



Дослідження і проектування інтелектуальних систем

Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

Реквізити навчальної дисципліни	
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Галузь знань	12 Інформаційні технології
Спеціальність	123 Комп'ютерна інженерія
Освітня програма	Комп'ютерні системи та мережі
Статус дисципліни	Нормативна
Форма навчання	очна(денна /дистанційна)
Рік підготовки, семестр	2 курс, осінній семестр
Обсяг дисципліни	6 кредитів, 180 годин (36 годин – Лекції, 18 годин – Лабораторні, 126 годин – СРС)
Семестровий контроль/ контрольні заходи	Екзамен
Розклад занять	http://rozklad.kpi.ua/Schedules/ScheduleGroupSelection.aspx
Мова викладання	Українська
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: к.т.н, доцент Шимкович Володимир Миколайович, v.shymkovych@kpi.ua, Telegram: @volodymyr_shymkovych Лабораторні: к.т.н, доцент Шимкович Володимир Миколайович, v.shymkovych@kpi.ua, Telegram: @volodymyr_shymkovych
Розміщення курсу	https://campus.kpi.ua

Програма навчальної дисципліни

1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Опис дисципліни. При вивченні даної дисципліни, студенти вивчать теоретичні основи нейронних мереж та отримують початковий досвід в розробці програмного забезпечення, що реалізує нейромережеві технології. На лабораторних заняттях отримують початковий досвід створення програмних систем на основі нейронних мереж. Проведуть розробку та дослідження нейромережевих систем різного призначення за допомогою мови програмування Python та бібліотек TensorFlow і Keras. В курсі передбачений контроль якості отриманих знань у вигляді експрес завдань за допомогою програмних пакетів контрольних та модульних контрольних робіт.

Дисципліна забезпечує наступні фахові та програмні результати навчання освітньо-професійної програми Комп'ютерні системи та мережі: ФКЗ, ПРН10. (ЗК2, ФК2, ФК12, ФК16, ФК18, ПРН2, ПРН3, ПРН9, ПРН10, ПРН24)

Предмет навчальної дисципліни: основні поняття нейромережевих систем, введення в нейронні мережі, топології та види нейронних мереж, згорткові нейронні мережі, програмні засоби реалізації та дослідження нейромережевих систем на Python та бібліотек TensorFlow і Keras.

Міждисциплінарні зв'язки. Дисципліна Програмні засоби проектування та реалізації нейромережевих систем базується на дисциплінах: Програмування – 1. Основи програмування; Програмування – 2. Структури даних та алгоритми; Технології розроблення програмного забезпечення.

- **Мета навчальної дисципліни.** Підготовка висококваліфікованих фахівців, які володіють основними поняттями нейромережевої теорії, термінами нейромережевих систем, структурою та властивостями нейромережевих систем, методами навчання нейромережевих систем, базами даних для навчання нейромережевих систем, етапами проектування програмних нейромережевих систем, програмними засобів реалізації нейромережевих систем, способів підвищення ефективності програмних нейромережевих систем

Основні завдання навчальної дисципліни

Знання:

- структура та властивості нейронних мереж;
- методи навчання нейронних мереж;
- бази даних для навчання нейромережевих систем;
- ролі та місця нейромережевих систем в інформаційно-технологічному середовищі їх використання;
- етапів проектування програмних нейромережевих систем;
- програмних засобів реалізації нейромережевих систем;
- способів підвищення ефективності програмних нейромережевих систем;

Уміння:

- застосувати метод зворотного розповсюдження помилки для навчання нейронних мереж;
- застосуйте процедури адаптивної швидкості навчання, такі як AdaGrad, RMSprop та Adam до зворотного розповсюдження для навчання нейронних мереж;
- застосовувати основні будівельні блоки TensorFlow;
- програмно реалізовувати нейронну мережу в TensorFlow
- програмно реалізовувати нейронну мережу, яка добре працює на наборі даних MNIST;
- застосовувати регуляризацію відсіву в TensorFlow;
- застосовувати нормалізацію пакетів у Tensorflow;
- програмно реалізовувати мережу за допомогою Keras

2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)

Пререквізити: вміння користуватися комп'ютером на рівні адміністратора, вміння працювати з віртуальними машинами (створювати, налаштовувати, модифікувати), базові знання в області нейронних мереж, вміння програмувати мовою Python.

Постреквізити: проектування та реалізація програмних засобів з використанням нейромережевих додатків.

