



Силабус освітнього компонента Програма навчальної дисципліни



Архітектури штучних нейронних мереж

Шифр та назва спеціальності

F3 – Комп'ютерні науки

Спеціалізація

–

Освітня програма

Комп'ютерні науки

Рівень освіти

Другий (магістерський)

Семестр

2

Інститут

ННІ Комп'ютерних наук та інформаційних технологій

Кафедра

Системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій (322)

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова), обов'язкова

Форма навчання

Денна, заочна

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники

**Дорофєєв Юрій Іванович**

yurii.dorofiev@khpi.edu.ua

Доктор технічних наук, професор, професор кафедри системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій НТУ "ХПІ"

Досвід роботи – 35 років. Автор понад 80 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Основи штучного інтелекту», «Експертні системи та бази знань», «Архітектури штучних нейронних мереж».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Дисципліна забезпечує засвоєння знань та навичок, які необхідні для вибору архітектури, реалізації процесу навчання та ефективного використання штучних нейронних мереж (ШНМ) для розв'язання інтелектуальних задач у сфері комп'ютерних наук.

Мета та цілі дисципліни

Метою викладання дисципліни є формування у студентів загальних та професійних компетентностей стосовно концепцій та принципів функціонування штучних нейронних мереж, засвоєння типів архітектури та методів навчання ШНМ, оволодіння навичками моделювання нейронних мереж та вирішення інтелектуальних задач на основі їх застосування.

Формат занять

Лекції, лабораторні заняття, самостійна робота, консультації. Підсумковий контроль – іспит.

Компетентності

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК05. Здатність вчитися й оволодівати сучасними знаннями.

СК05. Здатність розробляти, описувати, аналізувати та оптимізувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення.

СК13. Здатність проектувати, розробляти та використовувати складні інформаційні системи для вирішення практичних задач у галузі комп'ютерних наук, в тому числі з використанням систем штучного інтелекту.

Результати навчання

РН7. Розробляти та застосовувати математичні методи для аналізу інформаційних моделей.

РН10. Проектувати архітектурні рішення інформаційних та комп'ютерних систем різного призначення

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 150 год. (5 кредитів ЄКТС): лекції – 32 год., лабораторні заняття – 32 год., самостійна робота – 86 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного вивчення дисципліни необхідно мати знання та практичні навички з дисципліни "Інтелектуальний аналіз даних".

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться інтерактивно з використанням мультимедійних технологій. Застосовуються активні форми проведення занять: лекційне опитування, лабораторні заняття, консультація. На заняттях використовується компетентністний підхід до навчання.

Програма навчальної дисципліни

Навчальні заняття

Лекції

Теми лекцій	Кількість годин
Тема 1. Вступ Стисла історія розвитку штучних нейронних мереж (ШНМ). Про побудову мозку людини. Модель нейрону. Типи активаційних функцій нейронів. Поняття про нейронну мережу. Загальна класифікація ШНМ. Принцип навчання нейронних мереж. Типи процедур навчання ШНМ.	2
Тема 2. Персептрони Архітектура персептронів. Принцип класифікації вхідних образів за допомогою персептронів. Процедура навчання персептрону. Обмеження, які властиві персептронам.	4
Тема 3. Адаптивні лінійні ШНМ Архітектура адаптивних лінійних ШНМ. Алгоритм навчання Уїдроу-Хоффа. Поняття про адаптивний фільтр. Фільтрація сигналів, прогнозування випадкових процесів та подавлення шумів за допомогою адаптивних лінійних ШНМ.	4
Тема 4. Алгоритм зворотного поширення похибки	6

Алгоритм зворотного поширення похибки (АЗП). Архітектура нейронних мереж, які навчаються за допомогою АЗП. Особливості АЗП. Способи підвищення швидкості збіжності АЗП. Поняття про явище «перенавчання». Метод регуляризації. Метод раннього останова. Способи підготовки даних для навчання нейронних мереж. Аналіз результатів навчання нейронних мереж.

