Черкаський національний університет імені Богдана Хмельницького
ННІ Інформаційних та освітніх технологій
Кафедра прикладної математики та інформатики

ЗАТВЕРДЖЕНО
Завідувач кафедри
_____
_____ О.В. Піскун

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «МЕТОДИ ТА СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ»

1. Загальна інформація про курс

Назва курсу, мова викладання	МЕТОДИ ТА СИСТЕМИ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ Курс викладається українською мовою.
Статус дисципліни	Обов'язкова
Викладачі	Красношлик Н.О., канд. техн. наук, доцент
Код класу /	
Корпоративна пошта / E-mail:	krasnoshlyk@vu.cdu.edu.ua
Затвердження та перегляд робочої навчальної програми	Розглянуто та затверджено на засіданні кафедри 23.08.2023, протокол № 1

2. Анотація до курсу

Навчальна дисципліна «Методи та системи штучного інтелекту» призначена для вивчення підходів та методів, які використовуються для створення систем штучного інтелекту (ШІ) в різних предметних областях та отримання практичних навичок створення інтелектуальних систем, зокрема, з використанням штучних нейронних мереж.

3. Мета та цілі курсу

Мета курсу формування знань і навичок стосовно математичних моделей, методів штучного інтелекту та програмного забезпечення для створення інтелектуальних інформаційних систем.

Завданнями вивчення навчальної дисципліни «Методи та системи штучного інтелекту» є отримання знань з сучасних методів і технологій штучного інтелекту і методів їх проектування і побудови, та оволодіння практичними навичками, необхідними для створення інтелектуальних інформаційних систем.

4. Компетентності та очікувані результати навчання

Навчальна дисципліна «Методи та системи штучного інтелекту» забезпечує формування таких компетентностей, передбачених освітньою програмою підготовки магістрів спеціальності: 126 Інформаційні системи та технології.

Інтегральна компетентність:

Здатність розв'язувати задачі дослідницького та інноваційного характеру у сфері інформаційних систем та технологій.

Загальні компетентності:

ЗК01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

ЗК03. Здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня (з експертами з інших галузей знань/видів економічної діяльності).

ЗК04. Здатність розробляти проекти та управляти ними.

Фахові компетентності:

СК01. Здатність розробляти та застосувати ІСТ, необхідні для розв'язання стратегічних і поточних задач.

СК05. Здатність використовувати сучасні технології аналізу даних для оптимізації процесів в інформаційних системах.

СК07. Розробляти і реалізовувати інноваційні проекти у сфері ІСТ.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми, **програмними результатами вивчення** дисципліни «Методи та системи штучного інтелекту» є такі:

РН01. Відшуковувати необхідну інформацію в науковій і технічній літературі, базах даних, інших джерелах, аналізувати та оцінювати цю інформацію.

РН05. Визначати вимоги до ІСТ на основі аналізу бізнес-процесів та аналізу потреб зацікавлених сторін, розробляти технічні завдання.

РН06. Обґрунтовувати вибір технічних та програмних рішень з урахуванням їх взаємодії та потенційного впливу на вирішення організаційних проблем, організовувати їх впровадження та використання.

РН08. Розробляти моделі інформаційних процесів та систем різного класу, використовувати методи моделювання, формалізації, алгоритмізації та реалізації моделей з використанням сучасних комп'ютерних засобів.

РН11. Розв'язувати задачі цифрової трансформації у нових або невідомих середовищах на основі спеціалізованих концептуальних знань, що включають сучасні наукові здобутки у сфері інформаційних технологій, досліджень та інтеграції знань з різних галузей.

5. Обсяг і характеристика курсу

Найменування показників	**Характеристика навчального курсу**	
	денна форма навчання	**заочна форма навчання**
Освітня програма, спеціальність	Веб-орієнтовані інформаційні системи, 126 Інформаційні системи та технології	
Рік навчання	1	-
Семестр вивчення	1	-
обов'язкова /вибіркова	обов'язкова	-
Кількість кредитів ЄКТС	4	-
Загальний обсяг годин	120	-
Кількість годин навчальних занять	40	-
Лекційні заняття	14	-
Практичні заняття	0	-
Семінарські заняття	0	-
Лабораторні заняття	26	-
Самостійна та індивідуальна робота	80	-
Форма підсумкового контролю	екзамен	-

6. Пререквізити курсу

Дисципліна «Методи та системи штучного інтелекту» належить до обов'язкових освітніх компонент циклу професійної підготовки.

Для вивчення курсу студенти потребують базових знань з дисциплін «Алгебра та геометрія», «Методи оптимізації», «Програмування».