Після проходження дисципліни студенти зможуть реалізовувати програмні засоби з нейронними мережами та застосувати метод зворотного розповсюдження помилки для навчання нейронних мереж, застосовуйте процедури адаптивної швидкості навчання, такі як AdaGrad, RMSprop та Adam до зворотного розповсюдження для навчання нейронних мереж, застосовувати основні будівельні блоки TensorFlow, програмно реалізовувати нейронну мережу в TensorFlow, програмно реалізовувати нейронну мережу, яка добре працює на різних наборах даних, створювати набори даних для навчання нейронної мережі, застосовувати регуляризацію відсіву в TensorFlow, застосовувати нормалізацію пакетів у Tensorflow, програмно реалізовувати мережу за допомогою Keras.

3. Зміст навчальної дисципліни

1. Огляд основних концепцій. Набір даних MNIST та встановлення лінійного еталону.
2. Градієнтний спуск: повний, пакетний, стохастичний. Реалізація градієнтного спуску в коді;
3. Імпульс та швидкість адаптивного навчання: використання імпульсу для прискорення навчання; імпульс Нестерова; імпульс у коді; змінні та адаптивні темпи навчання; постійна швидкість навчання проти RMSP код у коді; оптимізація Адама; адам у коді; вікно пропозицій;
4. Вибір гіперпараметра. Оптимізація гіперпараметрів: перехресна перевірка, пошук сітки та випадковий пошук; вибірка логарифмічно; пошук сітки в коді; зміна пошуку сітки; випадковий пошук у коді.
5. Вступ до ініціалізації ваг, зникаючі та вибухові градієнти, локальні проти глобальних мінімумів.
6. Основи TensorFlow: змінні, функції, вирази, оптимізація; побудова нейронної мережі в TensorFlow;
7. Прискорення програмного продукту за допомогою графічного процесора. Налаштування графічного процесора на веб-сервісах Amazon, встановлення бібліотек глибокого навчання з прискореним графічним процесором NVIDIA на домашньому комп'ютері. Чи можна використовувати великі дані для прискорення зворотного розповсюдження? Як покращити ваші навички Theano та Tensorflow;
8. Розпізнавання обличчя. Вступ до проекту розпізнавання обличчя, опис проблеми розпізнавання обличчя. ШНМ на основі класу в Theano. ШНМ на основі класу в TensorFlow. Зміст проекту щодо розпізнавання обличчя.
9. Сучасні методи регуляризації. Регуляризація відсіву, інтуїція відсіву, ін'єкція шуму.
10. Нормалізація партії. Експоненціально згладжені середні показники. Теорія нормалізації партії. Тензор потоку нормалізації партії. Theano нормалізації партії; Перспектива шуму.
11. Основи Keras. Keras у коді, функціональний API Keras. Як легко перетворити Keras у код Tensorflow 2.0.
12. Основи PyTorch. Випадання PyTorch; Норма партії PyTorch.
13. PyTorch, CNTK та MXNet
14. Глибоке навчання. Яка різниця між "нейронними мережами" та "глибоким навчанням"?
15. Вибір швидкості навчання та покарання за регуляризацію вручну.
16. Як встановити NumPy, Scipy, Matplotlib, Pandas, IPython, Theano та TensorFlow

Лекційні заняття

Розділ 1. Загальні положення

Розділ 2. Нейронні мережі та їх властивості. Вступ

Розділ 3. Методи навчання нейронних мереж та набори даних для навчання

Розділ 4. Введення в програмні пакети реалізації ШНМ.

Розділ 5. Основи Theano

Розділ 6. Основи TensorFlow

Розділ 7. Основи Keras

Лабораторні заняття

1. Аналіз предметної області.
2. Побудова структурної схеми нейромережевої системи.
3. Побудова моделі даних для навчання нейронної мережі.
4. Реалізація ШНМ за допомогою спеціалізованих програмних пакетів.
5. Реалізація навчання ШНМ за допомогою спеціалізованих програмних пакетів.
6. Розробка програмного продукту з використанням навченої ШНМ.
7. Підготовка звіту по розробленій нейромережевій програмній системі.

