

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ КОРАБЛЕБУДУВАННЯ
імені адмірала Макарова

Навчально-науковий інститут автоматики та електротехніки
(повна назва підрозділу)

Кафедри комп'ютерних технологій та інформаційної безпеки
(повна назва кафедри)



ЗАТВЕРДЖЕНО

Проректор з науково-педагогічної
роботи

Сергій СЛОБОДЯН

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Program of the Discipline

Системи штучного інтелекту

ARTIFICIAL INTELLIGENCE SYSTEMS

рівень вищої освіти

перший (бакалаврський)

перший (бакалаврський) / другий (магістерський)

тип дисципліни

обов'язкова

обов'язкова/вибіркова

мова(и) викладання

українська

українська/англійська

Робоча програма навчальної дисципліни «Системи штучного інтелекту»
(зазначається повна назва навчальної дисципліни)

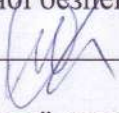
є однією із складових комплексної підготовки фахівців галузі знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»
(шифр і назва)

спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка»
(шифр і назва)

освітньо-професійна програма «Автоматика та робототехніка»
(зазначається повна назва освітньо-професійної програми)

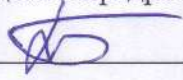
" 24 " 04 20 25 року. - 28 с.

Розробник: Марина ТУРТИ, к.т.н., доцент, доцент кафедри комп'ютерних технологій та інформаційної безпеки

Розробник  Марина ТУРТИ, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ» узгоджено з гарантом освітньої програми.

Гарант освітньої програми «АВТОМАТИКА ТА РОБОТОТЕХНІКА», Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент, доцент кафедри автоматики

Гарант  Іван БІЛЮК, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ» розглянуто на засіданні кафедри комп'ютерних технологій та інформаційної безпеки

Протокол № 12 від « 24 » 04 2025 р.

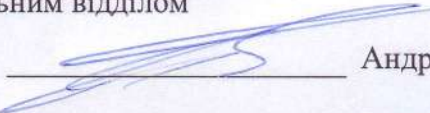
Завідувач кафедри  Сергій НУЖНИЙ, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ» розглянуто Методичною Радою Навчально-наукового інституту автоматики та електротехніки

Протокол № 5 від « 15 » травня 2025 р.

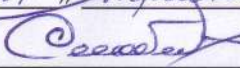
Заступник голови  Сергій НОВОГРЕЦЬКИЙ, к.т.н., доцент

Проект робочої програми навчальної дисципліни «СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ» погоджено з навчальним відділом

Начальник відділу  Андрій ЛАБАРТКАВА, к.т.н., доцент

Робоча програма навчальної дисципліни «СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ» затверджена Навчально-методичною радою НУК

Протокол № 5 від « 21 » травня 2025 р.

Голова НМР НУК  Сергій СЛОБОДЯН

ЗМІСТ

Вступ.....	4
1. Опис навчальної дисципліни	5
2. Мета навчальної дисципліни	6
3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни	7
4. Очікувані результати навчання	7
5. Програма навчальної дисципліни	8
6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування.....	16
7. Форми поточного та підсумкового контролю	18
8. Критерії оцінювання результатів навчання.....	20
9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна.....	22
10. Рекомендовані джерела інформації.....	23

ВСТУП

Анотація

Навчальна дисципліна «Системи штучного інтелекту» є базовою дисципліною професійної підготовки бакалаврів зі спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка». Дана дисципліна є обов'язковим компонентом освітньо-професійної програми, який забезпечує теоретичну та практичну підготовку здобувачів вищої освіти до розробки баз знань та інтелектуальних систем керування системами автоматизації. Отримані слухачами курсу теоретичні знання та практичні навички забезпечують базові програмні результати навчання та формують фахові компетентності.

Важливість засвоєння теоретичних знань з принципів розробки систем штучного інтелекту і здобуття практичних навичок їх використання та реалізації зумовлена ефективністю використання таких систем при дослідженні об'єктів автоматизації, проектуванні апаратних і програмних складових систем керування автоматизованими системами і роботами, оцінюванні якості систем автоматизації, а також ефективністю і широким розповсюдженням інтелектуальних систем керування.

Ключові слова: представлення знань, штучний інтелект, інтелектуальні агенти, Visual Prolog, експертні системи, отримання висновків.

Abstract

The academic discipline "Artificial Intelligence Systems" is a basic discipline of professional training for bachelors in the specialty G7 "Automation, Computer-Integrated Technologies and Robotics". This discipline is a mandatory component of the educational and professional program, which provides theoretical and practical training of higher education applicants for the development of knowledge bases and intelligent control systems for automation systems. The theoretical knowledge and practical skills obtained by the course students provide basic program learning outcomes and form professional competencies.

The importance of mastering theoretical knowledge on the principles of developing artificial intelligence systems and acquiring practical skills in their use and implementation is due to the effectiveness of using such systems in the study of automation objects, the design of hardware and software components of control systems for automated systems and robots, assessing the quality of automation systems, as well as the effectiveness and widespread distribution of intelligent control systems.

Keywords: knowledge representation, artificial intelligence, intelligent agents, Visual Prolog, expert systems, inference.

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність (освітньо-професійна програма), освітній рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма здобуття освіти	заочна форма здобуття освіти
Кількість кредитів – 4	Галузь знань G «Інженерія, виробництво та будівництво»	Обов'язкова	
Модулів – 1		Рік підготовки	
Змістових модулів – 3		4-й	-
Електронна адреса РПНД на сайті Університету https://nuos.edu.ua/studentu/polozhennya-nuk/opis-opp/opp-avtomatika-ta-robotehnika-bakalavr/	Спеціальність: G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» Освітньо-професійна програма «Автоматика та робототехніка»	Семестр	
		8-ий	-
		Лекції	
		30 год.	-
		Практичні роботи	
Індивідуальне науково-дослідне завдання не передбачено		-	-
		Лабораторні роботи	
		15 год.	-
Загальна кількість годин – 120		Самостійна робота	
Тижневих годин для денної форми здобуття освіти: аудиторних – 3; самостійної роботи студента: – 5.	Освітній рівень перший (бакалаврський)	75 год.	-
		Індивідуальне завдання	
		-	-
		Вид контролю	
		екзамен	-
		Форма контролю	
		усна, письмова	-

2. Мета навчальної дисципліни

Метою вивчення навчальної дисципліни «Системи штучного інтелекту» є формування у здобувачів вищої освіти компетентностей, необхідних для проектування, впровадження та експлуатації систем штучного інтелекту в галузі автоматизації і робототехніки.

Завданнями дисципліни є теоретична та практична підготовка студентів для вирішення конкретних фахових питань, таких як узагальнення і структурування інформації; вибір моделі представлення знань та інтелектуальних агентів, адекватних завданню, що вирішується; вилучення і формалізація експертних знань; побудова баз знань і механізмів висновку для формування наступних компетентностей:

а) загальні компетентності:

– **ЗК 1.** Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях;

б) фахові компетентності:

– **ФК 4.** Здатність застосовувати методи системного аналізу, математичного моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій.

