



## Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни

# Штучні нейронні мережі



**Шифр та назва спеціальності**

124 – Системний аналіз

**Інститут**

ННІ Комп'ютерних наук та інформаційних технологій

**Освітня програма**

Системний аналіз і управління

**Кафедра**

Системного аналізу та інформаційно-аналітичних технологій (322)

**Рівень освіти**

Магістр

**Тип дисципліни**

Спеціальна (фахова), вибіркова

**Семестр**

2

**Мова викладання**

Українська

## Викладачі, розробники



**Дорофєєв Юрій Іванович**

[yurii.dorofiev@kpi.edu.ua](mailto:yurii.dorofiev@kpi.edu.ua)

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

Досвід роботи – 30 років. Автор понад 80 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Системи штучного інтелекту», «Експертні системи та бази знань», «Штучні нейронні мережі».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

## Загальна інформація

### Анотація

Дисципліна розвиває знання та навички, необхідні для вибору архітектури, реалізації процесу навчання та ефективного використання штучних нейронних мереж. В ході навчання студенти засвоюють принципи функціонування штучних нейронних мереж, а також технологію їх побудови та застосування.

### Мета та цілі дисципліни

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

### Формат занять

Лекції, лабораторні роботи, самостійна робота, консультації. Індивідуальне розрахункове завдання. Підсумковий контроль – іспит.

### Компетентності

ЗК1. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК3. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

СК2. Здатність проектувати архітектуру інформаційних систем.

СК6. Здатність застосовувати теорію і методи Data Science для здійснення інтелектуального аналізу даних з метою виявлення нових властивостей та генерації нових знань про складні системи.

СК13. Здатність моделювати процеси у складних системах, аналізувати їхні результати та робити відповідні висновки.

## Результати навчання

РН6. Застосовувати методи машинного навчання та інтелектуального аналізу даних, математичний апарат нечіткої логіки, теорії ігор та розподіленого штучного інтелекту для розв'язання складних задач системного аналізу.

РН7. Розробляти інтелектуальні системи в умовах слабо структурованих даних різної природи.

## Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 32 год., лабораторні роботи – 16 год., самостійна робота – 72 год.

## Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Для успішного вивчення дисципліни необхідно мати знання та практичні навички з дисциплін "Інтелектуальний аналіз даних", "Сучасні методи математичного та комп'ютерного моделювання".

## Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Лекції проводяться з використанням мультимедійних технологій.

Навчальні матеріали доступні студентам через OneDrive кафедри.

## Програма навчальної дисципліни

### Теми лекційних занять

#### Тема 1. Введення до штучних нейронних мереж

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.

#### Тема 2. Персептрони

Архітектура персептронів. Принцип класифікації вхідних образів за допомогою персептронів.

Процедура навчання персептрону. Обмеження, які властиві персептронам.

#### Тема 3. Адаптивні лінійні ШНМ

Архітектура адаптивних лінійних ШНМ. Алгоритм навчання Уїдроз-Хоффа. Поняття про адаптивний фільтр. Фільтрація сигналів, прогнозування випадкових процесів та подавлення шумів за допомогою адаптивних лінійних ШНМ.

#### Тема 4. Алгоритм зворотного поширення похибки

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

Принцип роботи штучного нейрону з радіально-базисною (РБ) активаційною функцією.

Архітектура РБШНМ. Навчання РБШНМ. Узагальнені регресійні РБШНМ. Ймовірносні РБШНМ.

Переваги та недоліки РБШНМ.

#### Тема 6. ШНМ Кохонена, що самоорганізуються

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

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

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

Адаптивна резонансна теорія (АРТ). Архітектура мережі АРТ1. Алгоритм роботи мережі АРТ1. Навчання мережі АРТ1.

