

# МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Львівський національний університет природокористування  
Факультет механіки, енергетики та інформаційних технологій  
Кафедра інформаційних технологій



## РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

### **НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ**

спеціальність 122 «Комп’ютерні науки»  
перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

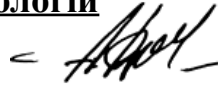
Львів 2024 р.

Робоча програма із дисципліни «Нейронні мережі» для здобувачів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти ОП «Комп'ютерні науки» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»

Розробник: Тригуба А.М., д.т.н., професор, Чухрай Л.В., к.ф-м.н., в.о. доцента

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри **Інформаційних технологій**  
Протокол № 1 від 12 серпня 2024 року

Завідувач кафедри **Інформаційних технологій**



\_\_\_\_\_ (підпис)

(Тригуба А.М.)  
(прізвище та ініціали)

Робочу програму схвалено на засіданні методичної комісії факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій Протокол № 1 від 29 серпня 2024 року.

Голова методичної комісії факультету механіки, енергетики та інформаційних технологій.



\_\_\_\_\_ (підпис)

(Ковалишин С.Й.)  
(прізвище та ініціали)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти,  
Галузь знань 12 – інформаційні технології

Спеціальності 122 «Комп'ютерні науки»  
(шифр і назва)

Освітня програма «Комп'ютерні науки»  
(шифр і назва)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Характеристика навчальної дисципліни:

Вибіркова

Кількість кредитів 4

Загальна кількість годин – 120

Індивідуальне науково-дослідне завдання \_\_\_\_\_  
(назва)

Вид контролю: іспит

Тижневих аудиторних годин для денної форми навчання – 4

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної і індивідуальної роботи становить (%):

для денної форми навчання – 53,3 %

для заочної форми навчання – 22,2%

## 2. Програма навчальної дисципліни

### Тема 1. Вступ до нейронних мереж.

- 1.1. Основні етапи розвитку теорії та практичної реалізації нейронних мереж.
- 1.2. Біологічний нейрон як прототип штучного нейрону.
- 1.3. Модель штучного нейрона.
- 1.4. Основні структури нейронних мереж.
- 1.5. Функції активації.
- 1.6. Тензорні операції.
- 1.7. Процедури навчання нейронних мереж.
- 1.8. Програмно-апаратні засоби побудови та дослідження нейронних мереж.
- 1.9. Пакети Keras, TensorFlow.
- 1.10. Галузі та результати застосування ШНМ.

### Тема 2. Нейронні мережі прямого поширення зі зворотним поширенням похибки.

- 2.1. Нейронна мережа прямого поширення для розпізнавання зображень рукописних цифр MNIST.
- 2.2. Приклад нейронної мережі для розпізнавання рукописних цифр повнозв'язною нейронною мережею. Результати виконання програми.

- 2.3. Пояснення складових нейронної мережі. Графічне відображення результатів навчання.
- 2.4. Інший варіант нейронної мережі з повнозв'язними шарами нейронів для розпізнавання рукописних цифр бази MNIST. Подання даних для нейронних мереж.
- 2.5. Нейронна мережа розпізнавання рукописних цифр MNIST з одним нейроном у вихідному шарі. Деталізація результатів роботи нейронної мережі.

### **Тема 3. Нейромережева бінарна класифікація на прикладі текстових даних.**

- 3.1. База текстових даних IMDB (Internet Movie Database). Нейронна мережа для бінарної класифікації відгуків про фільми. Коментарі до програми. Підготовка даних. Структура нейронної мережі. Вибір функції втрат та оптимізатора. Перевірка моделі. Навчання моделі. Побудова графіків втрат на етапах навчання та перевірки. Побудова графіків точності на етапах навчання та перевірки. Використання навченої нейронної мережі для передбачення нових даних.
- 3.2. Висновки.

### **Тема 4. Нейромережева n-арна класифікація на прикладі текстових даних.**

- 4.1. Набір даних Reuters. Текст програми для нейронної мережі багатокласової класифікації. Коментарі до тексту програми. Формування графіків втрат на етапах навчання та перевірки. Формування графіків точності на етапах навчання та перевірки. Передбачення нових даних. Інший спосіб обробки міток та втрат. Важливість використання досить великих проміжних шарів. Модель з вузьким місцем для інформації.
- 4.2. Висновки.

### **Тема 5. Нейромережева регресія.**

- 5.1. Набір даних з цінами на житло.
- 5.2. Текст програми для нейронної мережі регресії з результатами її роботи. Коментарі до програми. Підготовка даних. Побудова нейронної мережі. Оцінка рішення методом перехресної перевірки за K блоками.
- 5.3. Висновки.

### **Тема 6. Згорткові нейронні мережі.**

- 6.1. Вибір функції активації для останнього рівня та функції втрат. Вступ до згорткових нейронних мереж. Згорткова нейронна мережа для розпізнавання рукописних цифр. Коментарі до програми. Додавання класифікатора поверх згорткової нейронної мережі. Навчання

нейронної мережі на зображеннях цифр з набору MNIST. Операція згортки. Ефекти меж та доповнення

6.2. Крок згортки. Вибір максимального значення з сусідніх (max-pooling).