– **ФК 6.** Здатність використовувати для вирішення професійних завдань новітні технології у галузі автоматизації та комп'ютерно-інтегрованих технологій, зокрема, проектування багаторівневих систем керування, збору даних та їх архівування для формування бази даних параметрів процесу та їх візуалізації за допомогою засобів людино-машинного інтерфейсу.

– **ФК 9.** Здатність вільно користуватись сучасними комп'ютерними та інформаційними технологіями для вирішення професійних завдань,

програмувати та використовувати прикладні та спеціалізовані комп'ютерно-інтегровані середовища для вирішення задач автоматизації.

3. Передумови для вивчення навчальної дисципліни

Передумовами для вивчення дисципліни «Системи штучного інтелекту» є наступні навчальні дисципліни:

- «Основи інформаційних технологій та програмування»;
- «Програмовані логічні контролери у робототехніці»;
- «Комп'ютерно-інтегровані технології у виробничих системах»;
- «Бази даних» (допускається паралельне вивчення, тобто в одному семестрі).

4. Очікувані результати навчання

Основними (програмними) результатами навчання з дисципліни «Системи штучного інтелекту» є:

- **ПРН 3.** Вміти застосовувати сучасні інформаційні технології та мати навички розробляти алгоритми та комп'ютерні програми з використанням мов високого рівня та технологій об'єктно-орієнтованого програмування, створювати бази даних та використовувати інтернет-ресурси;
- **ПРН 6.** Вміти застосовувати методи системного аналізу, моделювання, ідентифікації та числові методи для розроблення математичних та імітаційних моделей окремих елементів та систем автоматизації в цілому, для аналізу якості їх функціонування із використанням новітніх комп'ютерних технологій;
- **ПРН 12.** Вміти використовувати різноманітне спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язування типових інженерних задач у галузі

автоматизації, зокрема, математичного моделювання, автоматизованого проектування, керування базами даних, методів комп'ютерної графіки.

5. Програма навчальної дисципліни

Модуль 1

Змістовий модуль 1. Теоретичні основи побудови систем штучного інтелекту

Тема 1. Історія і принципи функціонування систем штучного інтелекту. [1]: с.19-188, 226-232; [3]: с.4-27; [4]: с.7-15, 18-28; [5]: с.8-19; [6]: с.4-26; [7]: с.5-20; [9]: с.4-12, 104.

Перелік питань, що виноситься на вивчення за темою:

Поняття «інтелект», «штучний інтелект», «дані», «знання», «машинне навчання», «глибинне навчання». Тест Тьюринга.

Історія розвитку систем штучного інтелекту (СШІ). Місце СШІ в системах автоматизації. Види роботів: промислові роботи, військові роботи, роботи-компаньйони, роботи-домашні улюбленці, побутові роботи, роботи-спортсмени, нанороботи, боти. Сфери застосування інтелектуальних технологій. Віртуальна і доповнена реальність.

Машинний переклад і системи розпізнавання мови.

Інтелектуальний аналіз даних.

Види знань: евристичні знання, вербалізовані знання, невербалізовані знання, латентні знання. Природа нечіткості даних.

Логічне і раціональне мислення.

Середовище функціонування інтелектуальних систем.

Підходи до створення систем штучного інтелекту: «чорна скриня», нейронний підхід, агентно-орієнтований підхід.

Структура систем штучного інтелекту.

Види інтелектуальних агентів і їх структура. Взаємодія інтелектуальних агентів з оточуючим середовищем.

Тема 2. Набуття і представлення знань в системах штучного інтелекту [1]: с.232-297; [3]: с.23-33; [5]: с.19-35; [6]: с.27-43, 71-75; [7]: с.21-57, 70-81, 125-141; [9]: с.14-15.

Перелік питань, що виноситься на вивчення за темою:

Формальна логіка Арістотеля. Прокляття розмірностей.

Алгоритм створення баз знань. Функції експертів, інженерів по знанням, програмістів і користувачів баз знань. Вимоги до експертів і інженерів по знанням. Умови доцільності створення і застосування баз знань.

Методики вилучення знань експертів: групові та індивідуальні методи, лекції, інтерв'ю, спостереження, опитування, ділові ігри, мозковий штурм, вимоги до організації вилучення знань експертів.

Машинне навчання: типи (навчання з вчителем, навчання без вчителя, навчання з підкріпленням), задачі (виявлення причинно-наслідкових зв'язків, визначення параметрів

регресії і факторний аналіз, класифікація, кластеризація, прогнозування, зменшення розмірності, виявлення аномалій, пошук правил, розпізнавання образів).

Предикати. Логіка предикатів 1-го і вищих порядків. Продукційні системи. Семантичні мережі. Фрейми. Онтології.

Отримання висновків: NP- повна задача, алгоритмічно нерозв'язна задача, правило резолюцій, пошук в глибину і в ширину, прямий і зворотний пошук.

Тема 3. Нечіткі системи. [1]: с.403-417, 430-432, 479-483; [4]: с.28-32, 45-46; [5]: с.36-55; [7]: с.57-62; [26].

Перелік питань, що виносяться на вивчення за темою:

Теорія прийняття рішень. Формалізація задачі прийняття рішень. Етапи прийняття рішень.

Типи невизначеностей. Матриця рішень.

Прийняття рішень в умовах ризику і в умовах невизначеності.

Нечітка логіка. Нечіткі числа. Нечіткі множини. Універсум. Лінгвістичні змінні. Нечіткі змінні. Функції належності: їх типи, параметри, методи визначення. Операції над нечіткими множинами і нечіткими числами. Однозначна нечітка логіка.

Нечітке логічне виведення: математична постановка задачі; правила Мамдані, Ларсена, Лукашевича, Заде; загальний алгоритм, фазифікація, імплікація, агрегування, дефазифікація. Модель Мамдані і модель Сугено-Такагі. Методи дефазифікації: центри тяжіння, площі, максимумів; $\min$ та $\max$ моди. Структура системи нечіткого логічного виведення.

Переваги і недоліки нечітких систем.

Тема 4. Експертні системи. [4]: с.15-18; [5]: с.56-74; [6]: с.44-704; [7]: с.53-103, 142-174; [9]: с.16-17.

Перелік питань, що виносяться на вивчення за темою:

Структура експертної системи: база знань, робоча пам'ять (база даних), вирішувач, компонент набуття знань, пояснюючий компонент, діалоговий компонент.

Алгоритм отримання висновків. Конфліктна множина правил. Критерії прийняття та відкидання гіпотез.

Засоби створення експертних систем. Спеціалізовані мови програмування. Prolog. Структура програми в Prolog. Оболонки експертних систем: типи, особливості, переваги і недоліки використання.

Системи з дошкою оголошень.

Переваги і недоліки експертних систем.

Тема 5. Розпізнавання образів. [3]: с.33-37; [4]: с.32-60, 179-227; [5]: с.80-84; [9]: с.13.

Перелік питань, що виносяться на вивчення за темою:

Задачі розпізнавання образів.

