

# СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «НЕЙРОННІ МЕРЕЖІ»



Ступінь освіти	магістр
Галузь знань	12 «Інформаційні технології»
Тривалість викладання	3-4 чверть
Заняття:	весняний семестр
лекції:	2 години
практичні заняття:	1 година
Мова викладання	українська

Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»:

<https://do.nmu.org.ua/course/view.php?id=814>

Кафедра, що викладає

програмного забезпечення комп'ютерних систем



**Викладачі:**

**Приходченко Сергій Дмитрович**

Посада: доцент кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем

**Персональна сторінка**

<https://pzks.nmu.org.ua/ua/teachers/teachers.php>

<https://scholar.google.com/citations?user=Aqq63hMAAAAJ>

**E-mail:** [Prykhodchenko.s.d@nmu.one](mailto:Prykhodchenko.s.d@nmu.one)

## 1. Анотація до курсу

Штучні нейронні мережі (ШНМ, англ. artificial neural networks, ANN) – це обчислювальні системи, натхнені біологічними нейронними мережами, що складають мозок тварин. Такі системи навчаються задач (поступально покращують свою продуктивність на них), розглядаючи приклади, загалом без спеціального програмування під задачу. Наприклад, у розпізнаванні зображень вони можуть навчатися ідентифікувати зображення, які містять котів, аналізуючи приклади зображень, мічені як «кіт» і «не кіт», і використовуючи результати для ідентифікування котів в інших зображеннях. Вони роблять це без жодного апріорного знання про котів, наприклад, що вони мають хутро, хвости, вуса та котоподібні писки. Натомість, вони розвивають свій власний набір доречних характеристик з навчального матеріалу, який вони оброблюють.

ШНМ ґрунтується на сукупності з'єднаних вузлів, що називають штучними нейронами (аналогічно до біологічних нейронів у головному мозку тварин). Кожне з'єднання (аналогічне синапсові) між штучними нейронами може передавати сигнал від одного до іншого. Штучний нейрон, що отримує сигнал, може обробляти його, й потім сигналізувати штучним нейронам, приєднаним до нього.

## **2. Мета та завдання курсу**

**Мета дисципліни** – ознайомлення з головними аспектами відгалуження напряму штучного інтелекту, що спеціалізується на моделюванні різних типів нейронних мереж живих істот, аналізу їх функціонування, та моделювання структур, що є найбільш придатними для аналізу тих або інших прикладних завдань штучного інтелекту.

### **Завдання курсу:**

Навчити здобувачів вищої освіти:

- обґрунтовувати роль і значення штучних нейронних мереж щодо сутності об'єктів і процесів даних, будови програмних систем з їх застосуванням;
- визначати основні сценарії використання і застосування штучних нейронних мереж, характеристики штучних нейронних мереж;
- розрізняти парадигми застосування типів нейронних мереж та оцінювати точності навчених моделей;
- аналізувати первинну інформацію, що отримана з різних джерел, в тому числі набори даних, визначати найбільш придатну структуру ШНМ;
- користуватися отриманою інформацією в своїй майбутній професії.

## **3. Результати навчання**

Дисциплінарні результати навчання:

- досліджувати моделі та структури штучних нейронних мереж;
- класифікувати данні для навчання штучних нейронних мереж;
- застосовувати на практиці сучасні засоби розроблення програмного забезпечення з елементами та алгоритмами штучних нейронних мереж;
- розрізняти парадигми застосування різних типів штучних нейронних мереж та оцінювати точності навчених моделей;
- модифікувати існуючі та розробляти нові структурні схеми і застосування штучних нейронних мереж;
- прогнозувати рішення штучних нейронних мереж.

## 4. Структура курсу

### ЛЕКЦІЇ

#### **Тема 1. Концепція нейронних мереж. Розвиток. Становлення. Сучасні надбання. Перспективи росту.**

Історична довідка. Властивості штучних нейронних мереж. Области застосування ШНМ. Біологічний прототип. Структура і властивості штучного нейрона. Сучасні приклади застосування. Перспективи розвитку. Розвиток галузі.

#### **Тема 2. Одношаровий та багатошаровий персептрон.**

Класифікація штучних нейронних мереж. Навчання нейронних мереж. Персептрон Розенблатта.

ШНМ, які навчаються за алгоритмом зворотного поширення помилки. Порядок навчання. Алгоритм зворотного поширення помилки. Модифікації процесу навчання. Ємність мережі. Проблема перенавчання.