Тема 5. Радіально-базисні ШНМ	2
Принцип роботи штучного нейрону з радіально-базисною (РБ) активаційною функцією. Архітектура РБШНМ. Навчання РБШНМ. Узагальнені регресійні РБШНМ. Ймовірності РБШНМ. Переваги та недоліки РБШНМ.	
Тема 6. ШНМ Кохонена, що самоорганізуються	2
Архітектура та принцип роботи одношарової конкурентної мережі (шару Кохонена). Типи топології мап Кохонена. Способи обчислення відстані між нейронами мапи Кохонена. Навчання шару та мапи Кохонена. Правило навчання зміщень нейронів. Переваги та недоліки ШНМ Кохонена, що самоорганізуються.	
Тема 7. ШНМ векторного квантування	2
Поняття про векторне квантування (ВК). Архітектура мереж векторного квантування. Принцип роботи мережі ВК. Навчання мереж ВК: правило LVQ1. Навчання мереж ВК: правило LVQ2. Переваги та недоліки ШНМ ВК.	
Тема 8. Рекурентні ШНМ. Моделі асоціативної пам'яті	4
Рекурентні штучні нейронні мережі. Архітектура ШНМ Елмана. Навчання ШНМ Елмана. Поняття про стійкість динамічних ШНМ. Архітектура ШНМ Хопфілда. Нейродинаміка в мережі Хопфілда. Навчання мережі Хопфілда. Переваги та недоліки ШНМ Хопфілда. Гетероасоціативна пам'ять на основі ШНМ. Автоасоціативна пам'ять на основі ШНМ. Двоспрямована асоціативна пам'ять на основі ШНМ.	
Тема 9. Адаптивна резонансна теорія	2
Адаптивна резонансна теорія (АРТ). Архітектура мережі АРТ1. Алгоритм роботи мережі АРТ1. Навчання мережі АРТ1.	
Тема 10. Сучасний стан та перспективи розвитку ШНМ	4
Згорткові ШНМ. Глибоке навчання. Основні переваги нейромережових інформаційних технологій. Риси сучасних архітектур нейронних мереж. Актуальні напрямки досліджень сучасної нейронауки.	
Загальна кількість годин	32

Практичні заняття

Практичні заняття не передбачені.

Лабораторні заняття

Теми лабораторних занять	Кількість годин	Вагові коефіцієнти α
Тема 1. Знайомство з інструментарієм пакета прикладних програм Neural Network Toolbox та хмарним сервісом Google Colab.	2	0
Тема 2. Класифікація образів за допомогою одношарових перцептронів.	2	1,0
Тема 3. Формування навчальної вибірки для задач класифікації образів.	4	1,0

Тема 4. Фільтрація сигналів та апроксимація лінійних функцій за допомогою адаптивних лінійних ШНМ.	4	1,0
Тема 5. Класифікація образів за допомогою багат шарових нейронних мереж прямого поширення сигналів.	4	1,0
Тема 6. Апроксимація функцій та класифікація образів за допомогою радіально-базисних нейронних мереж.	4	1,0
Тема 7. Кластеризація даних за допомогою нейронних мереж Кохонена, що самоорганізуються.	4	1,0
Тема 8. Класифікація даних за допомогою нейронних мереж векторного квантування.	2	1,0
Тема 9. Аналіз часових рядів за допомогою рекурентних нейронних мереж.	2	1,0
Тема 10. Моделювання асоціативної пам'яті за допомогою нейронної мережі Хопфілда.	4	1,0
Загальна кількість годин	32	$\sum_{i=1}^n a_i = 8,0$

Контрольна робота

Тема контрольної роботи

Принцип роботи мереж прямого поширення сигналів

Самостійна робота

До самостійної роботи відноситься самостійне опрацювання теоретичного матеріалу та підготовка до контрольних робіт.

Опрацювання теоретичного матеріалу

Теми для самостійного вивчення	Кількість годин
Тема 1. Призначення, архітектура та навчання штучних нейронних мереж Хеммінга.	8
Тема 2. Призначення, архітектура та навчання штучних нейронних мереж Джордана.	8
Тема 3. Стиснення даних за допомогою штучних нейронних мереж.	8
Тема 4. Когнітрон та неокогнітрон Фукушими.	8
Тема 5. Процедура навчання штучних нейронних мереж з підкріпленням.	10
Тема 6. Штучні нейронні мережі зустрічного розповсюдження.	10
Тема 7. Оптичні нейронні мережі.	8
Тема 8. Підготовка до контрольної роботи.	6
Загальна кількість годин	66

Тематика індивідуальних завдань

Індивідуальне завдання передбачає вибір архітектури, підготовку навчальних даних, програмну реалізацію процедури навчання та тестування штучної нейронної мережі для вирішення конкретної задачі відповідно до вказаного варіанту, номер якого співпадає з номером здобувача освіти у списку групи. За результатами завдання оформлюється звіт відповідно до вимог, наведених у літературному джерелі [1]. Завдання виконується протягом навчальних тижнів, звіт подається на перевірку до екзамену.