Терміни теорії розпізнавання образів: «клас», «кластер», «ознака», «алфавіт ознак», «простір ознак», «образ», «міра відстані», «міра близькості», «міра перекриття», «правило розв'язку», «помилки 1-го роду», «помилки 2-го роду», «класифікація», «кластеризація».

Типи ознак: детерміновані, стохастичні, структурні, логічні, статичні, поведінкові (динамічні), нечіткі.

Узагальнена структурна схема системи розпізнавання образів.

Роздільність класів. Гіпотеза компактності. S-проблема.

Математична постановка задачі розпізнавання.

Поняття теорії формальних мов: алфавіт, слово, речення, мова, граматики і їх типи, нетермінальні і термінальні символи, кореневий символ.

Алгоритм створення системи розпізнавання образів. Проблема вибору множини ознак. Зменшення розмірності простору ознак. Інформативність простору ознак. Перетворення простору ознак. Вибір ознак за принципом мінімізації ентропії. Вибір ознак за методом розкладу Карунена-Лоева.

Синтаксичне розпізнавання образів: принципи, субобрази, фрази, речення, непохідні образи, мова опису образів, граматики мови опису образів, граматично правильні речення, структурна схема системи синтаксичного розпізнавання образів.

Класифікація систем розпізнавання образів.

Тема 6. Методи розпізнавання образів. [3]: с.37-45; [4]: 141-177; [5]: с.84-92.

Перелік питань, що виносяться на вивчення за темою:

Класифікація методів розпізнавання за математичною моделлю: алгебраїчний, геометричний, статистичний, біологічний (нейромережевий), мережевий (семантичні мережі, фрейми, мережі Петрі, дерево рішень), нечіткий.

Класифікація методів розпізнавання за типом даних: методи порівняння з еталоном, методи загальних властивостей, структурні методи, метод січних площин, метод потенціалів, метод найближчого сусіда, метод k-найближчих сусідів.

Кластеризація даних: міри подібності (евклідова відстань, відстань Манхеттена, відстань Чебишова, метрика Мінковського, відстань Махаланобіса, косинусна відстань, міра схожості Танімото, відстань Хеммінга), загальні принципи і критерії кластеризації, алгоритм кластеризації за пороговою відстанню, Алгоритм максимінної відстані (алгоритм кластеризації Бетчелора-Уілкінса), алгоритм k -внутрішньогрупових середніх, алгоритм ISODATA, алгоритм динамічних ядер, графо-теоретичні алгоритми кластеризації, кластеризація на основі матриці подібності графа.

Тема 7. Класифікатори. [1]: с.417-426, 518-536; [3]: с.46-54; [4]: с.61-94, 99-139; [5]: с.93-101.

Перелік питань, що виносяться на вивчення за темою:

Лінійні і нелінійні класифікатори. Вирішувальні функції. Узагальнені вирішувальні функції. Вирішувальні правила.

Класифікація образів за критерієм мінімальної відстані.

Класифікація образів методом опорних векторів: принципи SVM, оптимальна гіперплощина, маржа, навчання класифікатора, налаштування параметрів SVM-класифікатора під час використання бібліотечних функцій мови Python, трюк ядра.

Класифікація образів як задача теорії статистичних рішень.

Баєсівський класифікатор: апіорні і апостеріорні ймовірності, функція правдоподібності, формула Байеса, вирішальні правила, структурна схема. Байєсівський класифікатор для образів з нормальною щільністю розподілу ймовірностей ознак. Оцінювання помилок байєсівського класифікатора. Алгоритм побудови Байєсівського класифікатора для образів з невідомим законом щільності розподілу ймовірностей ознак.

Мінімізація ризиків: мінімізація середнього ризику, статистичні гіпотези і їх перевірка, байєсівська стратегія мінімального середнього ризику,

Асамблеві методи: типи (послідовний, паралельний, гомогенний, гетерогенний), алгоритми (Bagging, Random Forest, Boosting, Stacking).

Сильні і слабкі класифікатори. Бритва Оккама.

Тема 8. Еволюційні обчислення. [5]: с.137-159; [9]: с.108-125.

Перелік питань, що виносяться на вивчення за темою:

Гомеостаз. Гомеостатичні системи. Теорія еволюції. Природний відбір. Класифікація еволюційних обчислень: генетичні алгоритми, еволюційна стратегія, еволюційне програмування.

Генетичний алгоритм: особа, хромосома, ген, генотип, фенотип, алель, локус, функція пристосованості, схема рулетки, популяція, покоління, виродження популяції, правило схрещування, мутації, селекція (турнірна, рангова, елітарна), перезавантаження генетичного алгоритму, налаштування генетичного алгоритму.

Блок-схема генетичного алгоритму. Теорема про схеми. Порядок схеми. Охоплення схеми. Ймовірності знищення і виживання схеми. Ймовірність виживання схеми після мутації. Гіпотеза про цеглинки.

Типи генетичних алгоритмів: класичний, простий, гібридний, СНС, Genitor, паралельний).

Рішення задачі комівояжера за допомогою генетичного алгоритму.

Ройовий інтелект: алгоритм пташиної зграї, мурашиний алгоритм, алгоритм рою частинок, млин смерті, алгоритм бджолиного рою.

Змістовий модуль 2. Нейронні мережі

Тема 9. Штучні нейрони. [3]: с.56-63; [5]: с. 102-108; [6]: с.76-81; [7]: с.104-107; [9]: с.18-27, 34-51; [15]: с.258-286; [27].

Перелік питань, що виносяться на вивчення за темою:

Історія розвитку нейронних мереж.

Структура штучного нейрону.

Реалізація логічних функцій. Проблема XOR. Проблема лінійної роздільності.

Активаційні функції: жорстка порогова функція, лінійна функція з насиченням, сигмоїда, гіперболічний тангенс.

Компоненти штучного нейрону: нормалізація входів, інгібіторні входи, вагові коефіцієнти, функції суматора, передатна функція, вихідна функція, функція навчання, функція похибки та поширюване назад значення.

Нейрон Маккалоха-Пітса. Нейрон Фукушими. Нейрон «Троянда». Нейрон «Тризуб».

Класифікація штучних нейронів.

Тема 10. Структури нейронних мереж. [1]: с.432-472; [3]: с.63-67; [5]: с.108-110; [6]: с.81-85, 90-91; [7]: с.107-114; [9]: с.27-33, 52-71.

Перелік питань, що виносяться на вивчення за темою:

Архітектура з'єднань нейронних мереж: структура, архітектура і парадигма нейронної мережі.

Сильно і слабкозв'язані мережі. Повнозв'язані мережі.

Шари нейронних мереж: вхідні, вихідні, приховані. Рецептори і ефектори.

Зв'язки між нейронами: проєктивні, аферентні, еферентні, латеральні. Прямі і зворотні зв'язки. Позитивні і негативні зворотні зв'язки. Гальмуючі зв'язки.

Мережі прямого і зворотного поширення.

Класифікація нейронних мереж.

Байєсівська нейронна мережа.

Персептрони: структура, простий персептрон, елементарний персептрон, одношаровий персептрон, багатошаровий персептрон, персептрон з одним і з багатьма виходами, персептрон Розенблатта, персептрон Румельхарта.

