



“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Проректор з науково-педагогічної роботи

2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ВЛ05 Програмування нейронних мереж

(назва навчальної дисципліни)

Рівень вищої освіти: Перший (бакалаврський)

Галузь знань: 12 – Інформаційні технології

Спеціальність 123 – Комп'ютерна інженерія

(код і назва спеціальності(тей))

Освітньо-професійна/наукова програма: Комп'ютерна інженерія

(назва ОПП/ОНП)


Робоча програма навчальної дисципліни «Програмування нейронних мереж» – Одеса:ОНУ, 2024. – 10 с.

Розробники: Шпінарева І.М., к.фіз.-мат. наук, доцент кафедри МЗКС

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри математичного забезпечення комп'ютерних систем

Протокол № 1 від. "28" 08 2024 р.

Завідувач кафедри


(підпис)

(Святослав МАЛАХОВ)
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Погоджено із гарантом ОПП/ОНП _____



(Людмила ВОЛОЩУК)
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Схвалено навчально-методичною комісією (НМК) з ІТ факультету МФІТ

Протокол № 1 від. "30" 08 2024 р.

Голова НМК


(підпис)

(Лариса МАРТИНОВИЧ)
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри _____

Протокол № ___ від. "___" _____ 20__ р.

Завідувач кафедри

(підпис)

(_____)
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

Переглянуто та затверджено на засіданні кафедри _____

Протокол № ___ від. "___" _____ 20__ р.

Завідувач кафедри

(підпис)

(_____)
(Ім'я ПРІЗВИЩЕ)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, спеціалізація, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Загальна кількість: кредитів – 4 годин – 120 змістових модулів – 3	Галузь знань <u>12 – Інформаційні технології</u> Спеціальність <u>123 – Комп’ютерна інженерія</u> Рівень вищої освіти: <i>Перший (бакалаврський)</i>	Нормативна / за вибором (ВНЗ/студента)	
		Рік підготовки:	
		4-й	5-й
		Семестр	
		7-й	9-й
		Лекції	
		36 год.	10 год.
		Практичні, семінарські	
		год.	год.
		Лабораторні	
		18 год.	4 год.
		Самостійна робота	
		66 год.	106 год.
		у т.ч. ІНДЗ*:	
Форма підсумкового контролю: залік			

* – за наявності

2. Мета дисципліни

Метою є формування системних знань щодо підходів, методів та механізмів функціонування та використання нейронних мереж та отримання практичних навичок у вирішенні завдань розпізнавання та класифікації на основі нейронних мереж глибокого навчання.

Завдання:

- ознайомлення з поняттями нейронні мережі (НМ), навчання НМ, витоки виникнення (зв'язок з біологією), з задачами, які вирішуються з використанням НМ;
- ознайомлення з бібліотеками НМ;
- ознайомлення з основними принципами побудови і навчання мереж глибокого навчання;
- набуття практичних навичок ефективної побудови систем розпізнавання та класифікації на основі мереж глибокого навчання.

Процес вивчення дисципліни спрямований на формування елементів наступних **компетентностей:**

а) загальних (ЗК):

КЗ2. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

б) спеціальних фахових:

КС5. Здатність використовувати засоби і системи автоматизації проектування до розроблення компонентів комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем тощо.

КС19. Здатність використовувати декларативну парадигму програмування та мови, підходи, методи і технології штучного інтелекту, технології інженерії знань, інструментальні засоби підтримки інтелектуальних систем, розробляти та застосовувати моделі представлення знань, стратегії логічного виведення.

КС20. Здатність створювати спеціалізовані та розподілені інформаційні системи на основі комп'ютерних систем та мереж.

Програмні результати навчання:

ПР2. Мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах.

ПРМ2. Вміти застосовувати знання фундаментальних і природничих наук для розв'язання задач комп'ютерної інженерії.

ПР11. Вміти здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії.

ПР12. Вміти ефективно працювати як індивідуально, так і у складі команди.

ПР13. Вміти ідентифікувати, класифікувати та описувати роботу комп'ютерних систем та їх компонентів.

ПР16. Вміти оцінювати отримані результати та аргументовано захищати прийняті рішення.