#### **Тема 3. Мережі, що здатні до самонавчання**

Мережа Кохонена. Структура. Функціонування. Навчання. Метод опуклою комбінації. Мережа зустрічного поширення. Прошарок Гросберга.

#### **Тема 4. Нейронні мережі з зворотнім зв'язком**

Когнітрон Фукушіми. Порядок навчання. Рецептивних області нейронів. Зауваження щодо функціонування когнітрону.

ШНМ з адаптивним резонансом. Структура і функціонування мереж ART. Теореми, що характеризують мережі з адаптивним резонансом.

Мережі зі зворотними зв'язками. Мережа Хопфілда і асоціативна пам'ять. Структура і функціонування мережі Хопфілда. Двонаправлена асоціативна пам'ять. Властивості ДАП.

#### **Тема 5. Сучасні моделі багатошарових нейронних мереж.**

Згорткові нейронні мережі. Принципи функціонування. Типи нейронів та типи зв'язків. Принципи навчання.

#### **Тема 6. Фреймворк TensorFlow**

Сучасний фреймворк для створення, моделювання та навчання ШНМ. Основня типи шарів. Створення одношарової мережі. Створення багатошарової мережі. Навчання шаблонів ШНМ.

### ПРАКТИЧНІ ЗАНЯТТЯ

1. Вивчення пакету "Neurooffice" і побудова найпростішої нейромережі.
2. Побудова багатошарової повнозв'язної нейронної мережі засобами NeuroOffice.
3. Кластеризація векторів числових даних з використанням шару Кохонена в середовищі Scilab. Моделювання процесів вибору однієї з множини альтернатив
4. Побудова нейронної мережі Кохонена засобами мови програмування високого рівня.
5. Побудова нейронної мережі Хопфілда засобами мови програмування

високого рівня.

## 6. Навчання шаблонної ШНМ в фреймворку TensorFlow

### 5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення\*

Використовуються лабораторії кафедри програмного забезпечення комп'ютерних систем (комп'ютерне та мультимедійне обладнання). Дистанційна платформа Moodle, MS Office 365, Microsoft Teams, мова програмування Python.

### 6. Система оцінювання та вимоги

**6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти** за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче:

Рейтингова шкала	Інституційна шкала
90 – 100	відмінно
74-89	добре
60-73	задовільно
0-59	незадовільно

Загальні критерії досягнення результатів навчання відповідають описам 6-го кваліфікаційного рівня НРК.

**6.2. Здобувачі вищої освіти** можуть отримати **підсумкову оцінку** з навчальної дисципліни **на підставі поточного оцінювання знань** за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування та виконання і захисту практичних робіт складатиме не менше 60 балів.

**Теоретична частина** оцінюється за результатами здачі двох контрольних тестових робіт, кожна з яких містить тестові закриті запитання з однією вірною відповіддю, максимальна кількість – 42 балів та вираховується відсоток кожної (розподіл % за окремими контрольними роботами див. в таблиці розділу 4). Загалом за п'ять контрольних тестових робіт отримується **максимум 42 бали**, тобто 42% від оцінки за дисципліну.

**Практичні роботи** (шість практичних робіт – у вигляді індивідуального завдання з кожної, розподіл % див. в таблиці розділу 4) виконуються у письмовому вигляді (звіт з кожної практичної роботи оцінюється в межах 58 балів, загалом практичні враховуються, як 58% (максимум 58 балів). При несвоєчасному здаванні роботи оцінка знижується вдвічі. Практичні роботи захищаються у вигляді опитування за звітом, і захист враховується, як 50% від оцінки за роботу (максимум 29 балів). У сумі за практичну частину курсу при поточному оцінюванні отримується **максимум 58 балів**.

Отримані бали за теоретичну частину та практичні роботи додаються і є підсумковою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни. Максимально за поточною успішністю здобувач вищої освіти може набрати 100 балів.

Максимальне оцінювання поточного контролю в балах:

Теоретична частина	Практична частина	Разом
42	58	<b>100</b>

**6.3. Критерії оцінювання підсумкової роботи.** У випадку якщо здобувач вищої освіти за поточною успішністю отримав менше 60 балів та/або прагне поліпшити оцінку проводиться **підсумкове оцінювання (іспит)** під час сесії. Якщо здобувач не здав у письмовій формі виконаних індивідуальних завдань (дві практичні роботи), він отримує незадовільну підсумкову оцінку з дисципліни.