Нейронні мережі з радіально-базисними функціями.

Тема 11. Навчання нейронних мереж. [1]: с.669-869; [3]: с.67-73; [4]: с.110-118; [5]: с.75-80; [6]: с.85-89, 92-97; [7]: с.109-111, 114-117.

Перелік питань, що виносяться на вивчення за темою:

Машинне навчання: задачі, структура, складові. Класифікація машинного навчання.

Навчання без вчителя, із вчителем, з підкріпленням. Контрольоване навчання. Неконтрольоване навчання. Градієнтні методи навчання.

Процес навчання нейронної мережі. Епохи. Навчальні вибірки. Перевірочні набори даних. Похибки навчання. Перенавчання нейронних мереж.

Правило Гебба. Дельта-правила. Зворотне поширення похибки.

Оцінка ефективності навчання: ємність, складність зразків, обчислювальна складність. Поле похибок.

Тема 12. Завдання нейромереж в галузі автоматизації. [1]: с.932-981; [3]: с.74-77; [5]: с.118-136; [9]: с.82-99; [10]: с.266-296, 313-323.

Перелік питань, що виносяться на вивчення за темою:

Задачі: класифікація, кластеризація, регресія, обробка природної мови мови (визначення тональності тексту, машинний переклад, системи голосового керування або перетворення аудіо на текст), голосові помічники та чат-боти, рекомендаційні системи (рекомендації товарів, фільмів, музики), обробка зображень та відео (розпізнавання об'єктів на зображеннях, сегментація зображень, анотування відео, виявлення фальсифікацій зображень, клонування зображень), розпізнавання жестів та емоцій, генерація контенту (зображення, тексти, музика) і програм, автоматичне керування (побутова техніка. транспорт, розумний будинок, розумне місто, логістика, виробничі системи, дрони, летючі мережі), робототехніка.

Критерії доцільності застосування нейронних мереж. Переваги і недоліки застосування нейронних мереж. Переваги і недоліки застосування систем штучного інтелекту.

Алгоритм створення інтелектуальних систем керування. Таблиці істинності. Диз'юнктивна і кон'юнктивна нормальні форми. Правила перетворення. Правила де Моргана.

Засоби реалізації нейронних мереж: програмна реалізація, апаратна реалізація логічних функцій, реалізація зворотних зв'язків.

Інструментальні засоби штучних нейронних мереж: MathLab, STATISTICA Neural Networks, NeuroSolutions, BrainMakerPro, NeurophStudio

Рекурсивні нейронні мережі. Збіжність функцій. Незбіжна нейронна мережа. Мережа Гопфільда. Рекурентні нейронні мережі.

Глибокі нейронні мережі. Програмні засоби Deep Learning. Донавчання нейронної мережі на власних зразках.

Тема 13. Генерація зображень. [1]: с.988-1003; [3]: с.79-87; [9]: с.104-107.

Перелік питань, що виносяться на вивчення за темою:

Пасивне і активне сприйняття зображень. Ознаки зображень.

Моделі зображень: об'єктна модель, модель візуалізації.

Проблеми реконструкції і розпізнавання зображень. Ракурс.

Зображення без об'єктів: камера-обскура. Апертура. Фокус. Фокусна відстань. Розмиття руху. Перспектива. Проекція. Точка сходу.

Системи лінз. Фокальна площа. Глибина різкості.

Масштабована ортографічна проекція. Освітлення і затінення. Дифузне і дзеркальне відбиття. Дифузне альbedo. Закон косинуса Ламберта. Взаємні відображення. Навколишнє освітлення. Принцип трихромації. Сталість кольору.

Прості ознаки зображень. Конттури. Текстури. Оптичні потоки. Сегментація природного зображення.

Генеративні змагальні мережі: структура, принцип дії, принципи навчання.

Основні типи моделей генерації зображень і їх особливості.

Варіаційні автокодери, генеративні змагальні мережі, моделі послідовного шумування/денойзингу: структура, принципи генерації зображень, переваги, недоліки, перспективи.

Нейромережеві ресурси генерації зображень (Midjourney, Leonardo.ai, DALL-E 3, ImageFX): приклади, порівняння. Критерії оцінювання якості зображень.

Тема 14. Комп'ютерний зір. [1]: с.1003-1032; [3]: с.67-73; [9]: с.90-104.

Перелік питань, що виносяться на вивчення за темою:

Класифікація зображень за допомогою згорткових нейронних мереж.

Виявлення об'єктів. Обмежувальна рамка. Ковзне вікно. Регіональна пропозиційна мережа. Якірні рамки. Області інтересів та їх об'єднання. Немаксимальне придушення. Регресія обмежувального прямокутника.

3D: 3D-підказки з кількох проєкцій, бінокулярний стереопсис, 3D-підказки від рухомої камери, 3D-підказки з одного ракурсу.

Розпізнавання цифр мережею Гопфілда.

Мережа Гемінга: відстань Гемінга, структура мережі, позитивні і негативні зв'язки нейронів в мережі, застосування для розпізнавання і відновлення зображень.

Мережа Кохонена: структура мережі, шар Кохонена, використання в кластерному аналізі, навчання мережі, нейрони-переможці, самонавчання, самоорганізація, карти Кохонена, що самоорганізуються.

Використання комп'ютерного зору: розпізнавання дій людини, зв'язування зображень і понять, геометрія з одного ракурсу, карта глибини, трансформація зображень, прокладання шляху.

Тема 15. Ризики та етичні питання застосування нейронних мереж. [1]: с.1032-1062; [2]; [3]: с.87-88; [5]: с.161-192; [9]: с.106-107, 126-140.

Перелік питань, що виносяться на вивчення за темою:

Класифікація сучасних нейронних мереж.

Право власності на згенеровані нейромережею зображення.

Галюцинації штучного інтелекту.

Застосування штучного інтелекту в засобах кібербезпеки та оцінки ризиків. Системи виявлення і запобігання вторгненням, аналіз журналів подій, аналіз поведінки користувачів, спеціалізовані платформи (Darktrace, CrowdStrike Falcon, Vectra AI, Internxt, CylancePROTECT), спеціалізовані експертні системи.

Некоректність класифікації зображень як властивість наборів даних.

Атаки на системи штучного інтелекту (ухилення, отруєння, вилучення, інверсії). Наслідки атак. Трансформери. Генеративно-змагальні мережі. OSINT. Алгоритмічні методи підвищення стійкості моделей.

Оцінювання систем розпізнавання образів. Матриця плутанини.