Розв'язання задачі за допомогою штучної нейронної мережі

Тема 1. Прогнозування сигналу на виході стаціонарного фільтра

Тема 2. Розв'язання задачі регресії

Тема 3. Аналіз послідовності вхідних даних за допомогою рекурентної нейронної мережі

Тема 4. Кластеризація даних за допомогою нейронної мережі Кохонена, що самоорганізується

Тема 5. Аналіз графічних символів за допомогою нейронної мережі векторного квантування

Тема 6. Апроксимація нелінійної функції за допомогою радіально-базисної нейронної мережі

Тема 7. Аналіз послідовності вхідних даних за допомогою рекурентної нейронної мережі

Тема 8. Розпізнавання графічних образів за допомогою нейронної мережі Хопфілда

Тема 9. Класифікація вхідних даних за допомогою мережі векторного квантування

Загальна кількість годин

20

Неформальна освіта

Здобувач має можливість перезарахувати окремі теми або курс шляхом: проходження професійних курсів чи тренінгів, онлайн-освіти, професійних стажувань, у сфері, що відповідає навчальним цілям дисципліни.

Для зарахування необхідно надати: сертифікат (електронний або друкований) про проходження курсу/стажування, опис програми тренінгу із зазначенням змісту тем, обсягу та тривалості.

Рекомендовані курси, тренінги, стажування

1. Coursera FREE Courses for Neural Networks

https://www.coursera.org/search?query=Neural%20Network&sortBy=BEST_MATCH

2. Курси Google AI

<https://microsoft.github.io/AI-For-Beginners/lessons/3-NeuralNetworks/README>

3. Курс Гарвардського університету для вивчення концепцій і алгоритмів ІІІ

<https://www.edx.org/learn/artificial-intelligence/harvard-university-cs50-s-introduction-to-artificial-intelligence-with-python>

Література, навчальні матеріали та інформаційні ресурси

Основна література

1. Система стандартів з організації навчального процесу. ТЕКСТОВІ ДОКУМЕНТИ У СФЕРІ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ. Загальні вимоги до виконання. СТЗВО-ХПІ-3.01-2025.

<https://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/metodotdel/wp-content/uploads/sites/28/2025/06/STZVO-HPI-3.01-2025-2.pdf>

2. Субботін С.О. Нейронні мережі: теорія та практика : навч. посіб. Житомир : Вид. О.О. Євенок, 2020. 184 с. URL : <https://eir.zp.edu.ua/server/api/core/bitstreams/2abb401b-9ee6-4afc-a92a-2de5c332d12f/content>

3. Навчальний посібник «Методи та системи штучного інтелекту» для студентів спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» / Уклад.: І.М. Удовик, Г.М. Коротенко, Л.М. Коротенко, В.О. Трусів, А.Т. Харь. – Д.: Державний ВНЗ «Національний гірничий університет», 2017. – 105 с. URL :

https://it.nmu.org.ua/ua/scientific_method_materials/books/00%20%D0%9C%D0%A1%D0%A8%D0

[%86\(%D1%83%D0%BA%D1%80\) %D0%9D%D0%9E%D0%92 %D0%A3%D0%B4%D0%BE%D0%B2 %D0%B8%D0%BA %D0%923 .pdf](#)

4. Aggarwal C. C. Neural Networks and Deep Learning: A Textbook. Springer, 2018. 497 p. URL : http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/88552/1/2018_Book_NeuralNetworksAndDeepLearning.pdf

5. Ketkar N. Deep Learning with Python: A Hands-on Introduction. Apress, 2017/ 160 p/ URL : [https://unidel.edu.ng/focelibrary/books/deep-learning-with-python-a-hands-on-introduction.9781484227657.73624%20\(3\).pdf](https://unidel.edu.ng/focelibrary/books/deep-learning-with-python-a-hands-on-introduction.9781484227657.73624%20(3).pdf)

6. Методичні вказівки до лабораторних робіт з дисципліни «Штучні нейронні мережі» для студентів спеціальностей 122 – Комп'ютерні науки та 124 – Системний аналіз / уклад.

