

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ ЕКОНОМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ СЕМЕНА КУЗНЕЦЯ

ЗАТВЕРДЖЕНО
на засіданні кафедри
кібербезпеки та
інформаційних технологій
Протокол № 3 від 02.09.2024 р.



ПОГОДЖЕНО
Проректор з навчально-методичної
роботи

Каріна НЕМАШКАЛО

НЕЙРОМЕРЕЖЕВА ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ

робоча програма навчальної дисципліни (РПНД)

Галузь знань	всі
Спеціальність	всі
Освітній рівень	третій (освітньо-науковий)
Освітня програма	всі

Статус дисципліни
Мова викладання, навчання та оцінювання

вибіркова
українська

Розробник:
к.т.н., доцент

Олена ШАПОВАЛОВА

Завідувач кафедри
кібербезпеки та
інформаційних технологій

Ольга СТАРКОВА

Харків

2024

ВСТУП

Курс розроблено для формування базових навичок та компетентностей роботи з даними з метою отримання нових знань з застосуванням можливостей нейромережевої обробки інформації для опрацювання реальних даних у сфері бізнесу, мультимедіа, технологій наукових досліджень, соціальної аналітики. Нейромережевий підхід є складовою частиною нового напрямку – інтелектуального аналізу даних, новітньої технології роботи з інформацією, що дозволяє отримувати нові нетривіальні знання на підґрунті певним чином організованих великих масивів статистичних даних. В курсі розглядаються структури та типи штучних нейронних мереж, методи їх навчання та галузі застосування.

Мета навчальної дисципліни – формування систематизованих знань про основні моделі, методи та засоби, які використовуються під час нейромережевої обробки даних, ознайомлення здобувачів освіти з останніми наробками в галузі інтелектуальної обробки даних, бібліотеками та програмними комплексами для розпізнавання та генерації різноманітних об'єктів.

Завданнями навчальної дисципліни є:

- ознайомлення здобувачів освіти з останніми наробками щодо підходів до побудови та застосування нейронних мереж;
- засвоєння основних методів підготовки даних, отриманих з різних джерел, їх очищення та трансформації з подальшим використанням для навчання та тестування нейромережі;
- засвоєння принципів проектування нейронних мереж, методів їх навчання та тестування;
- отримання навичок роботи з програмними засобами та спеціалізованими бібліотеками, орієнтованими на застосування нейромережевих технологій.

Об'єктом вивчення дисципліни є нейронні мережі та програмні середовища для їхньої реалізації.

Предметом вивчення дисципліни є основні принципи побудови та структури штучних нейронних мереж, а також моделі і методи, що необхідні для їх реалізації.

Результати навчання та компетентності, які формує навчальна дисципліна визначено в табл. 1.

Результати навчання та компетентності, які формує навчальна дисципліна

Результати навчання	Компетентності, якими повинен оволодіти здобувач вищої освіти
Мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій	Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел; здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерних науках та дотичних до них міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей
Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерних науках та дотичних міждисциплінарних напрямках	Здатність застосовувати сучасні методології, методи та інструменти експериментальних і теоретичних досліджень у сфері комп'ютерних наук, сучасні цифрові технології, бази даних та інші електронні ресурси у науковій та освітній діяльності
Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи	Здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти у галузі комп'ютерних наук та дотичні до неї міждисциплінарних проектах, демонструвати лідерство під час їх реалізації

ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**Змістовий модуль 1. Базові концепції штучних нейронних мереж.**

Тема 1. Загальна характеристика, основні принципи побудови та галузі використання нейромереж.

1.1. Штучний нейрон.

Функціональна схема формального нейрона. Модель «елементу обробки» на основі нейромережі.

1.2. Компоненти штучного нейрона.

Вагові коефіцієнти, функція суматора, передатна функція, масштабування, вихідна функція (змагання), функція похибки та поширюване назад значення, функція навчання.

1.3. Обґрунтованість застосування нейромереж.

Класифікація образів. Кластеризація/категоризація. Апроксимація функцій та прогнозування. Оптимізація. Галузі застосування нейромереж.

