

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАХІДНОУКРАЇНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ФАКУЛЬТЕТ КОМП'ЮТЕРНИХ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о.декана факультету  
комп'ютерних інформаційних  
технологій



Ігор ЯКИМЕНКО

“ ” 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

В.о. проректора з  
науково-педагогічної роботи

Віктор ОСТРОВЕРХОВ



“ ” 2023 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор навчально-наукового  
інституту новітніх освітніх  
технологій



Святослав ПИТЕЛЬ

“ ” 2023 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «Методи та системи штучного інтелекту»

*ступінь вищої освіти – бакалавр*

галузь знань – 12 “Інформаційні технології”

спеціальність – 122 „Комп’ютерні науки”

освітньо-професійна програма – „Комп’ютерні науки”

### КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ І УПРАВЛІННЯ

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Лабораторні заняття (год.)	ІРС (год.)	Тренінг, КПЗ (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Екз. (сем.)
Денна	3	5	28	42	4	10	66	150	5
Заочна	3	5, 6	8	4	–	–	138	150	6

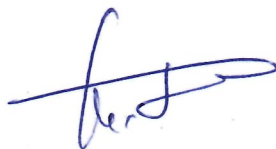
Тернопіль – ЗУНУ  
2023

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми «Комп'ютерні науки» підготовки бакалавра галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 – «Комп'ютерні науки», затвердженої Вченою Радою ЗУНУ (протокол №9 від 26.05.2021 р.).

Робочу програму складено доцентом кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління, к.т.н. Василем КОВАЛЕМ

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління, протокол №1 від 29 серпня 2023р.

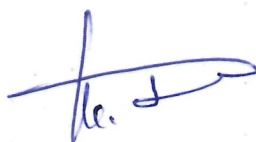
Завідувач кафедри,  
д-р техн. наук, професор



Мирослав КОМАР

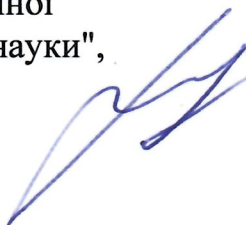
Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності «Комп'ютерні науки», протокол №1 від 29 серпня 2023 р.

Голова групи  
забезпечення спеціальності,  
д-р техн. наук, професор



Мирослав КОМАР

Гарант освітньо-професійної  
програми "Комп'ютерні науки",  
канд. техн. наук, доцент



Христина ЛІП'ЯНИНА-ГОНЧАРЕНКО

# СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ "МЕТОДИ ТА СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ"

## 1. ОПИС ДИСЦИПЛІНИ "МЕТОДИ ТА СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ"

Дисципліна «Методи та системи штучного інтелекту»	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 5	Галузь знань – 12 “Інформаційні технології”	<b>Статус дисципліни:</b> обов’язкова дисципліна циклу професійної підготовки <b>Мова навчання:</b> Українська
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність – 122 «Комп’ютерні науки»	Рік підготовки: 3 Семестр: <i>Денна</i> – 5 <i>Заочна</i> – 5,6
Кількість змістових модулів – 4	Освітньо- професійна програма «Комп’ютерні науки»	Лекції: <i>Денна</i> – 28 год. <i>Заочна</i> – 8 год.  Лабораторні заняття: <i>Денна</i> – 42 год. <i>Заочна</i> – 4 год.
Загальна кількість годин – 150	Ступінь вищої освіти – бакалавр	Самостійна робота: <i>Денна</i> – 66 год., <i>Заочна</i> – 138 год. Тренінг, КПЗ: <i>Денна</i> – 10 год.  Індивідуальна робота: <i>Денна</i> – 4 год.
Тижневих годин – 10, з них аудиторних – 5 год.		Вид підсумкового контролю – екзамен

## 2. МЕТА І ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ "МЕТОДИ ТА СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ"

### 2.1. Мета вивчення дисципліни

Мета вивчення дисципліни “Методи та системи штучного інтелекту” — оволодіння студентами знаннями основ штучного інтелекту в області важко формалізованих задач, які на сьогоднішній день вважаються прерогативою людини. Дисципліна вивчається з метою набуття знань інтелекту і способів його практичної реалізації технічними засобами.

## **2.2. Завдання вивчення дисципліни**

Проведення занять спрямоване на представлення студентам основних теоретичних відомостей та задач області систем штучного інтелекту, а також наведення світового досвіду їх розв'язання із використанням технічних засобів штучного інтелекту.