Ю.І. Дорофєєв. – Харків: НТУ «ХПІ», 2019. – 40 с. URL :

<https://iiii.sharepoint.com/:f/s/Profs.SAiT/EljiwM-RVz1KvDLqVRb7DcYBvK3mAHuZnX2kG0ntuKrtlg?e=dyoaSF>

Додаткова література

1. Руденко О.Г., Бодяньський Є.В. Штучні нейронні мережі: Навчальний посібник. – Київ : Компанія СМІТ, 2006. – 404 с. URL : <https://f.eruditor.link/file/260293/>

2. Кизим Н.А., Ястремская Е.Н., Сенчуков В.Ф.. Нейронные сети: теория и практика применения. – Х.: ИНЖЭК, 2006. – 234 с. URL : <https://h.twirpx.link/file/1103945/>

3. Довбиш А.С. Основи проектування інтелектуальних систем: навчальний посібник/А.С. Довбиш.– Суми: Вид-во СумДУ, 2009.– 171 с.. – 136 с. URL : <http://kist.ntu.edu.ua/textPhD/Dovbish.pdf>

4. Haykin, S. (2009) Neural Networks and Learning Machines. Third Edition, Pearson Education, Inc., McMaster University, Hamilton. URL :

<http://dai.fmph.uniba.sk/courses/NN/haykin.neural-networks.3ed.2009.pdf>

5. Любунь З.М. Основи теорії нейромереж. - Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2006. — 140 с. URL : <https://f.eruditor.link/file/236389/>

6. Троцько В.В. Методи штучного інтелекту: навчально-методичний і практичний посібник / В.В. Троцько. – К.: Університет "КРОК", 2020. – 86 с. URL :

https://library.krok.edu.ua/media/library/category/navchalni-posibniki/trotsko_0001.pdf

7. Уосермен Ф. Нейрокомп'ютерна техніка: Теорія і практика / Пер. з англ. І.Ю. Юрчак, 2001. [Електронний ресурс] – URL: <http://www.victoria.lviv.ua/html/wosserman/index.htm>

8. Нейромережева обробка інформації / Н. Г. Аксак. URL:

<https://pns.hneu.edu.ua/enrol/index.php?id=506355>

Інформаційні ресурси

1. American Association for Artificial Intelligence. URL: <http://www.aaai.org/>

Система оцінювання

Підсумкова оцінка з освітнього компонента визначається відповідальним лектором за темами, видами занять, тощо у відповідності до силабусу і є інтегральною оцінкою результатів усіх вид навчальної діяльності здобувача вищої освіти. Підсумкова оцінка повинна відображати всі оцінки за складовими навчального процесу з урахуванням їх вагових показників k :

Поточний контроль (лабораторні заняття), k_1	Контрольна робота, k_2	Індивідуальне завдання, k_3	Підсумковий контроль, k_4
0,3	0,2	0,3	0,2

Сума коефіцієнтів повинна складати одиницю: $k_1 + k_2 + k_3 + k_4 = 1$. Підбір вагових коефіцієнтів підсумкової оцінки здійснює розробник курсу.

Розрахунок підсумкової оцінки проводиться за формулою:

$$O = П \cdot k_1 + К \cdot k_2 + І \cdot k_3 + Пк \cdot k_4$$

де: Π – середньозважена середня оцінка за поточний контроль
 K – оцінка за контрольну роботу
 I – оцінка за виконання індивідуального завдання
 Π_k – оцінка за підсумковий контроль

$$\Pi = \frac{\Pi_1 \cdot a_1 + \Pi_2 \cdot a_2 + \dots + \Pi_n \cdot a_n}{\sum_{i=1}^n a_i}$$

де: a_i - ваговий коефіцієнт за кожне лабораторне заняття.

Поточні оцінки за кожну складову ($\Pi, K, I, \dots$) виставляються за 100-бальною шкалою згідно з положенням «Про критерії та систему оцінювання знань та вмінь і про рейтинг здобувачів вищої освіти» НТУ «ХПІ».

Підсумкова оцінка виставляється відповідно до розрахованої O з округленням до найближчого цілого числа в більшу сторону.

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Здобувач вищої освіти повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність. Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту.

Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

30.08.2025

Завідувачка кафедри
Тетяна АЛЕКСАНДРОВА

30.08.2025

Гарант ОП
Максим МАЛЬКО