4. Навчальні матеріали та ресурси

Базова література

1. Зайченко Ю.П. Основи проектування інтелектуальних систем. Навчальний посібник / Ю.П. Зайченко. – К.: Слово, 2004. – 352 с.
2. Кутковецький В.Я. Розпізнавання образів: Навчальний посібник / В.Я. Кутковецький. – Миколаїв: Вид-во МДГУ ім. П.Могили, 2017. – 420 с.
3. Шаховська Н. Б. Системи штучного інтелекту: навчальний посібник /Н.Б. Шаховська, Р. М. Камінський, О. Б. Вовк. – Львів : Видавництво Львівської політехніки, 2018. – 392 с.
- 4 Дослідження і проектування інтелектуальних систем. Лабораторний практикум. Навч. посібник для здобувачів ступеня магістр за спеціальністю 123 «Комп'ютерні системи та мережі» / Шимкович В. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 34 с. Електронний ресурс. Гриф надано Методичною радою КПІ ім. Ігоря Сікорського (протокол № 6 від 31.01.2022 р.) за поданням Вченої ради факультету інформатики та обчислювальної техніки (протокол № 4 від 25.11.2021 р.)

Допоміжна література

1. Li, Zewen & Yang, Wenjie & Peng, Shouheng & Liu, Fan. (2020). A Survey of Convolutional Neural Networks: Analysis, Applications, and Prospects.
2. Chen, Xiaoxue & Jin, Lianwen & Zhu, Yuanzhi & Luo, Canjie & Wang, Tianwei. (2020). Text Recognition in the Wild: A Survey.
3. Yang YX, Wen C, Xie K, Wen FQ, Sheng GQ, Tang XG. Face Recognition Using the SR-CNN Model. *Sensors (Basel)*. 2018;18(12):4237. Published 2018 Dec 3. doi:10.3390/s18124237
4. Kocić J, Jovičić N, Drndarević V. An End-to-End Deep Neural Network for Autonomous Driving Designed for Embedded Automotive Platforms. *Sensors*. 2019; 19(9):2064.
5. A. Kumar, S. Verma and H. Mangla, "A Survey of Deep Learning Techniques in Speech Recognition," *2018 International Conference on Advances in Computing, Communication Control and Networking (ICACCCN)*, Greater Noida (UP), India, 2018, pp. 179-185, doi: 10.1109/ICACCCN.2018.8748399.

6. Ashish Vaswani, Noam Shazeer, Niki Parmar, Jakob Uszkoreit, Llion Jones, Aidan N. Gomez, Łukasz Kaiser, Illia Polosukhin Attention is All you Need. Part of Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NIPS 2017)
7. ThierryBouwman, SajidJaved, <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0893608019301303> - !Soon KiJung. Deep neural network concepts for background subtraction:A systematic review and comparative evaluation. Neural Networks. Volume 117, September 2019, Pages 8-66.
8. Deep Learning with TensorFlow 2 and Keras: Regression, ConvNets, GANs, RNNs, NLP, and more with TensorFlow 2 and the Keras API, 2nd Edition Paperback – December 27, 2019. by. Antonio Gulli (Author).

Навчальний контент

5. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Лекційні заняття

№ з/п	Назва теми лекції та перелік основних питань (перелік дидактичних засобів, посилання на літературу та завдання на СРС)
1	<p>Тема 1.1. Структура та зміст курсу. РСО.</p> <p>Тема 1.2. Загальні поняття дисципліни. Типи штучних нейронних мереж.</p> <p>Лекція 1. Вступ. Загальні поняття. Штучний нейрон. Типи штучних нейронних мереж.</p> <p>Структура дисципліни, РСО. Загальні поняття галузі штучних нейронних мереж. Властивості ШНМ. Структура та принцип дії штучного нейрона. Типи штучних нейронних мереж.</p> <p>Література: [2, Гл.1], [3, Гл.1]</p> <p>Завдання на СРС. Рекурентні нейронні мережі – загальні поняття, види, моделі.</p>
2	<p>Тема 1.3. Огляд основних концепцій.</p> <p>Тема 2.1. Набір даних MNIST.</p> <p>Лекція 2. Огляд основних концепцій. Набір даних MNIST та встановлення лінійного еталону.</p> <p>Огляд основних концепцій побудови нейромережових систем. Огляд та аналіз бази даних MNIST, аналіз результатів навчання на цій базі різних типів ШНМ.</p> <p>Література: [1, Гл.1], [3, Гл.1]</p> <p>Завдання на СРС. Бази Iris, CIFAR-10, ImageNet, ADE20K, Coco, Fashion-MNIST, Boston housing – детальний розгляд, порівняльний аналіз застосування в різних системах</p>
3	<p>Тема 2.2. Імпульс та швидкість адаптивного навчання.</p> <p>Лекція 3. Імпульс та швидкість адаптивного навчання.</p> <p>Імпульс та швидкість адаптивного навчання: використання імпульсу для прискорення навчання; імпульс Нестерова; імпульс у коді; змінні та адаптивні темпи навчання; постійна швидкість навчання проти RMSP код у коді;</p> <p>Література: [1, Гл.1.1.2; Гл.3], [3, Гл.1]</p> <p>Завдання на СРС. Оптимізація Адама, адам у коді, вікно пропозицій.</p>