## **2.3. Найменування та опис компетентностей, формування котрих забезпечує вивчення дисципліни:**

СК2. Здатність до виявлення статистичних закономірностей недетермінованих явищ, застосування методів обчислювального інтелекту, зокрема статистичної, нейромережевої та нечіткої обробки даних, методів машинного навчання та генетичного програмування тощо.

СК11. Здатність до інтелектуального аналізу даних на основі методів обчислювального інтелекту включно з великими та погано структурованими даними, їхньої оперативної обробки та візуалізації результатів аналізу в процесі розв'язування прикладних задач.

## **2.4. Передумови для вивчення дисципліни.**

Для засвоєння дисципліни студентам необхідні знання і навички, отримані при вивченні наступних дисципліни "Основи комп'ютерних наук".

## **2.5. Результати навчання.**

ПР1. Застосовувати знання основних форм і законів абстрактно-логічного мислення, основ методології наукового пізнання, форм і методів вилучення, аналізу, обробки та синтезу інформації в предметній області комп'ютерних наук.

ПР4. Використовувати методи обчислювального інтелекту, машинного навчання, нейромережевої та нечіткої обробки даних, генетичного та еволюційного програмування для розв'язання задач розпізнавання, прогнозування, класифікації, ідентифікації об'єктів керування тощо.

ПР12. Застосовувати методи та алгоритми обчислювального інтелекту та інтелектуального аналізу даних в задачах класифікації, прогнозування, кластерного аналізу, пошуку асоціативних правил з використанням програмних інструментів підтримки багатовимірного аналізу даних на основі технологій DataMining, TextMining, WebMining.

# **3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ "МЕТОДИ ТА СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ"**

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Основні поняття та означення**

### **Тема 1. Поняття штучного інтелекту**

Вступ в методи та системи штучного інтелекту. Історичний огляд розвитку систем штучного інтелекту. Основні поняття та визначення в штучному інтелекті.

### **Тема 2. Поняття інтелектуальної системи та інтелектуальної задачі**

Поняття інтелектуальної системи. Поняття інтелектуальної задачі. Принципи побудови та архітектури інтелектуальних систем. Сучасні технології обробки знань. Методи навчання та налаштування інтелектуальних систем.

### **Тема 3. Методи пошуку рішень інтелектуальних задач у просторі станів.**

Стани і оператори в інтелектуальних задачах пошуку рішень. Математичний опис інженерних задач. Абстрактні моделі рішення задач штучного інтелекту. Представлення простору станів. Загальна схема пошуку на графі. «Сліпі» методи пошуку (випадковий пошук, пошук у глибину та ширину, алгоритм рівних цін). Евристичні методи пошуку. Метод пошуку за алгоритмом Харта, Нільсона і Рафаеля. Принцип вибору евристичної функції при пошуку.

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Представлення знань у системах штучного інтелекту (СШІ)**

### **Тема 4. Знання та способи їх представлення у СШІ**

Властивості знань. Моделі представлення знань. Логічні моделі (формальні системи, обчислення висловлень). Нечітка логіка.

### **Тема 5. Продукційні системи представлення знань**

Обчислення предикатів. Продукційні моделі представлення знань.

**Тема 6. Фреймова модель знань та семантичні мережі: основні поняття, структура та способи опису.**

Визначення фрейму. Історія та типи фреймів, їх властивості. Задачі, що розв'язуються з допомогою фреймів. Представлення семантичних мереж, їх класифікація та предметні області поширення.

## **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Сучасні методи та підходи розв'язку задач у СШІ**

### **Тема 7. Системи нечіткої логіки**

Нечіткі множини. Нечітка логіка. Нечіткі контролери. Переваги нечітких систем та їх застосування.

### **Тема 8. Генетичні алгоритми**

Історія появи еволюційної теорії. Основна термінологія та поняття генетичних алгоритмів. Теоретичні засади класичного генетичного алгоритму. Загальна схема, основні механізми та властивості генетичних алгоритмів.