**Тема 7. Згорткова нейронна мережа для розпізнавання зображень об'єктів двох класів як задача бінарної класифікації. Мережа Вольтеррі.**

7.1. Задача бінарної класифікації складних зображень. Текст програми для згорткової нейронної мережі бінарного розпізнавання зображень. Коментарі до програми.

7.2. Побудова нейронної мережі. Компілятор. Використання ImageDataGenerator для читання зображень. Навчання нейронної мережі.

7.3. Побудова графіків зміни точності та втрат моделі. Розширення даних. Шар Dropout.

7.4. Нова нейронна мережа.

**Тема 8. Використання попередньо навченої згорткової нейронної мережі.**

8.1. Вступ.

8.2. Текст програми для згорткової нейронної мережі бінарного розпізнавання зображень при використанні попередньо навченої згорткової нейронної мережі VGG16. Коментарі до програми. Виділення ознак.

8.3. Створення екземпляра згорткової основи VGG16. Швидке виділення ознак без розширення даних. Побудова та навчання повнозв'язного класифікатора. Побудова графіків зміни втрат та точності в процесі навчання. Виділення ознак із розширенням даних.

8.4. Побудова графіків зміни втрат та точності в процесі навчання нової моделі з замороженою згортковою основою. Донавчання. Графіки зміни точності та втрат при донавчанні. Згладження кривих.

8.5. Висновки.

### 3. Структура навчальної дисципліни

Назви тем	Кількість годин											
	денна форма						заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		л	п	лаб.	інд.	с. р.		л	п	лаб.	інд.	с. р.
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	Рік підготовки 3 Семестр 6						Рік підготовки 4 Семестр 7					
<b>Розділ 1. Основи нейронних мереж</b>												
Тема 1.	11	2	4	–	–	5	11	1	1	–	–	9

Тема 2.	11	2	4	–	–	5	11	1	1	–	–	9
Тема 3.	11	2	4	–	–	5	11	1	1	–	–	9
Тема 4.	12	2	4	–	–	6	12	1	2	–	–	9
Разом за розділ 1	45	8	16	–	–	21	45	4	5	–	–	36
<b>Розділ 2. Спеціалізовані та сучасні нейронні мережі</b>												
Тема 5.	11	2	4	–	–	5	11	1	1	–	–	9
Тема 6.	11	2	4	–	–	5	11	1	2	–	–	8
Тема 7.	11	2	4	–	–	5	11	1	1	–	–	9
Тема 8.	12	2	4	–	–	6	12	1	1	–	–	10
Іспит	30	–	–	–	–	30	30	–	–	–	–	30
Разом за розділ 2	75	8	16	–	–	51	75	4	5	–	–	66
<b>Індивідуальні завдання</b>												
–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
<b>Усього годин</b>	120	16	32	–	–	72	120	8	10	–	–	102

#### 4. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість, год.
1	Ознайомлення з нейронними мережами	2
2	Дослідження історії нейронних мереж	2
3	Засоби побудови та дослідження нейронних мереж	2
4	Розпізнавання рукописних цифр повнозв'язною нейронною мережею	2
5	Бінарна класифікація текстових даних	2
6	Багатокласова класифікація текстових даних	2
7	Нейромережева регресія	2
8	Розпізнавання рукописних цифр згортковими нейронними мережами	2
9	Розпізнавання зображень об'єктів двох класів	2
10	Використання попередньо навченої згорткової нейронної мережі	2
11	Розпізнавання зображень об'єктів бази CIFAR10	2
12	Розпізнавання зображень об'єктів бази CIFAR100	2
13	Візуалізація знань у згортковій нейронній мережі	2
14	Нейромережева оцінка якості та контрасту зображень	2
15	Використання шару Embedding для обробки тексту	2
16	Дискусія про майбутнє нейронних мереж	2

#### 5. Теми винесені на самостійне вивчення

№ з/п	Назва теми
1	Біологічні основи нейронних мереж. Модель МакКаллока - Пітса. Персептрон. Сигмоїдальний нейрон. Нейрон типу WTA. Зірки Гроссберга. Нейрон Хебба. Функції активації нейронів.
2	Проектування архітектури багатошарового персептрону. Підбір оптимальної архітектури. База даних MNIST. Побудова бази даних.

3	Алгоритми навчання радіальних мереж. Структура гіпер радіальної-базисної мережі. Методи підбору числа базисних функцій. Метод ортогоналізації Грема-Шмідта. Порівняння радіально-базисної мережі та багатошарового перцептронну.
4	Мережі с самоорганізацією на основі конкуренції. Алгоритми навчання без вчителя. Проблема мертвих нейронів.
5	Аналіз методів навчання мережі зустрічного розповсюдження.
6	Алгоритм навчання рекурентної мережі Ельмана.
7	Спеціалізовані мережі.
8	Використання нейронних мереж – перспективна сфера науки і суспільства.