ПРМ4 Розробляти та застосовувати моделі представлення знань, стратегії логічного виведення, технологій інженерії знань, технологій і інструментальних засобів побудови інтелектуальних систем і систем штучного інтелекту.

ПРМ5 Вміти аргументувати вибір програмних та технічних засобів для створення інформаційних систем, розробляти та програмувати інформаційні

системи сучасного рівня технологій з використанням прикладних і спеціалізованих комп'ютерних систем, мереж та середовищ.

Очікувані результати навчання. У результаті вивчення навчальної дисципліни студент повинен

знати: основні поняття і термінологію нейронних мереж, основні архітектури нейронних мереж, методи навчання та методи настроювання (адаптації) НМ та тестування;

вміти: обирати архітектуру нейронних мереж для розв'язання задач, виконувати розробку нейронних мереж з використанням сучасних технологій.

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль 1. Нейронні мережі прямого поширення.

Тема 1. Біологічні аспекти нейрона. Нейрон. Аксон. Синапс. Рефлекторні дуги. Моделі штучного нейрона. Функції активації. Персептрон Розенблатта. Штучні нейронні мережі. Архітектура штучних нейронних мереж. Приклади задач, які вирішуються з використанням НМ. Класифікація моделей за способом навчання.

Література: [1, 2, 5].

Тема 2. Багатошарові повністю пов'язані мережі (FCNN). Загальна структура моделі. Шари, функції активації і функції помилки. Оптимізаційна постановка задачі навчання багатошарової нейронної мережі. Метод зворотного поширення помилки. Стохастическій градієнтний спуск. Параметри методу. Приклад впливу параметрів методу на швидкість збіжності і результати роботи мережі.

Література: [1, 2, 6].

Змістовний модуль 2. Згорткові нейронні мережі.

Тема 1. Огляд бібліотек глибокого навчання. Розробка мережі, відповідної логістичної регресії, на прикладі задачі розпізнавання рукописних цифр. Бібліотека TensorFlow (Python).

Література: [1, 6].

Тема 2. Згорткові нейронні мережі. Структура моделі. Можливі шари (згортка, pooling, dropout, Local Contrast Normalization, Batch Normalization і інші). Функції активації. Функції помилки. Оптимізаційна постановка задачі навчання сверткового нейронної мережі. Метод зворотного поширення помилки для згортальних нейронних мереж. Приклади згортових нейронних мереж.

Література: [5, 6].

Змістовний модуль 3. Рекурентні нейронні мережі.

Тема 1. Рекурентні нейронні мережі і їх розвиток. Загальна структура моделі. Повністю рекурентная нейронна мережа. Проблеми навчання рекурентності мереж. Розгортання поворотній мережі в часі і адаптація методу зворотного поширення помилки. Приклади найпростіших мереж: мережа Ельмана, мережа Хопфілда. Приклад використання рекурентних нейронних мереж до задачі розпізнавання цифр. Довгі рекурентні нейронні мережі з короткою пам'яттю. LSTM.

Література: [6, 8].

Тема 2. Навчання без вчителя. Автокодіровщик і стек автокодіровщиків. Застосування методу зворотного поширення помилки для навчання мережі. Обмежена машина Больцмана. Глибока машина Больцмана. Приклад застосування для початкової налаштування параметрів моделі.
Література: [1, 2, 7].

4. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин									
	Денна форма					Заочна форма				
	Усього	у тому числі				Усього	у тому числі			
		л	п/ с	ла б	с р		л	п / с	ла б	ср
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Змістовий модуль 1. Нейронні мережі прямого поширення.										
Тема 1.	20	6		4	10	16	2			14
Тема 2.	20	6		2	12	24	2		2	20
Разом за змістовим модулем 1	40	12		6	22	40	4		2	34
Змістовий модуль 2. Згорткові нейронні мережі.										
Тема 1.	14	6		2	6	16	1			15
Тема 2.	16	6		4	6	24	2		2	20
Разом за змістовим модулем 2	30	12		6	12	40	3		2	35
Змістовий модуль 3. Рекурентні нейронні мережі.										
Тема 1.	16	6		4	6	22	2			20
Тема 2.	14	6		2	6	18	1			17
Разом за змістовим модулем 3	30	12		6	12	40	3		-	37
ІНДЗ	20				20					
Усього годин	120	36		18	66	120	10		4	106

Форма контролю: **КО** – контрольне опитування (поточне)

ІЗ – індивідуальне завдання

КР – контрольна робота

КМ – контроль модуля за тестовою системою

5. Теми семінарських занять

Семінарські заняття не передбачені.