Тематичний план навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин							
	денна форма				заочна форма			
	усього	у тому числі			усього	у тому числі		
		л	лаб	с.р.		л	лаб	с.р.
Модуль 1 (М1)								
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи побудови систем штучного інтелекту								
Тема 1. Історія і принципи функціонування систем штучного інтелекту	8	2	2	4	-	-	-	-
Тема 2. Набуття і представлення знань в системах штучного інтелекту	5	2	-	3	-	-	-	-
Тема 3. Нечіткі системи	5	2	-	3	-	-	-	-
Тема 4. Експертні системи	5	2	-	3	-	-	-	-
Тема 5. Розпізнавання образів	11	2	2	7	-	-	-	-
Тема 6. Методи розпізнавання образів	11	2	2	7	-	-	-	-
Тема 7. Класифікатори	10	2	2	6	-	-	-	-
Тема 8. Еволюційні обчислення	5	2	-	3	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 1	60	16	8	36	-	-	-	-
Змістовий модуль 2. Нейронні мережі								
Тема 9. Штучні нейрони	10	2	2	6	-	-	-	-
Тема 10. Структури нейронних мереж	6	2	-	4	-	-	-	-
Тема 11. Навчання нейронних мереж	12	2	2	8	-	-	-	-
Тема 12. Завдання нейромереж в галузі автоматизації	6	2	-	4	-	-	-	-
Тема 13. Генерація зображень.	5	2	-	3	-	-	-	-
Тема 14. Комп'ютерний зір	12	2	2	8	-	-	-	-
Тема 15. Ризики та етичні питання застосування нейронних мереж	9	2	1	6	-	-	-	-
Разом за змістовим модулем 2	60	14	7	39	-	-	-	-
Разом за модулем 1	120	30	15	75	-	-	-	-

Теми практичних занять

Практичні роботи програмою не передбачені

Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
Модуль 1			
Змістовий модуль 1. Теоретичні основи побудови систем штучного інтелекту			
1	Інтелектуальні агенти [1]: с.54-187, 226-232	2	-
2	Кодування ознак об'єктів [3]: с.36-38; [4]: с.179-205	2	-
3	Міри подібності [3]: с.38-40; [4]: с.141-149	2	-
4	Метод k-середніх [3]: с.38-45	2	-
Разом за змістовим модулем 1		4	-
Змістовий модуль 2. Нейронні мережі			
5	Функції активації [9]: с.34-49	2	-
6	Навчання SLP [1]: с.669-732	2	-
7	Застосування нейронних мереж для розпізнавання образів [8]: с.26-49	2	-
8	Оцінювання якості систем розпізнавання образів [1]: с.1032-1096; [9]: с.126-135	1	-
Разом за змістовим модулем 2		10	-
Разом за модулем 1		15	-

Самостійна робота

Самостійна робота здобувача вищої освіти є однією з форм організації навчання, основною формою оволодіння навчального матеріалу в час, вільний від обов'язкових навчальних занять.

Метою самостійної роботи є повторення й осмислення студентом основних питань кожної теми, висвітлених на лекційних і лабораторних заняттях. Самостійна робота проводиться в лабораторіях НУК, читальних залах, на об'єктах майбутньої діяльності і/або вдома. Результати цієї роботи фіксуються студентом в індивідуальному робочому зошиті (конспекті).

Навчальний матеріал дисципліни, передбачений для засвоєння здобувачем вищої освіти в процесі самостійної роботи, виноситься на модульний контроль і екзамен поряд з навчальним матеріалом, який опрацьовувався при проведенні навчальних занять.

Розподіл годин самостійної роботи для денної форми навчання:

- підготовка до лекційних занять – 1 год. / 1 заняття;
- підготовка до лабораторних занять – 1 год. / 1 год. занять ;
- підготовка до модульних контрольних робіт 7-8 год. на 1 роботу;
- підготовка до екзамену – 30 год. на 1 захід.

Розподіл годин підготовки самостійної роботи

№	Вид роботи	Кількість годин	
		ДФН	ЗФН
М1			
1	Підготовка до лекцій	15	-
2	Підготовка до лабораторних робіт	15	-
3	Підготовка до модульних контрольних робіт	15	-
4	Підготовка до екзамену	30	-
Усього годин за модуль 1		75	-
Разом за курсом		75	-

Індивідуальне науково-дослідне завдання

Виконання індивідуального навчально-дослідного завдання програмою не передбачено.

6. Методи навчання, засоби діагностики результатів навчання та методи їх демонстрування

Здобувач зобов'язаний вивчити теоретичний матеріал та здобути практичні навички у відповідності до тематичного плану навчальної дисципліни.

Методами навчання є:

- пояснення, демонстрування;
- лекція, відеометод;
- робота з літературою;
- лабораторна робота;
- інструктаж (інструктаж з техніки безпеки та пожежної безпеки проводиться одноразово на першому занятті в лабораторії);
- репродуктивний метод;
- метод проблемного викладу.

При вивченні дисципліни використовуються 3 групи методів навчання:

I група методів - методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

- словесні: розповідь-пояснення, лекція;
- наочні: ілюстрація, презентація, демонстрація;
- практичні: лабораторні роботи;

- індуктивні методи: узагальнення, пов'язані із проведенням експериментів;
- дедуктивні методи: розвиток абстрактного мислення для засвоєння навчального матеріалу на основі узагальнень;
- репродуктивні методи: робота за готовими прикладами;
- творчі, проблемно-пошукові методи: самостійна, творча пізнавальна діяльність;
- навчальна робота студентів під керівництвом НПП;
- самостійна робота студентів.

II група методів - методи стимулювання й мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

- методи стимулювання інтересу до навчання: створення ситуації інтересу при викладанні матеріалу; аналіз життєвих ситуацій;
- методи стимулювання обов'язку й відповідальності: роз'яснення мети навчального предмета; вимоги до вивчення предмета; заохочення та покарання в навчанні;

III група методів - методи контролю (самоконтролю, взаємоконтролю), корекції (самокорекції, взаємокорекції) за ефективністю навчально-пізнавальної діяльності:

Засобами оцінювання результатів навчання є:

- модульні контрольні роботи;
- звіти з лабораторних робіт;
- командні проєкти; індивідуальні та групові завдання;
- завдання на лабораторному обладнанні;
- модульні контрольні роботи / комплексна контрольна робота (за необхідністю).

Методами демонстрування результатів навчання є:

- усні відповіді;
- письмові відповіді;
- виконання завдань із застосуванням комп'ютерної техніки;
- оформлення звітів з лабораторних робіт;
- презентації результатів виконаних завдань та досліджень.

Допускається застосування дистанційних технологій для діагностики результатів навчання.

У процесі освоєння дисципліни здобувач вищої освіти має:

- виконати окремі завдання з лабораторних робіт (8 робіт – денна форма навчання), оформити аналітичний звіт у відповідності до цих завдань (в електронному вигляді в разі навчання он-лайн і в паперовому вигляді в разі навчання оф-лайн) та представити на розгляд викладачу, який оцінює виконання кожної роботи та на основі усних відповідей визначає рівень розуміння виконаної роботи;

– скласти поточні модульні контролі за кожним змістовним модулем (всього – 3 модульні контрольні роботи) згідно варіанту. На виконання однієї модульної контрольної роботи студенту денної форми навчання надається 40 хвилин.

7. Форми поточного та підсумкового контролю

Досягнення здобувача вищої освіти оцінюються за 100-бальною системою Університету.

Підсумкова оцінка навчального курсу включає в себе оцінки з поточного контролю і оцінку заключного іспиту.