## 6. Методи навчання

1. Словесні методи (лекція, пояснення)

2. Наочні методи (презентації, навчальні фільми «Нейронні мережі», «Нейронна Мережа на Python! Історія нейронних мереж» тощо).

3. Практичні методи: практичні роботи, реферати.

## 7. Методи контролю:

1. Усне опитування: фронтальне, індивідуальне.

2. Письмова аудиторна та позааудиторна перевірка: рішення задач із створення нейронних мереж, контрольні роботи.

3. Практична перевірка: виконання практичних робіт, рішення ситуаційних завдань.

4. Стандартизований контроль: тести.

*Види контролю: Поточний контроль, проміжна та семестрова атестація*

## 8. Результати навчання

У результаті засвоєння окремих тем із дисципліни «Нейронні мережі» здобувачі першого (бакалаврського) рівня вищої освіти набувають знання, уміння та компетентності, що відповідають вимогам ОП «Комп'ютерні науки» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки».

Індекс в матриці ОП	Програмні компоненти
СК2	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.
СК18	Здатність аналізувати масиви даних щодо біологічних об'єктів та процесів природокористування із використанням Data mining, створювати штучні нейронні мережі для вирішення інтелектуальних задач регресії, класифікації, кластеризації та асоціації, а також на їх основі обґрунтовувати рішення, виконувати передбачення та здійснювати управління.
ПРН4	Використовувати методи обчислювального інтелекту, машинного навчання, нейромережевої та нечіткої обробки даних, генетичного та еволюційного програмування для розв'язання задач розпізнавання, прогнозування, класифікації, ідентифікації об'єктів керування тощо.
ПРН18	Застосовувати знання для розв'язання складних спеціалізованих завдань

	інтелектуальної комп'ютеризації у сфері природокористування та інтелектуального аналізу даних в процесі професійної діяльності, в тому числі щодо оцінки стану біологічних об'єктів та виконання процесів природокористування на підставі застосування сучасних методів, моделей, алгоритмів машинного навчання та штучних нейронних мереж.
--	---

## 9. Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне тестування та самостійна робота (разом 50 балів)				Підсумк овий контрол ь	Сума
<b>Модуль 1 (25 балів)</b>		<b>Модуль 2 (25 балів)</b>		екзамен	
П1- П8	М1	П9- П16	М2		
8 x 2 = 16	9	8 x 2 = 16	9	<b>50</b>	<b>100</b>

П1, П2 ... П16 – практичні роботи, М1, М2 – модулі.

## 10. Методичне забезпечення

Підручник, навчальний посібник; методичні рекомендації до практичних занять; текстові та електронні варіанти тестів для поточного і підсумкового контролю, методичні матеріали для організації самостійної роботи студентів.

## 11. Рекомендована література

### Базова

1. Руденко О.Г. Штучні нейронні мережі: Навчальний посібник. Харків: ТОВ «Компанія СМІТ», 2006. 404 с.
2. Субботін С. О. Нейронні мережі: теорія та практика : навч. посіб. Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. 184 с.
3. Тимошук П.В. Штучні нейронні мережі. Навчальний посібник. Львів:Видавництво Львівська політехніка, 2011. 444с.
4. Ткаченко Р.О. Нейромережеві засоби штучного інтелекту : навч. посіб. Львів : Вид. Львівської політехніки, 2017. 206 с.

### Допоміжна

5. Aggarwal C.C. Linear Algebra and Optimization for Machine Learning. Springer, 2020. 517 с.
6. Trappenberg T. Fundamentals of Machine Learning. Oxford University Press, 2020. 272 с.
7. Jung A., Machine Learning: The Basics (Machine Learning: Foundations, Methodologies, and Applications). Springer, 2020. 229 с.



8. Sammut C., Webb G.I. Encyclopedia of machine learning and data mining. Springer, 2017 - 1341 с.
9. Ian Goodfellow. Deep Learning, MIT Press, 2017. 800 с.
10. Simon Haykin Neural Networks and Learning Mashines. Prentice Hall, 2009. 936 pp.

## 12. Інформаційні ресурси

1. Бібліотечно-інформаційні ресурси – книжковий фонд, періодика та фонди на електронних носіях бібліотеки ЛНУП, державних органів науково-технічної інформації, наукових, науково-технічних бібліотек та інших наукових бібліотек України.
2. Віртуальне навчальне середовище ЛНУП. URL: <https://moodle.lnup.edu.ua/>
3. Електронні інформаційні ресурси мережі інтернет:
  - A Neural Network Playground (<https://playground.tensorflow.org>)
  - Kaggle: Your Machine Learning and Data Science Community (<https://www.kaggle.com>)
  - Нейронні мережі, Prometheus ([https://courses.prometheus.org.ua/courses/IRF/ML101/2016\\_T3/about](https://courses.prometheus.org.ua/courses/IRF/ML101/2016_T3/about))
  - Neural networks courses, Udemy (<https://www.udemy.com/topic/neural-networks/>)
  - Neural networks courses, Coursera (<https://www.coursera.org/courses?query=neural%20networks>)