4	<p>Тема 3.1. Вибір гіперпараметра</p> <p>Лекція 4. Вибір гіперпараметра та оптимізація гіперпараметрів</p> <p>Вибір гіперпараметра. Оптимізація гіперпараметрів: перехресна перевірка, пошук сітки та випадковий пошук; вибірка логарифмічно; пошук сітки в кодї; зміна пошуку сітки; випадковий пошук у кодї.</p> <p>Література: [1, Гл.5], [3, Гл.6]</p>
5	<p>Тема 3.2. Навчання нейронних мереж.</p> <p>Лекція 5. Методи навчання ШНМ.</p> <p>Вступ до ініціалізації ваг, зникаючі та вибухові градієнти, локальні проти глобальних мінімумів.</p> <p>Література: [1, Гл.14], [3, Гл.6;Гл.9], [6, Гл.2]</p> <p>Завдання для СРС. Порівняння програмних реалізацій методів навчання і їх швидкості.</p>
6	<p>Тема 3.3. Основи Theano</p> <p>Лекція 6. Основи Theano.</p> <p>Основи Theano: змінні, функції, вирази, оптимізація; побудова нейронної мережі в Theano; перспективи роботи з Theano;</p> <p>Література: [1, Гл.5;Гл.6], [3, Гл.10], [6, Гл.3;Гл.4]</p> <p>Завдання для СРС. Огляд та аналіз побудованих нейромережових систем в програмному пакеті Theano.</p>
7	<p>Тема 3.4. Основи TensorFlow.</p> <p>Лекція 7. Основи TensorFlow.</p> <p>Основи TensorFlow: змінні, функції, вирази, оптимізація; побудова нейронної мережі в TensorFlow;</p> <p>Література: [1, Гл.12], [2, Л.6], [3, Гл.9]</p> <p>Завдання для СРС. Огляд та аналіз побудованих нейромережових систем в програмному пакеті TensorFlow.</p>
8	<p>Тема 4.1. Реалізація нейромережових систем на паралельних обчислювальних системах.</p> <p>Лекція 8. Реалізація нейромережових систем на паралельних обчислювальних системах.</p> <p>Прискорення програмного продукту за допомогою графічного процесора. Налаштування графічного процесора на веб-сервісах Amazon, встановлення бібліотек глибокого навчання з прискореним графічним процесором NVIDIA на домашньому комп'ютері. Чи можна використовувати великі дані для прискорення зворотного розповсюдження?</p> <p>Література: [1, Гл.1;Гл.4], [2, Гл.4;Гл.5]</p> <p>Завдання для СРС. Прискорення роботи пакетів Theano та Tensorflow на GPU;</p>