Поточний контроль проводиться в межах навчальних занять і передбачає оцінювання теоретичної підготовки здобувачів вищої освіти із зазначених тем (у тому числі, самостійно опрацьованого матеріалу) та практичних навичок, набутих під час виконання лабораторних робіт.

Поточний контроль здійснюється протягом семестру в наступних формах:

- перевірка та захист звітів з лабораторних робіт;
- проведення та перевірка модульних контрольних робіт;
- семестрова атестація;
- перевірка конспекту лекцій;
- контроль відвідування занять.

Перевірка звіту з лабораторної роботи включає оцінювання правильності та повноти виконання завдання, правильності та повноти висновків, правильності оформлення звіту.

Процедура захисту звіту з лабораторної роботи включає один або декілька елементів:

- письмове викладення відповідей на запитання за тематикою роботи;
- усне опитування за тематикою роботи;
- виконання завдань із застосуванням комп'ютерної техніки.

При виконанні модульних контрольних робіт здобувач вищої освіти відтворює засвоєні знання шляхом надання письмових відповідей на поставлені запитання. На теоретичні запитання необхідно давати розгорнуті відповіді, супроводжуючи їх прикладами та ілюстраціями. Повнота відповідей оцінюється згідно з теоретичним матеріалом, наведеним у джерелах інформації для кожної теми. На тестові запитання потрібно вказати номер правильної відповіді та її формулювання.

В разі дистанційної форми навчання звіти з практичних робіт і виконані модульні контрольні роботи надсилаються здобувачами вищої освіти на кафедральну пошту ktib@nuos.edu.ua (або в Google-клас) і в кінці семестру викладаються в архів на кафедральному Google –диску.

Поточний модульний контроль проводиться з урахуванням даних поточного контролю за відповідний змістовний модуль і має на меті оцінку результатів знань студента після вивчення матеріалу з логічно завершеної частини дисципліни – змістового модуля.

Семестрова атестація дає змогу здійснити проміжну оцінку досягнень здобувача вищої освіти. В період семестрової атестації викладач оцінює результати поточного контролю та атестує чи не атестує здобувача вищої освіти.

За рішенням кафедри студентам, які брали участь у науково-дослідній роботі – роботі конференцій, студентських наукових гуртків, підготовці публікацій, а також були учасниками олімпіад, конкурсів, тощо можуть присуджуватися додаткові бали. Додаткові бали також можуть присуджуватися за результатами перевірки конспекту лекцій, контролю відвідування занять та за активність на лекціях і практичних заняттях.

За всі поточні контрольні заходи протягом семестру, з урахуванням додаткових балів, студент сумарно може отримати від 0 до 60 балів.

Семестровий підсумковий контроль з дисципліни проводиться відповідно до навчального плану у вигляді *іспиту* в терміни, встановлені графіком навчального процесу, та в обсязі навчального матеріалу, визначеному робочою програмою навчальної дисципліни.

Умовою допуску студента до семестрового підсумкового контролю є мінімальна сума у 35 балів, яку студент повинен набрати у разі виконання всіх елементів модулів.

Підсумковий контроль здійснюється у формі перевірки екзаменаційних робіт.

Студент, який набрав за всі поточні контрольні заходи менше 60 балів або хоче отримати додаткові бали, пише семестрову екзаменаційну роботу (проводиться у письмовій формі), до якої він допускається, якщо він має за виконання всіх передбачених елементів модулів не менше 35 балів. Максимальна кількість балів за семестрову підсумкову залікову роботу (екзамен) становить 40 балів.

Підсумкова оцінка з дисципліни від 60 до 100 балів визначається як сума балів за змістовими модулями та семестрової екзаменаційної роботи (у разі її написання).

Зарахування кредитів навчального курсу можливо тільки після досягнення результатів, запланованих РПНД, що виражається в одній з позитивних оцінок, передбачених чинним законодавством.

В окремих випадках (позапланова практика, сімейні обставини, форс-мажорні ситуації тощо) студент в установленому порядку може бути переведений на індивідуальний графік навчання, що оформлюється належним чином. Відвідування студентом лекційних і практичних занять скорочується, а роль і обсяг його самостійної роботи зростає. Лабораторні роботи і модульні

контрольні роботи виконуються в додатковий (при необхідності) час навчання в повному обсязі. При переведенні здобувача вищої освіти на індивідуальний графік навчання максимально можлива кількість балів, яку він може отримати при складанні поточного контролю, не змінюється.

8. Критерії оцінювання результатів навчання

8.1 Критерії оцінювання лабораторних робіт

При оцінюванні лабораторних робіт враховуються наступні критерії:

- виконання роботи та правильність виконання;
- наявність звіту, вчасність подачі та якість звіту;
- захист звіту.

Максимальна оцінка за кожну лабораторну роботу становить для студентів ДФН - 5 балів.

Максимальна сумарна кількість балів за лабораторні роботи становить:

- для студентів ДФН: $8 \times 5 = 40$ балів.

Критерії оцінювання лабораторних робіт

Кількість балів	Критерії оцінювання
М1	
5	Роботу виконано самостійно, завдання виконано правильно. Звіт здано у встановлений термін, оформлення звіту повністю відповідає вимогам, у висновках проведено коректну інтерпретацію результатів. Студент надав правильні відповіді на всі питання захисту.
4	Робота виконана правильно з консультаціями викладача. Звіт здано у встановлений термін, можливі несуттєві помилки в оформленні звіту та незначні некоректності у висновках. Студент надав принципово правильні відповіді на питання захисту (без суттєвих помилок).
3	Роботу виконано із підказками викладача та незначними помилками. Звіт містить неточності у висновках та окремі помилки. Студент відповів на питання захисту частково чи з принциповими помилками.
2	Завдання виконано у повному об'ємі але з помилками. Звіт містить неточності у висновках та окремі помилки. Студент не відповів на питання захисту.
1	Завдання виконано не у повному об'ємі (не менше 70%). Надано звіт, що містить неточності і помилки. Студент не відповів на питання захисту.
0	Робота не виконана.
<i>Максимальна сумарна оцінка студента за даний компонент програми для ДФН – 40 балів (8 робіт по 5 балів). При незначних відхиленнях від вказаних критеріїв оцінка може доповнюватись знаками «-» або «+», що при підсумовуванні відповідає 0,5 бала.</i>	

8.2 Критерії оцінювання модульних контрольних робіт

Для поточного модульного контролю студентами виконуються 2 (дві) модульні контрольні роботи за матеріалами змістовних модулів. Критерієм оцінювання МКР є відсоток правильних відповідей на питання МКР.

Максимальна кількість балів за кожну МКР становить для студентів ДФН – 10 балів.

Максимальна сумарна кількість балів за МКР становить:

– для студентів ДФН: $2 \times 10 = 20$ балів.

Критерії оцінювання задач та практичних завдань в МКР

Форма навчання	Правильних відповідей, %									
	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
ДФН	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1

8.3 Критерії оцінювання екзаменаційної роботи

Максимальна оцінка за екзаменаційну роботу – 40 балів.