### **Тема 9. Основи побудови та різновиди генетичних алгоритмів**

Генерування початкової популяції. Методи селекції. Методи схрещування (рекомбінації). Методи мутації. Застосування теорії генетичних алгоритмів для задачі пошуку

### **Тема 10. Теоретичні основи штучних нейронних мереж**

Поняття, термінологія та коло задачі, що розв'язуються штучними нейронними мережами. Будова та принципи функціонування біологічного нейрону. Штучний нейрон, його будова та принципи функціонування. Поняття нейронної мережі. Класифікація штучних нейронних мереж.

### **Тема 11. Штучні нейронні мережі як вид математичної моделі та метод**

Математичний нейрон Мак-Коллока-Пітса. Персептрон Розенблатта і правило Хебба. Дельта-правило в навчанні штучної нейронної мережі для задач розпізнавання образів. Обмеження одношарового персептрону. Алгоритм зворотнього поширення помилки для навчання багатошарового персептрону. Глибокі нейронні структури.

## **Тема 12. Інтелектуальні системи на основі методів аналізу колективної поведінки.**

Поняття та принципи функціонування колективного інтелекту. Параметри роєвих алгоритмів. Моделі поведінки роїв. Штучний інтелект роїв.

### **ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. Менеджмент знань в інтелектуальних системах**

#### **Тема 13. Онтологія**

Онтології та онтологічні системи. Методологія створення і життєвий цикл онтологій. Приклади онтологій. Системи і засоби представлення онтологічних знань. Поняття семантики. Застосування в розподілених середовищах Інтернет.

#### **Тема 14. Експертні системи (ЕС)**

Необхідність ЕС. Визначення ЕС, призначення та принципи побудови. Узагальнена архітектура. Класи задач, які вирішуються з допомогою ЕС. Етапи розробки. Методи набуття знань. Пошук та пояснення рішень. Інженерія знань.

## **4. Структура залікового кредиту з дисципліни "Методи та системи штучного інтелекту"**

Денна форма навчання

Тема	Кількість годин					
	Лекції	Лабораторні заняття	Індивідуальна робота	Тренінг, КПЗ	Самостійна робота	Контрольні заходи
<b>Змістовий модуль 1. Основні поняття та означення</b>						
Тема 1. Поняття штучного інтелекту	2	-	-	2	4	Опитування під час заняття
Тема 2. Поняття інтелектуальної системи та інтелектуальної задачі	2	6	-		4	Опитування під час заняття
Тема 3. Методи пошуку рішень інтелектуальних задач у просторі станів	2	-	-		4	Опитування під час заняття
<b>Змістовий модуль 2 – Представлення знань у системах штучного інтелекту</b>						
Тема 4. Знання та способи їх представлення у системах штучного інтелекту	2	-	-	2	4	Опитування під час заняття
Тема 5. Продукційні системи представлення знань	2	-	-		4	Опитування під час заняття
Тема 6. Фреймова модель знань та семантичні мережі: основні поняття, структура та способи опису.	2	-	-		4	Опитування під час заняття
<b>Змістовий модуль 3 – Сучасні методи та підходи розв'язку задач у системах штучного інтелекту</b>						
Тема 7. Системи нечіткої логіки	2			4	4	Опитування під час заняття
Тема 8. Генетичні алгоритми	2	4	-		6	Опитування під час заняття
Тема 9. Основи побудови та	2	-	-		6	Опитування під час заняття

різновиди генетичних алгоритмів						
Тема 10. Теоретичні основи штучних нейронних мереж	2	16	-		4	Опитування під час заняття
Тема 11. Штучні нейронні мережі як вид математичної моделі та метод	2	16	-		4	Опитування під час заняття
Тема 12. Інтелектуальні системи на основі методів аналізу колективної поведінки.	2	-	2		6	Опитування під час заняття
<b>Змістовий модуль 4 – Менеджмент знань в інтелектуальних системах</b>						
Тема 13. Онтологія	2	-	2	2	6	Опитування під час заняття
Тема 14. Експертні системи	2	-	-		6	Опитування під час заняття
<b>Разом</b>	<b>28</b>	<b>42</b>	<b>4</b>	<b>10</b>	<b>66</b>	