9	<p>Тема 4.2. Розпізнавання обличчя. Лекція 9. Розпізнавання обличчя.</p> <p>Вступ до проекту розпізнавання обличчя, опис проблеми розпізнавання обличчя. ШНМ на основі класу в Theano. ШНМ на основі класу в TensorFlow. Зміст проекту щодо розпізнавання обличчя.</p> <p>Завдання для СРС. Огляд та аналіз програмних нейромережевих проектів по реалізації систем розпізнавання облич.</p>
10	<p>Тема 5.1. Сучасні методи регуляризації Лекція 10. Сучасні методи регуляризації.</p> <p>Сучасні методи регуляризації. Регуляризація відсіву, інтуїція відсіву, ін'єкція шуму. Література: [7, Гл.2]</p>
11	<p>Тема 5.2. Нормалізація партії. Лекція 11. Нормалізація партії.</p> <p>Експоненціально згладжені середні показники. Теорія нормалізації партії. Тензор потоку нормалізації партії. Theano та TensorFlow нормалізації партії; Література: [7, Гл.4]</p> <p>Завдання для СРС. Самостійно опанувати матеріали по перспективах шуму.</p>
12	<p>Тема 5.3. Основи Keras. Лекція 12. Основи Keras.</p> <p>Основи Keras. Keras у кодї, функціональний API Keras. Як легко перетворити Keras у код Tensorflow 2.0.</p> <p>Література: [7, Гл.2;3]</p> <p>Завдання для СРС. Огляд та аналіз побудованих нейромережевих систем в програмному пакеті Keras.</p>
13	<p>Тема 6.1. Основи PyTorch. Лекція 13. Основи PyTorch.</p> <p>Випадання PyTorch; Норма партії PyTorch.</p> <p>Література: [1, Гл.9], [2, Л.9], [3, Гл.10], [7, Гл.11]</p> <p>Завдання для СРС. Огляд та наліз програмних продуктів реалізації нейромережевих систем CNTK та MXNet</p>
14	<p>Тема 6.3. Глибокі нейронні мережі Лекція 14. Глибокі нейронні мережі та їх навчання</p> <p>Огляд та аналіз глибоких нейронних мереж. Методів їх навчання та програмних додатків з застосуванням глибоких нейронних мереж.</p> <p>Література: [1, Гл.4], [2, Л.13]</p>

	Завдання для СРС. Різниця між "нейронними мережами" та "глибоким навчанням"?
15	<p>Лекція 15. Модульна контрольна робота</p> <p>На контрольну роботу виноситься увесь попередній матеріал.</p> <p>Завдання включають теоретичну частину, тестове питання та практичну частину.</p> <p>Завдання для СРС. Повторити матеріал 1-14 лекцій.</p>
16	<p>Тема 7.1. Вибір швидкості навчання та покарання за регуляризацію вручну.</p> <p>Лекція 16. Вибір швидкості навчання</p> <p>Вибір швидкості навчання та покарання за регуляризацію вручну.</p> <p>Література: [7, Гл.10]</p> <p>Завдання для СРС. Методи навчання нейронних мереж</p>
17	<p>Тема 7.2. Мережі трансформери</p> <p>Лекція 17. Мережі трансформери</p> <p>Мережі трансформери. Структура нейронних мереж трансформерів, їх сфера застосування, набори даних. Огляд та аналіз програмних застосунків з мережами трансформерами.</p> <p>Література: [7, Гл.10], [8]</p> <p>Завдання для СРС. Механізм уваги для виявлення глобальних залежностей між вхідними даними і вихідними даними</p>
18	<p>Тема 7.3. Робота з програмними додатками</p> <p>Лекція 18. Робота з програмними додатками.</p> <p>Як встановити Numpy, Scipy, Matplotlib, Pandas, IPython, Theano та TensorFlow.</p> <p>Література: [7, Гл.8]</p> <p>Завдання для СРС. Самостійно потренуватись та опанувати функції програмних додатків проектування та реалізації нейронних мереж</p>
Годин	
36	

Лабораторні заняття

№	Назва лабораторної роботи	Кількість ауд. годин
1	Лабораторна робота 1. Парцептрон. Написати програму, що реалізує нейронну мережу Парцептрон та навчити її виконувати функцію XOR. Література: [3, Гл.2]	4
2	Лабораторна робота 2. Реалізація базових архітектур нейронних мереж. Написати програму, що реалізує нейронні мережі для моделювання функції двох змінних. Література: [3, Гл.2]	2
3	Лабораторна робота 3. Нейронної мережі прямого розповсюдження для розпізнавання зображення. Написати програму що реалізує нейронну мережу прямого розповсюдження для розпізнавання рукописних цифр. Література: [3, Гл.6]	2
4	Лабораторна робота 4. Згорткові нейронні мережі. Написати програму що реалізує згорткову нейронну мережу AlexNet для розпізнавання об'єктів з датасету CIFAR-10 Література: [7]	2
5	Лабораторна робота 5. Згорткові нейронні мережі типу Inception Написати програму що реалізує згорткову нейронну мережу Inception V3 для розпізнавання об'єктів на зображеннях. Створити власний дата сет з папки на диску, навчити нейронну мережу на цьому датасеті розпізнавати породу Вашої улюбленої собаки чи kota. Навчену нейронну мережу зберегти на комп'ютер написати програму, що відкриває та аналізує зображення. Література: [7], [8]	2
6	Лабораторна робота 6. Згорткові нейронні мережі типу Xception. Написати програму що реалізує згорткову нейронну мережу Xception для розпізнавання об'єктів на відео. Створити власний дата сет з папки на диску, навчити нейронну мережу на цьому датасеті розпізнавати логотип вашого улюбленого бренду, скажімо Apple чи BMW. Навчену нейронну мережу зберегти на комп'ютер написати програму, що відкриває та аналізує відео, результат – час на якому з'являвся логотип. Література: [7]	2
7	Лабораторна робота 7. Рекурентні нейронні мережі LSTM Написати програму, що реалізує рекурентну нейронну мережу LSTM для розпізнавання емоційного забарвлення тексту, використати датасет Yelp Dataset	2
8	Лабораторна робота 8. Нейронні мережі CNN-bi-LSTM для розпізнавання звуку Написати програму, що реалізує нейронну мережу типу CNN-bi-LSTM для розпізнавання мови в текст.	2
	Разом	18