Правильних відповідей, %	100	90	80	70	60	50	40	30	20	10
Бал	40	36	32	28	24	20	16	12	8	4

Рівні підсумкової оцінки екзамену з дисципліни (перерахунковий коефіцієнт – 0,4)

Оцінка за 100-бальною шкалою університету / Grade according to 100-points scale of University	Оцінка за шкалою ЄКТС / Grade according to ECTS scale
90-100 (творчий рівень)/(creative level)	A (відмінно) / (excellent)
82-89 (високий рівень)/(high level)	B (дуже добре) / (very good)
74-81 (добрий рівень)/(good level)	C (добре) / (good)
64-73 (середній рівень)/(average level)	D (посередньо) / (average)
60-63 (задовільний рівень)/(satisfactory level)	E (достатньо) / (satisfactory)
35-59 (низький рівень)/(low level)	FX (незадовільно з можливістю повторного складання) / (unsatisfactory with the possibility to repass the exam)
1-34 (незадовільний рівень)/(unsatisfactory level)	F (незадовільно з обов'язковим повторним вивченням) / (unsatisfactory with the compulsory repeating of the course)

8.4 Розподіл балів

Розподіл оцінки за змістовними модулями та видами контролю

		Денна форма навчання		Заочна форма навчання	
		Вид роботи	Кількість балів	Вид роботи	Кількість балів
М1					
ЗМ1	T1	Лабораторна робота 1	5	-	-
	T2	-	-	-	-
	T3	-	-	-	-
	T4	-	-	-	-
	T5	Лабораторна робота 2	5	-	-
	T6	Лабораторна робота 3	5	-	-
	T7	Лабораторна робота 4	5	-	-
	T8	-	-	-	-
	МКР1	Тест	10	-	-
ЗМ2	T9	Лабораторна робота 5	5	-	-
	T10	-	-	-	-
	T11	Лабораторна робота 6	5	-	-
	T12	-	-	-	-
	T13	-	-	-	-
	T14	Лабораторна робота 7	5	-	-
	T15	Лабораторна робота 8	5	-	-
	МК2	Тест	10	-	-
Підсумковий семестровий контроль		екзамен	40	-	-
		Всього	100	-	-

9. Інструменти, обладнання та програмне забезпечення, використання яких передбачає навчальна дисципліна

Апаратне забезпечення, необхідне для вивчення навчальної дисципліни, включає персональний комп'ютер (настільний або ноутбук) із доступом до Інтернет.

Системне програмне забезпечення, необхідне для вивчення навчальної дисципліни, включає операційну систему Windows.

Прикладне програмне забезпечення, необхідне для вивчення навчальної дисципліни, включає: інтегроване середовище розробки (редактор коду, налаштувальник, компілятор); MATLAB; MathCAD; текстовий редактор та редактор растрових зображень (для підготовки звітів з лабораторних робіт); pdf-, djv-переглядач (для ознайомлення з джерелами інформації, представленими в електронному вигляді); Power Point для ознайомлення з тематичними презентаціями; браузер для доступу до Інтернет-ресурсів.

При очній формі навчання використовуються апаратні та програмні можливості лабораторій №129, №130 і №134 кафедри КТІБ ННІАЕ НУК. В процесі проведення лекцій і лабораторних робіт для демонстрації тематичних презентацій і прикладів використовується наявне в лабораторіях мультимедійне обладнання.

При дистанційній формі навчання використовуються апаратні та програмні можливості домашніх персональних комп'ютерів (настільних комп'ютерів або ноутбуків) та мобільних пристроїв із доступом до Інтернет. Заняття проводиться в Zoom. Необхідна студентам інформація (робоча програма дисципліни, методичні вказівки, рекомендована література, інформація щодо поточної набраної кількості балів) викладається на google-диск кафедри КТІБ, до якого студенти отримують доступ без права редагування. Виконані студентами роботи надсилаються на кафедральну пошту ktib@nuos.edu.ua. Під час воєнного стану допускається виконання звітів з лабораторних робіт і модульних контрольних робіт в рукописному вигляді без дотримання стандартів оформлення. Такі звіти надсилаються у вигляді графічних зображень (фотографій). Відповідно, для дистанційної форми навчання додатково використовуються Zoom, e-mail і відеокамери мобільних пристроїв.

10. Рекомендовані джерела інформації

Основна література

Навчально-методична література

1. Russell S.J., Norvig P. Artificial Intelligence. A Modern Approach. Fourth Edition, Global Edition. - Harlow, United Kingdom: Pearson Education Limited, 2022. – 1166 p.
2. Атаки на системи штучного інтелекту : навчально-практичний посібник / уклад. С. П. Євсєєв, О. В. Шматко, О. Б. Ахієзер, В. Є. Сокол, Н. Л. Чернова ; за заг. ред. С. П. Євсєєва. – Харків : НТУ «ХПІ», – Львів : «Новий Світ-2000», 2025. – 108 с.
3. Дідич І.С. Конспект лекцій з дисципліни «Комп'ютерні системи штучного інтелекту» для студентів спеціальності G7 «Автоматизація, комп'ютерно-інтегровані технології та робототехніка» денної та заочної форми здобуття освіти. Тернопіль: ТНТУ. – 2025. – С. 92.
4. Биков М. М., Ковтун В. В., Гаврилюк В. О. Основи інтелектуальних технологій. Частина 1. Технології розпізнавання : електронний навчальний посібник комбінованого (локального та мережного) використання [Електронний ресурс]. – Вінниця : ВНТУ, 2023. – 229 с.

5. Звенігородський О.С., Зінченко О.В., Чичкарьов Є.А., Кисіль Т.М. Штучний інтелект. Вступний курс: Навчальний посібник. – К.: ДУТ, 2022. – 193 с.
6. Коцовський В. М. Методи та системи штучного інтелекту : Конспект лекцій. – Ужгород:УЖНУ, 2023. – 101 с.
7. Савченко А.С., Синельников О. О. Методи та системи штучного інтелекту: Навчальний посібник для студентів напряму підготовки 6.050101 «Комп'ютерні науки». – К. : НАУ, 2017. – 190 с.
8. Системи штучного інтелекту. Методи штучного інтелекту [Електронний ресурс] : комп. практикум : навч. посіб. для здобувачів ступеня магістра за освіт. програмою «Технічні та програмні засоби автоматизації» спец. 174 Автоматизація, комп'ютерно- інтегровані технології та робототехніка / КПІ ім. Ігоря Сікорського ; уклад.: Л. Д. Ярошук, Є. О. Тюріна, Р. О. Путятін. – 2-ге вид., перероб. і доп. – Електрон. текст. дані (1 файл). – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. – 108 с.
9. Соловська І.М., Русу О.П., Педяш В.В. Методи та системи штучного інтелекту: конспект лекцій для здобувачів другого (магістерського) рівня, які навчаються за спеціальностями: 121 – Інженерія програмного забезпечення, 122 – Комп'ютерні науки, 123 – Комп'ютерна інженерія, 125 – Кібербезпека та захист інформації, 172 – Електронні комунікації та радіотехніка, 014.09 – Середня освіта (Інформатика). [Електронне видання]: Одеса Міжнародний гуманітарний університету, 2024. – 142 с.
10. Штучний інтелект. Нейромережева обробка інформації : архітектури, навчання, застосування : навчальний посібник у 2-х ч. : Ч. 2 / О. Г. Руденко, О. О. Безсонов, С. П. Євсєєв, О. Б. Ахієзер, Ю. І. Зайцев ; за заг. ред. С. П. Євсєєва. – Харків : НТУ «ХПІ», – Львів : «Новий Світ-2000», 2025. – 376 с.