6. Теми практичних занять

Практичні заняття не передбачені.

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Реалізація перцептрона Розенблатта	2	2
2	Реалізація методу зворотного поширення помилки для двошарового перцептрона	4	
3	Розробка повністю пов'язаної нейронної мережі з використанням однієї з бібліотек глибокого навчання для вирішення деякої заданої задачі. Проведення експериментів з різною кількістю прихованих шарів і числом прихованих елементів на кожному шарі. Збір результатів якості роботи мереж	4	
4	Проведення експериментів з різними конфігураціями згорткових нейронних мереж. Збір результатів якості роботи мереж.	4	2
5	Розробка рекурентних нейронних мереж і їх різновидів для вирішення задачі. Проведення експериментів з різними конфігураціями мереж. Збір результатів якості роботи НМ.	4	
	Разом	18	4

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми / види завдань	Кількість годин	
		Денна форма	Заочна форма
1	Нейронні мережі для вирішення задач класифікації та розпізнавання. Навчання мережі. Регуляризація як метод боротьби з перенавчанням[1].	5	15
2	Вступ в глибоке навчання: що таке глибоке навчання; витоки виникнення (зв'язок з біологією); завдання, які вирішуються з використанням глибокого навчання[1].	6	15
3	Багатошарові повністю пов'язані мережі. Багатошаровий перцептрон [1].	11	15
4	Відкриті бібліотеки навчання НМ. Принцип розробки мережі, відповідної логістичної регресії, на прикладі задачі розпізнавання рукописних цифр[1]	11	15
5	Згорткові нейронні мережі: структура моделі; можливі шари (згортка, pooling, dropout, Local Contrast Normalization, Batch Normalization і інші) [1]	11	16

6	Рекурентні нейронні мережі і їх розвиток: Двонаправлені рекурентні нейронні мережі; Довгі рекурентні нейронні мережі з короткою пам'яттю; LSTM [1]	10	15
7	Навчання без вчителя: Автокодіровщик; Обмежена машина Больцмана; Глибока машина Больцмана[1].	12	15
	Разом	66	106

До самостійної роботи відноситься:

[1] – підготовка до лекцій, лабораторних занять.

9. Методи навчання

Лекції з використанням мультимедійного презентаційного матеріалу.

10. Методи контролю

Під час **підсумкового контролю** студент повинен відповісти на 2 запитання екзаменатора з переліку, наведеному у п. 11.

Критерії оцінювання на підсумковому модульному контролі:

1. Відповідь повинна бути повною і короткою. Вона не повинна мати в собі матеріал, що не відноситься до сутті питання.
2. Чітко формулювати твердження, вправно застосовувати необхідні формули і знання основних питань програми.
3. Відповіді, що мають помилкові твердження оцінюються виходячи з близькості відповіді до правильної.
4. Пропуски в обґрунтуванні тверджень враховуються і це призводить до зменшення кількості балів.
5. Малі недоліки, неточності при викладенні матеріалу, зменшують кількість балів.
6. Незнання і нерозуміння основної ідеї теоретичного питання або задачі призводить до зняття до 90 % балів.
7. Якщо відповідь на питання відсутня то виставляється нуль балів.

11. Питання для підсумкового контролю

1. Поняття (штучного) нейрона. Поняття (штучної) нейронної мережі. Концепція функції активації. Формула нейрону. Поняття поверхні, що розділяє.
2. Дайте визначення персептрона Розенблатта. Опишіть алгоритм навчання персептрона, як метод стохастичного градієнтного спуску.
3. Нейронні мережі для вирішення задач класифікації та відновлення регресії. Регуляризація як метод боротьби з перенавчанням.
4. Поняття глибокі нейронні мережі.
5. Що таке глибоке навчання? Які завдання вирішуються з використанням глибокого навчання?
6. Поясніть, що таке багат шарові повністю пов'язані мережі, багат шаровий персептрон.