#### Тема 10. Сучасний стан та перспективи розвитку ШНМ

Згорткові ШНМ. Глибоке навчання. Основні переваги нейромережевих інформаційних технологій. Риси сучасних архітектур нейронних мереж. Актуальні напрямки досліджень сучасної нейронауки.

### Теми практичних занять

Практичні заняття в рамках дисципліни не передбачені.

### Теми лабораторних робіт

#### Тема 1.

Знайомство з інструментарієм пакета прикладних програм Neural Network Toolbox. Класифікація образів за допомогою одношарових перцептронів.

#### Тема 2.

Класифікація образів за допомогою перцептронів, які виконують нормування вхідних даних.

#### Тема 3.

Фільтрація сигналів та апроксимація лінійних функцій за допомогою адаптивних лінійних ШНМ.

#### Тема 4.

Класифікація образів за допомогою багатшарових нейронних мереж прямого поширення сигналів.

#### Тема 5.

Апроксимація функцій та класифікація образів за допомогою радіально-базисних нейронних мереж.

#### Тема 6.

Кластеризація даних за допомогою нейронних мереж Кохонена, що самоорганізуються.

#### Тема 7.

Класифікація даних за допомогою нейронних мереж векторного квантування.

#### Тема 8.

Аналіз часових рядів за допомогою рекурентних нейронних мереж.

#### Тема 9.

Моделювання асоціативної пам'яті за допомогою нейронної мережі Хопфілда.

### Самостійна робота

Дисципліна передбачає виконання індивідуального розрахункового завдання. Результат програмної реалізації та моделювання оформлюється у вигляді письмового звіту.

Самостійна робота передбачає виконання таких тем та завдань:

1. Опрацювання лекційного матеріалу.
2. Виконання завдань, які пропонуються викладачем в якості домашніх завдань.
3. Підготовка до контрольної роботи.
4. Студентам рекомендуються додаткові матеріали для самостійного вивчення та аналізу за темами:

а) штучні нейронні мережі Хеммінга;

- б) штучні нейронні мережі Джордана;
- в) стиснення даних за допомогою штучних нейронних мереж;
- г) когнітрон та неокогнітрон Фукушими;
- д) процедура навчання штучних нейронних мереж з підкріпленням;
- е) штучні нейронні мережі зустрічного розповсюдження;
- ж) оптичні нейронні мережі.

## Література та навчальні матеріали

### Основна література

1. 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>
4. 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](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)
3. 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](http://ndl.ethernet.edu.et/bitstream/123456789/88552/1/2018_Book_NeuralNetworksAndDeepLearning.pdf)
4. 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)
5. 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. Любунь З.М. Основи теорії нейромереж. - Львів: Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2006. — 140 с. URL : <https://f.eruditor.link/file/236389/>
5. 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](https://library.krok.edu.ua/media/library/category/navchalni-posibniki/trotsko_0001.pdf)
6. 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>
7. Нейромережева обробка інформації / Н. Г. Аксак. URL: <https://pns.hneu.edu.ua/enrol/index.php?id=506355>
8. <https://www.coursera.org/learn/vvedenie-mashinnoe-obuchenie>

## Система оцінювання

### Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Підсумкова оцінка з дисципліни розраховується як середня з кількох складових, що враховують оцінки кожного виду контролю:

- поточний контроль - контрольна робота: 30 % семестрової оцінки;
- індивідуальне розрахункове завдання: 30 % семестрової оцінки;
- лабораторні роботи: 20 % семестрової оцінки;
- самостійна робота: 20 % семестрової оцінки;

Якщо здобувач протягом семестру склав усі теми, то підсумкова оцінка може бути виставлена до початку сесії як результат накопичення оцінок. Здобувач за своїм бажанням може підвищити отриману оцінку, виконавши письмове завдання (два запитання з теорії + дві задачі).

### 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

Студент 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

30.08.2024

Завідувач кафедри  
Юрій ДОРОФЄЄВ

30.08.2024

Гарант ОП  
Юрій ПАРЖИН