6. Самостійна робота студента/аспіранта

№ з/п	Назва теми, що виноситься на самостійне опрацювання	Кількість годин СРС
1	Рекурентні нейронні мережі – загальні поняття, види, моделі.	8
2	Бази Iris, CIFAR-10, ImageNet, ADE20K, Coco, Fashion-MNIST, Boston housing – детальний розгляд, порівняльний аналіз застосування в різних системах	6
3	Створення бази навчальних даних для нейронної мережі.	6
4	Порівняння програмних реалізацій методів навчання і їх швидкості.	6
5	Огляд та аналіз побудованих нейромережових систем в програмному пакеті Theano.	6
6	Огляд та аналіз побудованих нейромережових систем в програмному пакеті TensorFlow.	6
7	Прискорення роботи пакетів Theano та Tensorflow на GPU	6
8	Огляд та аналіз програмних нейромережових проектів по реалізації систем розпізнавання облич.	6
9	Самостійно опанувати матеріали по перспективах шуму.	6
10	Огляд та аналіз побудованих нейромережових систем в програмному пакеті Keras.	6
11	Огляд та наліз програмних продуктів реалізації нейромережових систем CNTK та MXNet	6
12	Різниця між "нейронними мережами" та "глибоким навчанням"?	6
13	Методи навчання нейронних мереж	6
14	Механізм уваги для виявлення глобальних залежностей між вхідними даними і вихідними даними	8
15	Самостійно потренуватись та опанувати функції програмних додатків проектування та реалізації нейронних мереж	8
16	Підготовка до екзамену	30
	Всього годин СРС	126

7. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Система вимог, які ставляться перед студентом:

- відвідування лекційних та лабораторних занять є обов'язковою складовою вивчення матеріалу;
- на лекції викладач користується власним презентаційним матеріалом; використовує гугл-диск для викладання матеріалу поточної лекції, додаткових ресурсів, лабораторних робіт та інше; викладач відкриває доступ до певної директорії гугл-диска для скидання електронних лабораторних звітів;
- на лекції заборонено відволікати викладача від викладання матеріалу, усі питання, уточнення та ін. студенти задають в кінці лекції у відведений для цього час;
- лабораторні роботи захищаються у два етапи – перший етап: студенти виконують завдання на допуск до захисту лабораторної роботи; другий етап – захист лабораторної роботи. Бали за лабораторну роботу враховуються лише за наявності електронного звіту;
- модульні контрольні роботи пишуться на лекційних заняттях без застосування допоміжних засобів (мобільні телефони, планшети та ін.); результат пересилається у файлі до відповідної директорії гугл-диску;
- заохочувальні бали виставляються за: активну участь на лекціях; участь у факультетських та інститутських олімпіадах з навчальних дисциплін, участь у конкурсах робіт, підготовка оглядів наукових праць; презентацій по одній із тем СРС дисципліни тощо. Кількість заохочуваних балів не більше 10;
- штрафні бали виставляються за: невчасну здачу лабораторної роботи. Кількість штрафних балів не більше 10.

8. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за:

1. виконання та захист 8 лабораторних робіт;
2. заохочувальні та штрафні бали.