7. Які ви знаєте відкриті бібліотеки глибокого навчання. Принцип розробки мережі, відповідної логістичної регресії, на прикладі задачі розпізнавання рукописних цифр.

8. Згорткові нейронні мережі: структура моделі; можливі шари (згортка, pooling, dropout, Local Contrast Normalization, Batch Normalization і інші).

9. Рекурентні нейронні мережі (Recurrent Neural Network, RNN) і їх розвиток: Двонаправлені рекурентні нейронні мережі; Глибокі двонаправлені рекурентні нейронні мережі; Рекурсивні нейронні мережі; Довгі рекурентні нейронні мережі з короткою пам'яттю.

10. Навчання без вчителя: Автокодировщик; Обмежена машина Больцмана; Глибока машина Больцмана.

12. Розподіл балів, які отримують студенти

Змістовий модуль №1		Змістовий модуль №2		Змістовий модуль №3		Сума балів
T1	T2	T1	T2	T1	T2	
16	16	16	18	16	18	100

T1, T2 ... – теми змістових модулів

Шкала оцінювання: національна та ECTS

Загальна сума балів	Оцінка ECTS	Національна шкала	
90 — 100	A – «відмінно»	5 «відмінно»	« з а л і к »
85 — 89	B – «дуже добре»	4 «добре»	
75 — 84	C – «добре»		
70 — 74	D – «задовільно»	3 «задовільно»	
60 — 69	E – «допустимо»		
35 — 59	F – «незадовільно з можливістю повторного складання»	2 «незадовільно»	« н е з а л і к »
0 — 34	FX – «незадовільно з обов'язковим повторним курсом»		

13. Навчально-методичне забезпечення

Конспект лекцій у електронному форматі; методичні вказівки для виконання лабораторних робіт; нормативні документи; презентаційні матеріали.

14. Рекомендована література

Основна

1. Методи та технології обчислювального інтелекту: Навчальний посібник / І. В. Федорін; КПІ ім. Ігоря Сікорського. –Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 314 с.
2. Нейронні мережі : теорія та практика: навч. посіб. / С. О. Субботін. – Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. – 184 с.
3. Deep Learning with Python.1st Edition / F. Chollet – Publisher Manning, 2017 384p.
4. Learn TensorFlow 2.0: Implement Machine Learning And Deep Learning Models With Python /Pramod Singh, Avinash Manure, 2020 – 180 p.
5. Deep Learning with Python: Learn Best Practices of Deep Learning Models with PyTorch/Nikhil Ketkar, Jojo Moolayil , 2021 – 324 p.
6. Python Machine Learning: Machine Learning And Deep Learning From Scratch Illustrated With Python, Scikit-Learn, Keras, Theano And Tensorflow/ Moubachir Madani Fadoul. Independently Published, 2020 – 52 p.

Допоміжна

7. Python Machine Learning: Machine Learning and Deep Learning with Python, scikit-learn, and TensorFlow 2, 3rd Edition / S. Raschka, V. Mirjalili –Publisher Packt Publishing, 2019– 772p
8. Ткаченко Р. О. Нейромережеві засоби штучного інтелекту : навч. посіб. / Роман Олексійович Ткаченко, Павло Романович Ткаченко, Іван Вікторович Ізонін ; Нац. ун-т "Львівська політехніка". – Львів : Вид-во Львівської політехніки, 2017. – 206 с..
9. Deep Learning/ Ian Goodfellow, Yoshua Bengio, Aaron Courville MIT Press. – 2016 – 800 p

15. Електронні інформаційні ресурси

1. Штучний інтелект. Науковий журнал – Режим доступу: <http://www.ipai.net.ua/journal-archive>
2. Kaggle Competitions Datasets. – Режим доступу: <https://www.kaggle.com/datasets>
3. База даних Всесвітнього Банку. – Режим доступу: <http://data.worldbank.org/>
4. Державна служба статистики України. – Режим доступу: <http://ukrstat.gov.ua>