Тема 2. Методи підготовки інформації для подальшої обробки нейромережею. Парціальна обробка даних. Класифікація нейромереж.

2.1. Очищення вхідних даних.

Згладжування, видалення шумів, редагування аномальних значень, заповнення пропусків у рядах даних.

2.2. Спектральна обробка.

Згладжування даних шляхом визначення смуг пропускання, віднімання шуму, вейвлет-перетворення з зазначенням глибини розкладання і порядку вейвлета.

2.3. Типи нейромереж.

Класифікація нейромереж за характером навчання, за налаштуванням ваг, за типом вхідної інформації, прямого та зворотного поширення. Перцептрон Розенблата. Мережа Кохонена. Мережа Хопфілда. Автокодувальник. Глибинна мережа. Згорткові та розгорткові мережі. Рекурентні мережі.

Тема 3. Архітектура нейромереж. Види структур. Факторний, кореляційний та регресійний аналіз даних.

3.1. Архітектура з'єднань штучних нейронів.

Структура, архітектура та парадигма в контексті нейромереж. Багатошаровий тип з'єднання нейронів.

3.2. Мережа з прямими і бічними зв'язками.

Мережі прямого поширення (з односкерованими послідовними зв'язками). Мережі зворотного поширення (з рекурентними зворотними зв'язками).

3.3. Факторний аналіз як спосіб зниження розмірності.

Усунення незначущих факторів з застосуванням кореляційного аналізу. Вимоги до даних при проведенні статистичного аналізу.

3.4. Регресійний аналіз даних.

Побудова регресій з використанням нейромережевої технології. Візуалізація отриманих даних. Прогнозування за регресійними моделями.

Тема 4. Методи навчання нейромереж.

4.1. Навчання з вчителем.

Навчальні та тестові виборки. Епохи навчання. Налаштування ваг в процесі навчання. Роль алгоритмів прямого та зворотного поширення помилки в процесі навчання.

4.2. Перенавчання нейромережі.

Явище перенавчання мережі. Причини виникнення перенавчання, наслідки та шляхи усунення.

4.3. Навчання без вчителя.

Специфіка навчання без вчителя. Кластеризація. Вимоги до подання

факторів при кластеризації.

Змістовий модуль 2. Застосування нейромереж для обробки інформації та прогнозування.

Тема 5. Мережі прямого поширення. Мережі Хопфілда та їхні модифікації. Задачі пошуку асоціативних правил.

5.1. Мережі прямого поширення.

Мережі прямого поширення (з односкерованими послідовними зв'язками): Розенблата, зворотного поширення похибки (Back Propagation), Кохонена тощо. Принципи побудови, переваги та недоліки, галузь застосування.

5.2. Мережі зворотного поширення.

Мережі зворотного поширення (з рекурентними зв'язками): зустрічного поширення (CounterPropagation), Хопфілда, Хемінга з двонаправленою асоціативною пам'яттю тощо. Принципи побудови, переваги та недоліки, галузь застосування.

5.3. Асоціативні правила.

Поняття асоціативного правила, його структура. Підтримка і достовірність як основні характеристики якості асоціативного правила. Алгоритм Apriori. Галузь застосування асоціативних правил.

Тема 6. Огляд бібліотек машинного навчання. Робота з картами Кохонена. Комплексировані нейромережі.

6.1. Сучасні бібліотеки машинного навчання.

Огляд сучасних бібліотек машинного навчання, їхніх можливостей та обмежень. Мови програмування, які вони підтримують. NumPy. Scikit-learn та їхні можливості. Pandas. Theano. TensorFlow. CUDA. Keras. Програмне середовище Anaconda Python.

6.2. Карти, що самоорганізуються (Кохонена).

Карти, що самоорганізуються, як різновид штучних нейронних мереж. Навчання та використання карт Кохонена. Класифікації за допомогою карт Кохонена. Комплексировані нейромережі та їхнє застосування.

Тема 7. Згорткові (конволюційні) нейромережі. Можливості TensorFlow в створенні конволюційних нейромереж. Застосування згорткових нейромереж.

7.1. Згорткові (конволюційні) нейромережі.