### Заочна форма навчання

Тема заняття	Кількість годин			
	Лекції	Лабораторні заняття	Тренінг, КПЗ	Самостій на робота
<b>Змістовний модуль 1. Основні поняття та означення</b>				
Тема 1. Поняття штучного інтелекту	2	-	-	8
Тема 2. Поняття інтелектуальної системи та інтелектуальної задачі		-	-	10
Тема 3. Методи пошуку рішень інтелектуальних задач у просторі станів		2	-	10
<b>Змістовний модуль 2. Представлення знань у системах штучного інтелекту</b>				
Тема 4. Знання та способи їх представлення у системах штучного інтелекту	2	-	-	10
Тема 5. Продукційні системи представлення знань		-	-	10
Тема 6. Фреймова модель знань та семантичні мережі: основні поняття, структура та способи опису.		-	-	10
<b>Змістовний модуль 3. Сучасні методи та підходи розв'язку задач у системах штучного інтелекту</b>				
Тема 7. Системи нечіткої логіки	2	-	-	10
Тема 8. Генетичні алгоритми		-	-	10
Тема 9. Основи побудови та різновиди генетичних алгоритмів		-	-	10
Тема 10. Теоретичні основи штучних нейронних мереж		-	-	10
Тема 11. Штучні нейронні мережі як вид математичної моделі та метод		2	-	10
Тема 12. Інтелектуальні системи на основі методів аналізу колективної поведінки.		-	-	10
<b>Змістовний модуль 4. Менеджмент знань в інтелектуальних системах</b>				
Тема 13. Онтологія	2	-	-	10
Тема 14. Експертні системи		-	-	10
<b>Всього</b>	<b>8</b>	<b>4</b>	<b>-</b>	<b>138</b>

## 5. Тематика лабораторних занять.

1. Пошук лінійної регресії на основі статистичних даних
2. Побудова регресора методом k-найближчих сусідів (k-nn)
3. Дослідження побудови класифкатора k-найближчих сусідів (k-nn)
4. Створення однокрокового прогнозу методом плаваючого вікна та штучних нейронних мереж.
5. Довготермінове прогнозування числових рядів засобами штучних нейронних мереж.
6. Розпізнавання алфавітно-цифрової інформації з використанням штучних нейронних мереж.
7. Розпізнавання образів жестової мови засобами штучних нейронних мереж.
8. Засоби ідентифікації природної мови з використанням засобів штучного інтелекту.
9. Вивчення принципів роботи із наборами великих даних (Dataset).
10. Розпізнавання зображень на основі Deep Learning.
11. Розпізнавання природньої мови із використання глибоких нейронних мереж
12. Дослідження розв'язку оптимізаційних задач з допомогою генетичних алгоритмів.

## 6. Комплексне практичне індивідуальне завдання.

Комплексне практичне індивідуальне завдання з дисципліни «Методи та системи штучного інтелекту» виконується самостійно кожним студентом. КПЗ покриває прикладну області і виконується у відповідності із варіантом, який обирає студент самостійно. Метою виконання КПЗ є оволодіння навичками застосування методів штучного інтелекту при розв'язуванні прикладних задач. КПЗ оцінюється за 100-бальною шкалою. Виконання КПЗ є одним із обов'язкових складових модулів залікового кредиту.

### Варіанти КПЗ з дисципліни «Методи та системи штучного інтелекту»

№ варіанту	Тема дослідження
1.	Багатовимірне масштабування
2.	Дайте визначення поняттю „Нечіткий алгоритм” та опишіть основні принципи побудови „нечітких” алгоритмів.
3.	Імітація пропущених значень з варіантами IterativeImputer
4.	Інтервали прогнозування для посилення регресії градієнта
5.	Класифікація текстових документів за допомогою розріджених функцій
6.	Кластеризація текстових документів за допомогою k-засобів
7.	Колекторне навчання на рукописних цифрах: локальне лінійне вбудовування, Isomap
8.	Межі рішення класифкатора голосування
9.	Методи навчання колекціонування на розірваній сфері
10.	Накресліть поверхні рішень ансамблів дерев на наборі даних райдужної оболонки
11.	Опишіть алгоритм побудови лінгвістичної моделі.