Система рейтингових балів та критерії оцінювання

Лабораторні роботи:

«відмінно», повна відповідь на питання під час захисту (не менш ніж 90% потрібної інформації) та оформлений належним чином електронний протокол до лабораторної роботи – 5 балів;

«добре», достатньо повна відповідь на питання під час захисту (не менш ніж 75% потрібної інформації) та оформлений належним чином електронний протокол до лабораторної роботи – 4 бали;

«задовільно», неповна відповідь на питання під час захисту (не менш ніж 60% потрібної інформації), незначні помилки та оформлений належним чином електронний протокол до лабораторної роботи – 3 бали;

«незадовільно», незадовільна відповідь та/або не оформлений належним чином електронний протокол до лабораторної роботи – 0 балів.

За кожне заняття запізнення з поданням лабораторної роботи до захисту від встановленого терміну оцінка знижується на 1 бал.

Заохочувальні бали

– за виконання творчих робіт з кредитного модуля (наприклад, участь у факультетських та інститутських олімпіадах з навчальних дисциплін, участь у конкурсах робіт, підготовка оглядів наукових праць тощо); за активну роботу на лекції (питання,

доповнення, зауваження за темою лекції, коли лектор пропонує студентам задати свої питання) 1-2 бали, але в сумі не більше 10;

– презентації по СРС – від 1 до 5 балів.

Міжсесійна атестація

За результатами навчальної роботи за перші 7 тижнів максимально можлива кількість балів – 10 балів (2 лабораторні). На першій атестації (8-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менший ніж 10 балів.

За результатами 13 тижнів навчання максимально можлива кількість балів – 20 балів (4 лабораторні). На другій атестації (14-й тиждень) студент отримує «зараховано», якщо його поточний рейтинг не менший ніж 20 балів.

Максимальна сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$RD = 8 * r_{\text{лаб}} = 8 * 5 = 40 + (r_z - r_{\text{ш}}),$$

де $r_{\text{лаб}}$ – бал за лабораторну роботу (0...5);

r_z – заохочувальні бали за активну участь на лекціях, презентації, участь в олімпіадах, конкурсі роботи, наукові роботи за тематикою дисципліни (0...10);

$r_{\text{ш}}$ – штрафні бали.

Екзамен:

Умовою допуску до екзамену є зарахування всіх лабораторних робіт, написання модульних контрольних робіт та стартовий рейтинг не менше 24 бали.

На екзамені студенти виконують письмову контрольну роботу. Кожен білет містить три теоретичних запитання (завдання). Перелік теоретичних питань наведений у додатку 1. Кожне запитання (завдання) оцінюється у 20 балів.

Система оцінювання питань:

«відмінно», повна відповідь, не менше 90% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь», (повне, безпомилкове розв'язування завдання) – 18-20 балів;

«добре», достатньо повна відповідь, не менше 75% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до рівня «умінь або є незначні неточності (повне розв'язування завдання з незначними неточностями) – 12-17 балів;

«задовільно», неповна відповідь, не менше 60% потрібної інформації, що виконана згідно з вимогами до «стереотипного» рівня та деякі помилки (завдання виконане з певними недоліками) – 7-11 бали;

«незадовільно», відповідь не відповідає умовам до «задовільно» – 0-6 балів.

Сума балів за залікову контрольну роботу переводиться до залікової оцінки згідно з таблицею:

Таблиця 1. Переведення рейтингових балів до оцінок за університетською шкалою

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре
74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Є не зараховані лабораторні роботи або не зарахована модульна контрольна робота	Не допущено

9. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

- перелік теоретичних питань, які виносяться на семестровий контроль наведено в Додатку 1;
- на початку семестру викладач аналізує існуючі курси по тематиці дисципліни та пропонує пройти відповідні безкоштовні курси студентам. Після отримання студентом сертифікату проходження дистанційних чи онлайн курсів за відповідною тематикою, викладач закриває відповідну частину курсу (лабораторні чи лекції) за попередньою домовленістю з групою.

Робочу програму навчальної дисципліни (Силабус):

Складено к.т.н., доц., Шимкович Володимир Миколайович

Ухвалено кафедрою ОТ (протокол № 10 від 25.05.2022 р.)

Погоджено Методичною комісією факультету (протокол № 10 від 09.06.2022 р.)