**Іспит** проводиться у вигляді комплексної контрольної роботи, яка включає запитання з теоретичної та практичної частини курсу. Білет складається з **30 тестових завдань** з чотирма варіантами відповідей, одна правильна відповідь оцінюється в 2 бали (**разом 60 балів**) та **2 завдань** з практичної частини, кожне з запитань оцінюється максимум у 20 балів (**разом 40 балів**), причому:

- 20 балів – відповідність еталону;
- 15 балів – відповідність еталону з незначними помилками;
- 10 балів – часткова відповідність еталону, питання повністю не розкриті;
- 5 балів – невідповідність еталону, але відповідність темі запитання;
- 0 балів – відповідь не наведена або не відноситься до теми запитання.

Отримані бали за відкриті та закриті тести додаються і є підсумковою оцінкою за вивчення навчальної дисципліни. Максимально за підсумковою роботою здобувач вищої освіти може набрати 100 балів.

## 7. Політика курсу

**7.1. Політика щодо академічної доброчесності.** Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка" <https://cutt.ly/EB6rcod>

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

**7.2. Комунікаційна політика.** Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану корпоративну університетську пошту.

Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

**7.3. Політика щодо перескладання.** Роботи, які здаються із порушенням термінів без поважних причин оцінюються на нижчу оцінку. Перескладання

підсумкового оцінювання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

**7.4 Політика щодо оскарження оцінювання.** Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

**7.5. Відвідування занять.** Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов'язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об'єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

**7.6. Опитування.** Наприкінці вивчення курсу та перед початком сесії здобувача вищої освіти буде запропоновано анонімно заповнити електронні анкети (Microsoft Forms Office 365), які буде розіслано на ваші університетські поштові скриньки. Заповнення анкет є важливою складовою вашої навчальної активності, що дозволить оцінити дієвість застосованих методів викладання та врахувати ваші пропозиції стосовно покращення змісту навчальної дисципліни.

## 8 Рекомендовані джерела інформації

1. Wilson, Halsey (2018). Artificial intelligence. Grey House Publishing. ISBN 978-1682178676.
2. Charu C. Aggarwal. Neural Networks and Deep Learning. - Springer International Publishing, 2018. - XXIII, 497pp/ 128 b/w illustrations, 11 illustrations in colour
3. Hitoshi Iba, Nasimul Noman. Deep Neural Evolution. Deep Learning with Evolutionary Computation:- Springer Singapore, 2020. - 438 pp/ 114 b/w illustrations, 107 illustrations in colour
4. Sandro Skansi. Introduction to Deep Learning. From Logical Calculus to Artificial Intelligence/. - Springer International Publishing, 2018. – 191 pp/ 38 b/w illustrations
5. Hamed Habibi Aghdam, Elnaz Jahani Heravi. Guide to Convolutional Neural Networks. A Practical Application to Traffic-Sign Detection and Classification. — Springer International Publishing, 2017. — 282 pp./ 39 b/w illustrations, 111 illustrations in colour
6. Najafabadi, M., Villanustre, F., Khoshgoftaar, T., Seliya, N., Wald, R. and Muharemagic, E. (2015). Deep learning applications and challenges in big data analytics. Journal of Big Data, 2(1).
7. Kuen, J., Lim, K. and Lee, C. (2015). Self-taught learning of a deep invariant representation for visual tracking via temporal slowness principle. Pattern Recognition.
8. M. Abadi et al., “TensorFlow: Large-Scale Machine Learning on Heterogeneous Distributed Systems,” 2016.
9. Goodfellow, I.; Bengio, Y.; Courville, A. Deep Learning; MIT Press: Cambridge, MA, USA, 2016.

10. Al-Rfou, R.; Alain, G.; Almahairi, A.; Angermueller, C.; Bahdanau, D.; Ballas, N.; Bastien, F.; Bayer, J.; Belikov, A.; Belopolsky, A.; et al. Theano: A Python framework for fast computation of mathematical expressions. arXiv 2016, arXiv:abs/1605.02688.

### **Інформаційні ресурси**

1. Матеріали відкритого курсу OpenDataScience [Електронний ресурс]. – Електрон. дан. – Режим доступу: World Wide Web. – URL: <https://habr.com/ru/company/ods/blog/344044>.
2. The latest in machine learning. Papers With Code [Електронний ресурс]. – Електрон. дан. – Режим доступу: World Wide Web. – URL: <https://paperswithcode.com/>.
3. THE NEURAL NETWORK ZOO. [Електронний ресурс]. – Електрон. дан. – Режим доступу: World Wide Web. – URL: <https://www.asimovinstitute.org/neural-network-zoo/>