Поняття та структура згорткової мережі. Пулінгові шари. Розширена згортка (Dilated convolution). Часткова згортка (Partial convolution). Стробова згортка (Gated convolution).

7.2. Архітектури згорткових нейронних мереж.

Специфіка архітектурних рішень в залежності від типу даних. Застосування згорток до текстів. Розпізнавання зображень з застосуванням

згорткових мереж.

7.3. Можливості TensorFlow в створенні конволюційних нейромереж.

Інструментарій та бібліотеки TensorFlow та Keras для створення, навчання та налаштування власної нейромережі. Контроль якості навчання та класифікації мережею.

7.4. Застосування згорткових нейромереж.

Галузі застосування згорткових нейромереж. Комп'ютерний зір. Розпізнавання образів. Генеративні нейромережі. Класифікація конволюційними мережами.

Тема 8. Ресурси з датасетами для навчання нейромереж та готовими проектами з можливістю подальшого розвитку. Автоенкодери. Мережа Елмана.

8.1. Використання загальнодоступних ресурсів для побудови власної нейромережі.

Огляд можливостей Hugging Face та Kaggle. Формати подання даних та специфіка їхнього використання.

8.2. Автоенкодери.

Апроксимація вхідних даних автоенкодерами. Можливості і галузь застосування. Автоенкодер з TensorFlow.

8.3. Мережа Елмана.

Рекурентна нейронна мережа Елмана з додатковим шаром контексту. Застосування таких мереж при обробці природної мови (natural language processing). LSTM (long short-term memory neural networks - довга короткострокова пам'ять).

Перелік лабораторних занять / завдань за навчальною дисципліною наведено в табл. 2

Перелік лабораторних занять / завдань

Назва теми та / або завдання	Зміст
Тема 1. Завдання 1.	Вивчення програмних продуктів, в яких реалізована можливість створення та навчання нейронної мережі. Підготовка даних для подальшої нейромережевої обробки в пакеті Дедуктор
Тема 2. Завдання 2.	Ресурси для підготовки інформації для навчання та тестування нейромереж
Тема 3. Завдання 3.	Розпізнавання рукописних цифр НМ (або НМ для прогнозу чисельних показників)
Тема 4. Завдання 4.	Дослідження впливу шарів конволюції та пулінгу на точність та ф-цію втрат НМ (або методи навчання НМ)
Тема 5. Завдання 5.	Дослідження конволюцій (фільтри)+препроцесинг-callback-конволюційна модель (НМ для генерації презентацій)
Тема 6. Завдання 6.	Дослідження конволюцій (великих зображення в русі під різними кутами)
Тема 7. Завдання 7.	Дослідження конволюцій (створення НМ за завданням) або побудова дерева рішень з застосуванням НМ
Тема 8. Завдання 8.	Огляд та дослідження НМ для навчання, презентацій матеріалів та перекладу

Перелік самостійної роботи за навчальною дисципліною наведено в табл.3

Таблиця 3

Перелік самостійної роботи

Назва теми та / або завдання	Зміст
Тема 1-8	Вивчення лекційного матеріалу та додаткових ресурсів, поданих у відповідній темі пнс
Тема 1-8	Підготовка до лабораторних занять
Тема 1-8	Виконання індивідуальних навчально-дослідних завдань

Кількість годин лекційних, лабораторних занять та годин самостійної роботи наведено в робочому плані (технологічній карті) з навчальної дисципліни.

МЕТОДИ НАВЧАННЯ

У процесі викладання навчальної дисципліни для набуття визначених результатів навчання, активізації освітнього процесу передбачено застосування таких методів навчання як:

Словесні (лекція (Тема 1, 3, 4, 7), проблемна лекція (Тема 2, 5, 6, 8).

Наочні (демонстрація (Тема 1-8)).

Лабораторні роботи (Тема 1 – 8).

ФОРМИ ТА МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ

Університет використовує 100 бальну накопичувальну систему оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти.

Поточний контроль здійснюється під час проведення лекційних, лабораторних занять і має на меті перевірку рівня підготовленості здобувача вищої освіти до виконання конкретної роботи і оцінюється сумою набраних балів: для дисциплін з формою семестрового контролю залік: максимальна сума – 100 балів; мінімальна сума – 60 балів.