№ варіанту	Тема дослідження
12.	Опишіть базову модель штучного нейрона.
13.	Опишіть класифікацію штучних нейронних мереж.
14.	Опишіть методику підготовки даних для навчання нейронних мереж.
15.	Опишіть методику побудови нейромережових моделей об'єктів та систем.
16.	Опишіть основні поняття генетичних алгоритмів.
17.	Опишіть основні поняття і визначення теорії нечітких множин.
18.	Опишіть різновиди моделей штучного нейрона.
19.	Опишіть складові елементи „нечітких” регуляторів: фазифікація даних, дефазифікація даних, база знань, таблиця лінгвістичних правил.
20.	Опишіть структуру обчислювача, що реалізує технологію обчислення лінгвістичних моделей і регуляторів.
21.	Опишіть технології дефазифікації нечітких значень .
22.	Особливості машини для обмеженої класифікації Больцмана
23.	Охарактеризуйте алгоритм прийняття рішень на основі моделей класифікації.
24.	Охарактеризуйте алгоритм прийняття рішень на основі моделей композиції.
25.	Охарактеризуйте алгоритми ситуаційного прийняття рішень в інтелектуальних системах..
26.	Охарактеризуйте використання еволюційних алгоритмів в нейронних мережах.
27.	Охарактеризуйте еволюційні алгоритми.
28.	Охарактеризуйте класичний генетичний алгоритм.
29.	Охарактеризуйте модель класифікації на основі лінгвістичної моделі.
30.	Охарактеризуйте модель композиції на основі лінгвістичної моделі.
31.	Охарактеризуйте модифікації класичного генетичного алгоритму.
32.	Охарактеризуйте нейромережі Хопфілда.
33.	Охарактеризуйте поняття нечіткої логіки.
34.	Охарактеризуйте правила навчання нейронних мереж.
35.	Охарактеризуйте стратегії та методи навчання штучних нейронних мереж.
36.	Охарактеризуйте технології ройового інтелекту.
37.	Охарактеризуйте шлях розвитку її основні поняття штучних нейронних мереж.
38.	Перетворення функцій хешування з використанням повністю випадкових дерев
39.	Піксельні імпорти з паралельним лісом дерев
40.	Регресія дерева рішень з AdaBoost

## 7. Самостійна робота.

№ з/п	Тематика	К-ть годин	
		ДФН	ЗФН
1.	Формалізація мислення і формальні системи.	2	5
2.	Обчислення висловлювань.	2	5
3.	Логічний наслідок і формальний вивід.	2	5
4.	Відношення і предикат.	2	5
5.	Правила виводу.	2	5
6.	Властивості обчислення предикатів.	2	5
7.	Прикладне обчислення предикатів.	2	5
8.	Формальна арифметика.	2	5
9.	Логічний наслідок в обчисленні предикатів.	2	5
10.	Поняття знань.	2	5
11.	Дані та знання. Типи знань.	2	5
12.	Властивості знань.	2	5
13.	Вербально-дедуктивне визначення знань.	2	5
14.	Області та рівні знань.	2	5
15.	База знань як об'єднання простіших одиниць.	2	5
16.	Проблема неточних і неповних знань.	2	5
17.	Характеристика продукційних моделей.	2	5
18.	Продукції та мережі виведення.	2	5
19.	Пряме та зворотне.	2	5
20.	Основні стратегії вирішення конфліктів у продукційних системах.	2	5
21.	Поняття фреймів та слотів.	2	5
22.	Ієрархія та наслідування слотів.	2	5
23.	Поповнення первинних описів на основі фреймової моделі.	2	4
24.	Фрейми і об'єктно-орієнтоване програмування.	2	4
25.	Логічні побудови та логічні моделі.	2	4
26.	Основні положення логічної моделі.	2	4
27.	Фразова форма запису логічних моделей.	2	4
28.	Аналіз і доведення теорем.	2	4
29.	Формальна логіка та логічне програмування.	2	-
30.	Загальні принципи неточного виведення.	4	-
31.	Приклади застосувань мір невизначеностей.	4	4
	Разом	66	138

## 8. Тренінг з дисципліни

Тренінг проводиться згідно наступного порядку:

1. Вступна частина: ознайомлення студентів з темою тренінгового заняття і видача завдання.
2. Практична частина: виконання завдань студентами згідно з індивідуальним завданням; перевірка результатів з допомогою Matlab; оформлення короткого звіту.
3. Підведення підсумків: обговорення результатів виконаних завдань.

Практична частина виконується згідно розроблених варіантів завдань і містить постановочну частину, що полягає у вивченні алгоритмів навчання нейронних мереж («Дельта правило») прямого поширення та генетичних алгоритмів.