Перелік теоретичних питань на залік по першій частині курсу

1. Властивості штучних нейронних мереж.
2. Структура та опис штучного нейрона.
3. Функції активації штучного нейрона.
4. Види штучних нейронних мереж
5. Нейронна мережа прямого розповсюдження, її архітектура та властивості.
6. Рекурентні нейронні мережі їх структура, функції активації та властивості.
7. Радіально-базистні нейронні мережі їх структура, функції активації та властивості.
8. Нейронна мережа Парцептрон. Структура, функції активації та властивості.
9. Набір даних для навчання нейронних мереж MNIST та встановлення лінійного еталону.
10. Бази Iris, CIFAR-10, ImageNet, ADE20K, – детальний розгляд, порівняльний аналіз застосування в різних системах.
11. Coco, Fashion-MNIST, Boston housing – детальний розгляд, порівняльний аналіз застосування в різних системах.
12. Принцип створення навчальних баз даних для нейронних мереж. Вибір інформативних ознак.
13. Імпульс та швидкість адаптивного навчання: використання імпульсу для прискорення навчання.
14. Імпульс Нестерова; імпульс у коді; змінні та адаптивні темпи навчання.
15. Постійна швидкість навчання проти RMSProp у коді.
16. Оптимізація Адама, адама у коді, вікно пропозицій.
17. Вибір гіперпараметра.
18. Оптимізація гіперпараметрів: перехресна перевірка, пошук сітки та випадковий пошук, вибірка логарифмічно, пошук сітки в коді, зміна пошуку сітки, випадковий пошук у коді.
19. Загальна характеристика Методів навчання ШНМ.
20. Зникаючі та вибухові градієнти в методах навчання ШНМ.
21. Локальні проти глобальних мінімумів в методах навчання ШНМ.
22. Порівняння програмних реалізацій методів навчання і їх швидкості.
23. Основи Theano: змінні, функції, вирази, оптимізація.
24. побудова нейронної мережі в Theano.
25. Огляд та аналіз побудованих нейромережевих систем в програмному пакеті Theano.
26. Основи TensorFlow: змінні, функції, вирази, оптимізація.
27. Побудова нейронної мережі в TensorFlow.
28. Огляд та аналіз побудованих нейромережевих систем в програмному пакеті TensorFlow.
28. Реалізація нейромережевих систем на паралельних обчислювальних системах.
29. Прискорення програмного продукту за допомогою графічного процесора.
30. Чи можна використовувати великі дані для прискорення зворотного розповсюдження?
31. Прискорення роботи пакетів Theano та Tensorflow на GPU.
32. Опис проблеми розпізнавання обличчя.
33. ШНМ на основі класу в Theano.
34. ШНМ на основі класу в TensorFlow.
35. Зміст проекту щодо розпізнавання обличчя.
36. Огляд та аналіз програмних нейромережевих проектів по реалізації систем розпізнавання облич.
37. Сучасні методи регуляризації..
38. Регуляризація відсіву, інтуїція відсіву, ін'єкція шуму.

39. Теорія нормалізації партії.
40. Експоненціально згладжені середні показники.
41. Тензор потоку нормалізації партії.
42. Theano та TensorFlow нормалізації партії.
43. Основи Keras.
44. Keras у кодї, функціональний API Keras.
45. Як легко перетворити Keras у код Tensorflow 2.0.
46. Огляд та аналіз побудованих нейромережевих систем в програмному пакеті Keras.
47. Основи PyTorch.
48. Випадання PyTorch;
49. Норма партії PyTorch.
50. Огляд та наліз програмних продуктів реалізації нейромережевих систем CNTK
51. Огляд та наліз програмних продуктів реалізації нейромережевих систем MXNet
52. Види глибоких нейронних мереж.
53. Відмінності глибокого навчання та ШНМ.
54. Згорткові нейронні мережі, їх архітектура, принцип дії, властивості.
55. Глибокі ймовірнісні нейронні мережі, їх архітектура, принцип дії, властивості.
56. Глибокі нечіткі нейронні мережі, їх архітектура, принцип дії, властивості.
57. Генеративні змагальні мережі, їх архітектура, принцип дії, властивості.
58. Мережі глибокого автоматичного кодування, їх архітектура, принцип дії, властивості.
59. Глибокі згорткові нейронні мережі.
60. Паралелізація обчислень при реалізації згорткових нейронних мереж.
61. Методи навчання глибоких нейронних мереж їх загальна характеристика.
62. Вибір швидкості навчання при програмній реалізації.
63. Покарання за регуляризацию вручну швидкості.
64. Структура нейронних мереж трансформерів
65. Сфера застосування нейронних мереж трансформерів
66. Огляд та аналіз програмних застосунків з мережами трансформерами
67. Механізм уваги для виявлення глобальних залежностей між вхідними даними і вихідними даними