):** форма заліку письмово-усна. Всього на залік можна отримати від 0 до 40 балів. Умовою досягнення позитивної оцінки за дисципліну є отримання не менш ніж 60 балів, при цьому оцінка за результатами навчання 2 [вміння] і 4 [автономність та відповідальність] не може бути меншою ніж 50% від максимального рівня (10 і 5 балів відповідно), оцінка за залік не може бути меншою 20 балів. У випадку відсутності студента з поважних причин відпрацювання здійснюються у відповідності до „Положення про порядок оцінювання знань студентів при кредитно-модульній системі організації навчального процесу" від 1 жовтня 2010 року.

7.2. Організація оцінювання

Орієнтований графік оцінювання:

Форма оцінювання	Орієнтовний період для здійснення відповідної форми оцінювання
Оцінювання контрольної роботи 1	вересень
Оцінювання контрольної роботи 2	жовтень
Оцінювання контрольної роботи 3	листопад
Залік	грудень

Розрахунок балів, які отримують при успішній здачі заліку:

Значення	Змістовні модулі	Залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

7.3. Шкала відповідності оцінок
Залік

Оцінка (за національною шкалою) / National grade	Рівень досягнень, % / Marks, %
Зараховано / Passed	60-100%
Не зараховано / Fail	0-59%

8. Структура навчальної дисципліни. Тематичний план занять

№ теми	Назва лекції	Кількість годин	
		Лекції	Сам. робота
Змістовий модуль №1			
1	Основні моделі та методи штучних нейронних мереж.	**4**	**6**
2	Метод зворотнього розповсюдження навчання нейронної мережі.	**4**	**6**
3	Метод Розенблата навчання нейронної мережі.	**2**	**6**
4	Метод Відроу-Хоффа навчання нейронної мережі.	**2**	**6**
5	Методи навчання нейронних мереж .	**2**	**6**
6	Нейроннна мережа Кохонена.	**2**	**6**
7	Нейроннна мережа Хопфілда.	**2**	**6**
8	Класифікатор на базі нейронної мережі Хеммінга.	**2**	**6**
9	Класифікатор на базі одношарової та багатошарової нейронних мереж.	**6**	**7**
10	Побудова асоціативної пам’яті на базі нейронної мережі Хопфілда.	**2**	**6**
	ВСЬОГО	**28**	**61**

ВСЬОГО ЗА СЕМЕСТР	**28**	**61**

Самостійна робота студентів (СРС).

1. Методи моделювання фізичних, соціальних та економічних показників.
2. Технології штучного інтелекту в системах скринінгу.
3. Методи розпізнавання образів для медичних зображень

Загальний обсяг	**90** год., в тому числі:
Лекції	**28 год.**
Консультації	**1 год.**
Самостійна робота	**61 год.**

Словник термінів.

Термін	Переклад	Поясненя (приклади)
Neural network	Штучна нейронна мережа ґрунтується на сукупності з'єднаних вузлів (англ. units, nodes), які називають штучними нейронами, які приблизно моделюють нейрони біологічного мозку. Кожне з'єднання, як і синапси в біологічному мозку, може передавати сигнал до інших нейронів. [1]	The methods of artificial neural networks are used in the tasks of building modulation, evaluation and classification systems.
Machine learning	Машинне навчання.	Machine learning is a branch of artificial intelligence (AI) and computer science which focuses on the use of data and algorithms to imitate the way that humans learn, gradually improving its accuracy. IBM has a rich history with machine learning. One of its own, Arthur Samuel, is credited for coining the term, “machine learning” with his research (link resides outside ibm.com) around the game of checkers. Robert Nealey, the self-proclaimed checkers master, played the game on an IBM 7094 computer in 1962, and he lost to the computer. Compared to what can be done today, this feat seems trivial, but it’s considered a major milestone in the field of artificial intelligence. [2]
Artificial Intelligence	Штучний інтелект.	Artificial intelligence the science and engineering of making intelligent machines" was coined in 1956. [3]

[1] From https://ttps://uk.wikipedia.org
[2] From https://www.ibm.com/topics/machine-learning
[3] From https://www.etymonline.com/word/AI#etymonline_v_52103

Рекомендована література

Основні джерела:

1. І.А. Терейковський, Д.А. Бушуєв, Л.О. Терейковська. Штучні нейронні мережі:базові положення: навч.посібник. – Київ НТУУ КПІ ім. Ігоря Сікорського 2022, 123 с.
2. Л. М. Добровська, І. А. Добровська. Теорія та практика нейронних мереж : навч. посіб. – К. : НТУУ «КПІ» Вид-во «Політехніка», 2015. – 396 с.
3. Л. М. Добровська, І. А. Добровська Штучний інтелект. Основи теорії нейронних мереж: метод. вказівки до практ. занять для студ. спец. «Інформаційні управляючі системи та технології» міжуніверситетськ. медико-інженер. ф-ту . – Київ: НТУУ «КПІ», 2009. – 180 с.
4. В. Д. Дмитрієнко, О. Ю. Заковоротний, В. І. Носков, М. В. Мезенцев. Основи нейрокомп'ютингу : навчально-методичний посібник до практичних занять. – Х.: НТМТ, 2014. – 140 с.
5. М.В. Кононов, А.В. Мисник, С.П. Радченко, О.О. Судаков Моделювання фізичних процесів Київський університет, Київ, 2006, 90с.
6. Jiuxiang Gua, Zhenhua Wangb, Jason Kuenb, Lianyang Mab, Amir Shahroudyb, Bing Shuaib, Ting Liub, Xingxing Wangb, Li Wangb, Gang Wangb, Jianfei Caic, Tsuhan Chenc. Recent Advances in Convolutional Neural Networks. 2015.
7. Вступ до програмування мовою С++. Організація обчислень : навч. посіб. / Ю. А. Бєлов, Т. О. Карнаух, Ю. В. Коваль, А. Б. Ставровський. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2012. – 175 с. с.: іл. ISBN (укр.) ISBN 978-966-439-
8. P. A. Bottomley, J. R. Griffiths Handbook of Magnetic Resonance Spectroscopy In Vivo: MRS Theory, Practice and Applications – Wiley , 2016, p. 1232
9. S. Lawrence Marple Jr. Digital Spectral Analysis: Second Edition Dover Publications; Second edition (March 20, 2019) – 432 p.
10. Jeff M. Phillips Mathematical Foundations for Data Analysis Springer; 1st ed. 2021 edition (March 30, 2021) – 304 p

Додаткові джерела:

11. Грід-інфраструктура для наукових та освітніх установ України http://grid.org.ua
12. Da-in Eun, Ryoungwoo Jang, Woo Seok Ha, Hyunna Lee, Seung Chai Jung & Namkug Kim. Deep-learning-based image quality enhancement of compressed sensing magnetic resonance imaging of vessel wall: comparison of self-supervised and unsupervised approaches August 2020, Scientific Reports 10(1):13950.