Підсумковий контроль включає семестровий контроль та атестацію здобувача вищої освіти.

Семестровий контроль проводиться у формі заліку.

Підсумкова оцінка за навчальною дисципліною для дисциплін з формою семестрового контролю залік визначається сумуванням всіх балів, отриманих під час поточного контролю.

Під час викладання навчальної дисципліни використовуються наступні контрольні заходи:

- поточний контроль: лабораторні роботи (80 балів), письмові контрольні роботи (20 балів);
- семестровий контроль: залік (за сукупністю всіх балів, отриманих протягом семестру). Більш детальну інформацію щодо системи оцінювання наведено в робочому плані (технологічній карті) навчальної дисципліни.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

Основна

1. Солодовник Г.В. Методи та системи штучного інтелекту навчальний посібник. – Х.: ТОВ «ДІСА ПЛЮС», 2022. – 164 с. <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/34052>.
2. Шаповалова О.О. Інтелектуальний аналіз даних з практикумом в Deductor: Навчально-методичний посібник. – Х.: ХНУБА, 2020. – 160 с. <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/31957>.
3. Нейронні мережі: теорія та практика: навч. посіб. / С. О. Субботін. – Житомир : Вид. О. О. Євенок, 2020. – 184 с.

Додаткова

4. Сучасні інформаційні технології та системи [Електронний ресурс] : монографія / Н. Г. Аксак, Л. Е. Гризун, О. В. Щербаков та ін. ; за заг. ред. д-ра екон. наук, професора В. С. Пономаренка. – Харків : ХНЕУ ім. С. Кузнеця, 2022. – 271 с. <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/29233>.

5. Сучасні інформаційні технології і системи: монографія / за заг. ред . В. С. Пономаренка. - Х. : Видавництво «Стиль-іздат», 2021. - 182 с .
<http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/25920>.
6. Штучні нейронні мережі: базові положення: навчальний посібник [Електронне мережне навчальне видання] / І.А. Терейковський, Д.А. Бушуєв, Л.О. Терейковська – Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 123 с.
<https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/50135/1/ANN.pdf>.
7. Штучні нейронні мережі: навчальний посібник / С. В. Ткаліченко. – Кривий Ріг, 2023. – 150 с. <https://dspace.duet.edu.ua/jspui/handle/123456789/892>.
8. Image-based time series forecasting: A deep convolutional neural network approach/Artemios-Anargyros Semenoglou, Evangelos Spiliotis, Vassilios Assimakopoulos, January 2023 <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0893608022003902>.
9. Matviienko-Biliaieva G. L. The introduction of modern methods of logistics in entrepreneurial activity / G. L. Matviienko-Biliaieva, H. V. Stokovych, K. O. Velykykh, V. O. Kozub, M. S. Bril // ASTRA Salvensis. – 2020. – Supplement no. 1. – С. 155–166/ <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/24611>
10. Burdaev V. P. Using the chat-bot @es_economy_karkas_bot for on-line consulting with an expert system / V. P. Burdaev. // Економічний розвиток і спадщина Семена Кузнеця : тези допов. матеріали V міжнар. науково-практ. конф., 26-27 лист. 2020 р. : тези допов. – Одеса : Гельветика, 2020. – С. 188–189/ <http://repository.hneu.edu.ua/handle/123456789/24626>.
11. Building Neural Network (NN) Models in R [Електронний ресурс]: 2023 <https://www.datacamp.com/tutorial/neural-network-models-r>.
12. Artificial Intelligence Technology. Huawei Technologies Co., Ltd. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-981-19-2879-6>.

Інформаційні ресурси

13. Hugging Face: models, datasets, solutions etc [Електронний ресурс]/ <https://huggingface.co/models>.
14. Kaggle: Your Machine Learning and Data Science Community [Електронний ресурс]/ <https://www.kaggle.com>.
15. Сайт персональних навчальних систем ХНЕУ ім. С. Кузнеця за дисципліною «Нейромережева обробка інформації» <https://pns.hneu.edu.ua/course/view.php?id=10019>.