### 9. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У процесі вивчення дисципліни "Методи та системи штучного інтелекту" використовуються наступні засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточне опитування;
- оцінювання лабораторних завдань;
- ректорська контрольна робота;
- оцінювання виконання завдань під час тренінгу;
- оцінювання виконання КППЗ;
- екзамен.

### 10. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю.

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Методи та системи штучного інтелекту» визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Заліковий модуль 1	Заліковий модуль 2	Заліковий модуль 3	Екзамен
20%	20%	20%	40%
1. Виконання та захист лабораторних робіт (4 роботи по 10 балів) – 40 балів 2. Модульна контрольна робота – 60 балів	1. Лабораторні роботи (8 робіт по 5 балів) – 40 балів 2. Ректорська контрольна робота - 60 балів	1. Виконання завдань під час тренінгу – 20 балів 2. Написання та захист КППЗ – 80 балів	1. Теоретичні питання – 40 балів 2. Розв'язування практичної задачі - 60 балів

### Шкала оцінювання

За шкалою університету	За національною шкалою	За шкалою ECTS
90-100	Відмінно	A (відмінно)
85-89	Добре	B (дуже добре)
75-84		C (добре)
65-74	Задовільно	D (задовільно)
60-64		E (достатньо)
35-59	Незадовільно	FX (незадовільно, з можливістю повторного складання)
1-34		F (незадовільно, з обов'язковим повторним курсом)

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

№	Найменування
1.	Комп'ютери із доступом до мережі Internet
2.	Software Matlab, Python
3.	USB videocamera
4.	Digital Microphone and Headphone

### РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ

1. Стюарт Рассел, Пітер Норвіг: Штучний інтелект. Сучасний підхід Том 3. Навчання, сприйняття та дія (4-е видання). К.: Діалектика, 2022. – 640 с.
2. Adam Slowik. Swarm Intelligence Algorithms: A Tutorial. CRC Press, 2022. – 362 pp. ISBN: 9780429749506
3. Lewis Tunstall. Natural Language Processing with Transformers / Lewis Tunstall, Leandro von Werra, Thomas Wolf. - O'Reilly Media; 1st edition, 2022. – 691 pp.
4. Abhijit Pandit. Mathematical Modeling using Fuzzy Logic: Applications to Sustainability. Chapman and Hall/CRC, 2021. - 218 pp. ISBN: 1138390488.
5. Kai-Fu Lee. AI 2041: Ten Visions for Our Future Hardcover / Kai-Fu Lee, Chen Qiufan. – Currency; First Edition, 2021. – 480pp.
6. Орельєн Жерон. Прикладне машинне навчання за допомогою Scikit-Learn, Keras і TensorFlow концепції, інструменти і техніки для створення інтелектуальних систем. 2-е вид. К.: Діалектика, 2020. – 1040 с.
7. Бостром Нік. Суперінтелект. Стратегії і небезпеки розвитку розумних машин / Нік Бостром; Перекладачі – Ящук Антон. - К.: Наш Формат, 2020. - 408 с.
8. Michael Paluszek. Practical MATLAB Deep Learning. A Project-Based Approach / Michael Paluszek, Stephanie Thomas, - Apress Berkeley, CA, 2020. – 252 pp.
9. The Internet of Things. Internet of Things and the Prelude to Artificial Intelligence. [online] Available at: <http://www.infiniteinformationtechnology.com/the-internet-of-things-prelude-to-artificial-intelligence> [Accessed 28 Jul. 2019]
10. En.wikipedia.org. Machine learning. [online] Available at: [https://en.wikipedia.org/wiki/Machine\\_learning](https://en.wikipedia.org/wiki/Machine_learning) [Accessed 28 Jul. 2019].
11. "Nicolas Rashevsky", En.wikipedia.org, 2019. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Nicolas\\_Rashevsky](https://en.wikipedia.org/wiki/Nicolas_Rashevsky). [Accessed: 31- Jul- 2019].
12. "Alan Hodgkin", En.wikipedia.org, 2019. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Alan\\_Lloyd\\_Hodgkin](https://en.wikipedia.org/wiki/Alan_Lloyd_Hodgkin). [Accessed: 31- Jul- 2019].
13. "Manchester Mark 1", En.wikipedia.org, 2019. [Online]. Available: [https://en.wikipedia.org/wiki/Manchester\\_Mark\\_1](https://en.wikipedia.org/wiki/Manchester_Mark_1). [Accessed: 31- Jul- 2019].