Допоміжна література

Навчально-методична література

11. Гороховський О.І. Інтелектуальні системи: навчальний посібник. – Вінниця: ВНТУ, 2010. – 194 с.
12. Кирик В.В. Математичний апарат штучного інтелекту в електроенергетичних системах: підручник. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, Видавництво «Політехніка», 2019. – 224 с.
13. Ковальчук М. Л., Ушенко Ю. О., Угрин Д. І. Методи та системи штучного інтелекту. Навчальний посібник. – Чернівці: Чернівецький національний університет ім.Ю. Федьковича, 2022. – 318 с

14. Корнієнко В.І., Гусєв О.Ю., Герасіна О.В. Інтелектуальне моделювання нелінійних динамічних процесів в керуванні, кібербезпеці, телекомунікаціях: підручник. – Дніпро: НТУ «ДП», 2020. – 531 с. URL: <http://ir.nmu.org.ua/bitstream/handle/123456789/158082/CD1317.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

15. Кутковецький В. Я. Розпізнавання образів : навчальний посібник / В. Я. Кутковецький. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2017. – 420 с. URL: <https://dspace.chmnu.edu.ua/jspui/bitstream/123456789/60/1/%D0%9A%D1%83%D1%82%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D0%B5%D1%86%D1%8C%D0%BA%D0%B8%D0%B9%20%D0%92.%20%D0%AF.%20%D0%A0%D0%BE%D0%B7%D0%BF%D1%96%D0%B7%D0%BD%D0%B0%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F%20%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B7%D1%96%D0%B2.pdf>

16. Руденко О.Г., Бодянський Є.В. Штучні нейронні мережі. Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів – К: Компанія СМІТ, 2006, 404 с. URL: <https://docplayer.ru/48236375-Bodyanskiy-e-v-rudenko-o-g.html>

17. Троцько В.В. Методи штучного інтелекту: навчально-методичний і практичний посібник. – Київ: Університет економіки та права «КРОК», 2020 – 86 с.

18. Шаповал Н.В. Методи та системи штучного інтелекту. Комп'ютерний практикум : навчальний посібник. Електронне мережне навчальне видання. – К.: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2022. – 45 с.

Наукові публікації

19. International Journal of Fuzzy Systems. URL: <https://www.springer.com/journal/40815>

20. Journal of Pattern Recognition Research (JPRR). – URL: <http://www.jprr.org/index.php/jprr>

21. Khuder A. I., Husain Sh. H. Hardware Realization of Artificial Neural Networks Using Analogue Devices // Al-Rafidain Engineering. - Vol.21. - No. 1. – 2013. –P. 77-90. URL: https://rengj.mosuljournals.com/article_67355_68b631749adba419121f643bcef9d192.pdf

22. Neural Networks. The Official Journal of the International Neural Network Society, European Neural Network Society & Japanese Neural Network Society URL: <https://www.sciencedirect.com/journal/neural-networks>

23. Васюра А. С., Мартинюк Т. Б., Куперштейн Л. М. Методи та засоби нейроподібної обробки даних для систем керування: монографія. – Вінниця : УНІВЕРСУМ-Вінниця, 2008. - 175 с.

24. Мартинюк Т.Б., Буда А.Г., Кожем'яко А.В., Куперштейн Л.М. Особливості інтелектуалізації в робототехніці та системах захисту інформації //Вісник Хмельницького національного університету. – 2020. - №1(281).- С.154-157

25. Тимчишин Р.М., Волков О.Є., Господарчук О.Ю., Богачук Ю.П. Сучасні підходи до розв'язання задач комп'ютерного зору //Control systems and computers. – 2018. - № 6. – С.46-73

26. Турти М.В. Теорія однозначних нечітких систем і нейронні мережі. Монографія. - Миколаїв: Миколаївська філія Європейського університету, 2007.- Ч.1. 140 с.

27. Турти М.В. Теорія однозначних нечітких систем і нейронні мережі. Монографія. - Миколаїв: Миколаївська філія Європейського університету, 2007.- Ч.2. 115 с.

Інформаційні ресурси в Інтернет

1. Artificial Intelligence. MIT OpenCourseWare (Massachusetts Institute of Technology). <https://ocw.mit.edu/courses/6-034-artificial-intelligence-fall-2010/>

2. Computer Vision System Toolbox. – URL: <https://ww2.mathworks.cn/help/vision/index.html>

3. Intro to Artificial Intelligence. Free Course. URL: <https://www.udacity.com/course/intro-to-artificialintelligence--cs271>

4. Open Source Computer Vision Library. – URL: <https://opencv.org/>

5. Philosopher AI. URL: <https://nachasi.com/tech/2020/08/31/philosopher-ai/>

6. 9 сервісів зі штучним інтелектом для айтівців – <https://highload.today/uk/9-servisiv-zishtuchnim-intelektom-dlya-ajtivtsiv/>

7. Дія: цифрова освіта: штучний інтелект. URL: <https://osvita.diia.gov.ua/courses/artificial-intelligence>

8. Інтегрований веб-сайт книг Gonzalez R. C., Woods R. E. Digital Image Processing та Gonzalez R. C., Woods R. E., Eddins S.L. Digital Image Processing Using MATLAB. URL: <http://www.imageprocessingplace.com/>

9. Класифікація моделей даних. URL: <https://helpiks.org/2-9488.html>

10. Методи систем штучного інтелекту. URL: https://baklaniv.at.ua/index/methods_systems_of_artificial_intelligence/0-5

11. Новини про штучний інтелект. URL: <https://robotics.ua/news/ai>

12. Офіційний сайт ISO. URL: <https://www.iso.org/standard>

13. Нейронні мережі: підручники для студентів онлайн. URL: https://stud.com.ua/139990/informatika/neyronni_merezhi

14. Нейронні мережі.: учбовий курс. URL: <https://www.victoria.lviv.ua/library/students/nn/lecture.html>
15. Портал відомостей з проблем штучного інтелекту. URL: <http://neurons.com>
16. Портал штучного інтелекту Google. URL: <https://ai.google/>
17. Портал штучного інтелекту з відкритими вихідними кодами. URL: <https://openai.com/>
18. Портал штучного інтелекту компанії Bluewillow. URL: <https://www.bluewillow.ai/>
19. Сайт персональних навчальних систем ХНЕУ ім. С. Кузнеця. URL: <https://pns.hneu.edu.ua/>
20. Учбовий курс «Системи штучного інтелекту». URL: <https://www.victoria.lviv.ua/library/students/ai/index.html>

Зміни та доповнення