Міністерство освіти і науки України
Львівський національний університет ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького
Факультет механіки та енергетики
Кафедра інформаційних систем та технологій

ЗАТВЕРДЖЕНО
Гарант освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти

к.т.н., доцент В.В. Пташник

СИЛАБУС
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Нейронні мережі»

освітньо-професійна програма «Комп’ютерні науки»
спеціальність 122 «Комп’ютерні науки»
перший (бакалаврський) рівень вищої освіти

ВИКЛАДАЧ **Чухрай Любомир Володимирович**

Електронна пошта: *l.chukhrai@gmail.com*

Телефон + 380971157130

В.о. доцента кафедри інформаційних технологій Львівського національного університету ветеринарної медицини та біотехнологій імені С.З. Ґжицького, доктор технічних наук, кандидат фізико-математичних наук. Фахівець в сферах: Управління технологічними ІТ проектами різного масштабу, Ризик-менеджменту та вирішення проблем, Лідерства та управління командами, Оптимізації процесів доставки програмного забезпечення, Стратегічного планування та реалізації в ІТ сфері.

Керівних та виконавець масштабних технологічних проектів в фінансово-технічній, фарма-технічній та в сфері нерухомості для зарубіжних компаній. Автор та співавтор понад 10 наукових статей, тез міжнародних конференцій та навчально-методичних розробок. Проходив стажування в зарубіжних компаніях Німеччини, США, Польщі. Брав участь в проектах ІТ-компаній Avenga. CoreValue, Malkos.

Читає курси: Методологія DevOps, Хмарні технології, Управління ІТ-проектами, Нейронні мережі. Сфера наукових інтересів: Сучасні методи розробки та експлуатації програмного забезпечення, Хмарні технології та їх вплив на ІТ-індустрію, Управління ІТ-проектами, Штучний інтелект та машинне навчання.

ЛЬВІВ 2025

Рівень вищої освіти – *перший (бакалаврський)*
Галузь знань: *12 «Інформаційні технології»*
Спеціальність: *122 «Комп'ютерні науки»*
Освітньо-професійна програма *«Комп'ютерні науки»*
Кількість кредитів – 4
Рік підготовки, семестр – *3 рік, 5 семестр*
Компонент освітньої програми: *вибіркова*
Мова викладання: *українська*

Опис дисципліни

Дисципліна «Нейронні мережі» спрямована на вивчення підходів, методів і механізмів функціонування та використання нейронних мереж. Необхідність в використанні нових підходів обумовлена тим, що сучасні підходи до вирішення складних завдань, які потребують обробки надзвичайно великого обсягу даних, потребують використання великої кількості обчислювальних ресурсів. Вивчення даної дисципліни майбутніми науковцями дозволить їм набути важливих компетенцій в плані розвитку існуючих і використанню нових підходів проектування, розробки та використання нейронних мереж, а також засвоїти методи їх підготовки для практичного застосування. Програма дисципліни «Нейронні мережі» відноситься до вибіркових дисциплін професійної підготовки та складена відповідно до освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти.

Міждисциплінарні зв'язки: освітня компонента «Нейронні мережі» є складовою частиною циклу професійної підготовки для здобувачів освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» першого (бакалаврського) рівня вищої освіти. Вивчення дисципліни передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із суміжних курсів – «Вища математика», «Математичний аналіз», «Теорія ймовірності та математична статистика», «Алгоритми та структури даних», «Програмування».

Вимоги до знань та умінь визначаються галузевими стандартами вищої освіти України.

Предметом вивчення освітньої компоненти «Нейронні мережі» є підходи і методи побудови компонентів нейронних мереж, методи та механізми налаштування окремих компонентів ефективних систем на основі нейронних мереж, методи інтеграції окремих компонентів нейронних мереж, методи налаштування та моніторингу компонентів нейронних мереж у нових ефективних комп'ютерних системах.

Метою вивчення освітньої компоненти «Нейронні мережі» є ознайомлення здобувачів з основними поняттями, методами та програмними засобами реалізації нейронних мереж одного з напрямків штучного інтелекту, що активно використовується у сучасному програмуванні для задач без наявності алгоритмів розв'язання.

Основні завдання освітньої компоненти «Нейронні мережі» на основі системного підходу:

- студент повинен ***знати*** призначення нейронних мереж та місця їх застосування у сучасному програмуванні, структуру та властивості нейронних мереж, методи навчання нейромережевих систем, бази даних на навчання нейронних мереж, програмні засоби реалізації, способи підвищення ефективності нейронних мереж, мати спеціалізовані концептуальні знання, що включають сучасні наукові здобутки у предметі навчальної дисципліни;
- студент повинен ***вміти*** ефективно застосовувати теоретичні та практичні основи методології проектування нейронних мереж, проектувати архітектуру штучної нейронної мережі для вирішення конкретної прикладної задачі, виконувати підготовку даних для навчання, реалізувати процес навчання штучної нейронної мережі, здійснювати тестування нейронних мереж та проводити аналіз отриманих результатів;
- студент повинен ***володіти*** теоретичними основами побудови нейромережевих моделей.

Результати навчання:

• вміти застосовувати прикладні бібліотеки та програмні системи, які використовуються при розробці комп'ютерних систем на основі нейронних мереж;

• володіти методами та технологіями програмування з використанням прикладних бібліотек та програмних систем, призначених для інтеграції систем на основі нейронних мереж.

Структура курсу

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.

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. Тимощук П.В. Штучні нейронні мережі. Навчальний посібник. Львів:Видатництво 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.

ІНФОРМАЦІЙНІ РЕСУРСИ

11. A Neural Network Playground (https://playground.tensorflow.org)
12. Kaggle: Your Machine Learning and Data Science Community (https://www.kaggle.com)
13. Нейронні мережі, Prometheus (https://courses.prometheus.org.ua/courses/IRF/ML101/2016_T3/about)
14. Neural networks courses, Udemy (https://www.udemy.com/topic/neural-networks/)
15. Neural networks courses, Coursera (https://www.coursera.org/courses?query=neural%20networks)

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ НАВЧАННЯ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Успішність студента оцінюється шляхом проведення поточного та підсумкового контролю.

Максимальна кількість балів з дисципліни «Нейронні мережі», яку може отримати студент протягом семестру за всі види роботи, становить 100, при цьому 50 балів за результатами поточного оцінювання, та 50 – за результатами екзаменаційного контролю.

Результати **поточного контролю** оцінюються за чотирибальною («2», «3», «4», «5») шкалою. В кінці семестру обчислюється середнє арифметичне значення (САЗ) усіх отриманих студентом оцінок з наступним переведенням його у 50-ти бальну шкалу за формулою:

ПК = 10•САЗ

Критерії поточного оцінювання знань студентів

Оцінка	Критерії оцінювання
5 («відмінно»)	У повному обсязі володіє навчальним матеріалом, вільно, самостійно та аргументовано його викладає, глибоко і всебічно розкриває зміст, використовуючи обов’язкову та додаткову літературу. Правильно вирішив 90% тестових завдань.

4 («добре»)	Достатньо повно володіє навчальним матеріалом, обґрунтовано його викладає, в основному розкриває зміст завдань, використовуючи обов'язкову літературу. При викладанні окремих питань не вистачає достатньої глибини та аргументації, допускаються несуттєві неточності й незначні помилки. Правильно вирішив більшість тестових завдань.
3 («задовільно»)	У цілому володіє навчальним матеріалом, викладає його основний зміст, але без глибокого всебічного аналізу, обґрунтування та аргументації, допускаючи окремі суттєві неточності та помилки. Правильно вирішив близько половини тестових завдань.
2 («незадовільно»)	Не в повному обсязі володіє навчальним матеріалом. Викладає матеріал фрагментарно та поверхово, без аргументації й обґрунтування, недостатньо розкриває зміст теоретичних і практичних завдань, допускає суттєві неточності. Правильно вирішив меншість тестових завдань.

Переведення підсумкових рейтингових оцінок з дисципліни, виражених у балах за 100-бальною шкалою, у оцінки за національною шкалою та шкалою ECTS

Таблиця 1 – **Шкала оцінювання: національна та ECTS**

Сума балів за всі види навчальної діяльності	Оцінка ECTS	Оцінка за національною шкалою	
		для екзамену, диференційованого заліку, курсового проєкту (роботи), практики	для заліку
90–100	**A**	відмінно	зараховано
82–89	**B**	добре	
74–81	**C**		
64–73	**D**	задовільно	
60–63	**E**		
35–59	**FX**	незадовільно з можливістю повторного складання	не зараховано з можливістю повторного складання
0–34	**F**	незадовільно з обов'язковим повторним вивченням дисципліни	не зараховано з обов'язковим повторним вивченням дисципліни

До Силабусу також готуються матеріали навчально-методичного комплексу:

1) Навчальний контент (розширений план лекцій)
2) Тематика та зміст лабораторних робіт
3) Питання на іспит
4) Електронне навчання у системі MOODLE.