7. Технічне забезпечення

При вивчені курсу використовується хмарне середовище Google Colab або Jupyter Notebook (дистрибутив Anaconda), бібліотеки Keras і TensorFlow, а також ряд веб-сервісів та веб-платформ, що використовують ШІ.

8. Політика курсу

Звіти з лабораторних робіт. Звіти з лабораторних робіт оформлюються у вигляді ноутбуків хмарного середовища Google Colab (чи Jupyter Notebook) або письмового звіту і здаються через Google Classroom у визначений термін. Виконання та захист усіх лабораторних робіт, зазначених у робочій навчальній програмі з дисципліни, є обов'язковим.

Поточний контроль проводиться шляхом спілкування із студентами під час лекцій та опитувань студентів під час захисту лабораторних робіт. У випадку якщо студент не отримав протягом семестру необхідну кількість балів для допуску до екзамену, він може виконати передбачені програмою завдання, узгодивши з викладачем терміни виконання.

Академічна доброчесність. Звіти з лабораторних робіт мають бути оригінальними дослідженнями чи міркуваннями та виконуються самостійно. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, запозичення з робіт інших студентів можуть бути кваліфіковані як академічна недоброчесність. Виявлення ознак академічної недоброчесності у звітах студентів є підставою для їх не зарахування викладачем, незалежно від масштабів плагіату.

Відвідування занять. Відвідування занять є важливою складовою навчання. Очікується, що всі студенти відвідають усі лекції і лабораторні роботи. Студенти мають інформувати викладача про неможливість відвідати заняття. Допускається 1 пропуск з поважних причин, який не впливатиме на систему оцінювання. У будь-якому випадку студенти зобов'язані дотримуватися усіх термінів, визначених для виконання усіх видів робіт, передбачених в межах дисципліни.

Додаткові бали. додаткові бали виставляються за: активну участь у обговореннях і дискусіях на лекціях, підготовку презентацій по одній із визначених тем, підготовку публікацій у фахові видання або участь у конференціях (якщо тематика відповідає змісту дисципліни), реалізація міні-проєктів, проходження он-лайн курсів.

Передбачено перезарахування кредитів освітніх компонентів, отриманих студентами, які навчались за програмою академічної мобільності, неформальної та інформальної освіти за наявності відповідних підтверджуючих документів.

9. Схема курсу

Тема, основні питання / завдання	Розподіл годин за темами та формами занять (денна / заочна)	Форми та методи проведення	Література. Ресурси в інтернеті	Завдання для самостійної роботи, год	Форма контролю, бали
Лекція 1. Штучний інтелект та інтелектуальні системи 1. Сучасний стан штучного інтелекту (ШІ). Історія штучного інтелекту. Поняття про штучний інтелект, машинне навчання і глибоке навчання. 2. Основні методи штучного інтелекту. Системи побудовані з використанням методів штучного інтелекту. 3. Поняття інтелектуальної системи та інтелектуальної задачі. Галузі застосування систем штучного інтелекту.	2	Лекція. Обговорення теоретичних питань у форматі дискусії	Основна: 1-3 Додаткова: 2, 4	Знайти приклади застосування систем штучного інтелекту (2 год)	Опитування (0-1 бал)
Лабораторне заняття 1. Веб-платформи і сервіси, що використовують ШІ 1. Платформа Google AI. 2. Aixploria - каталог популярних AI (Artificial Intelligence)-інструментів. 3. Платформа Clipdrop.	2	Практична робота	Основна: 1-3 Додаткова: 2, 4 Інтернет-ресурси: 2-4	Дослідження веб-платформ та веб-сервісів, що використовують штучний інтелект (4 год)	Звіт №1 (0-4 бали)
Лекція 2. Інтелектуальні технології та прикладні системи 1. Машинний та комп'ютерний зір 2. Діалогові системи та чат-боти 3. Системи машинного перекладу	2	Лекція-дискусія (з використанням презентації)	Інтернет-ресурси: 2-4	Ознайомитися з прикладними інтелектуальними системами (2 год)	Тест №1 (0-2 бали)
Лабораторне заняття 2. Прикладні інтелектуальні системи 1. Генератори голосу зі штучним інтелектом. 2. Системи машинного перекладу. 3. Чат-боти.	2	Практична робота	Інтернет-ресурси: 2-4	Ознайомитися з правилами складання промтів для чат-ботів. Провести порівняльний аналіз відомих чат-ботів (4 год)	Звіт №2 (0-4 бали)
Лекція 3. Інтелектуальні методи мультиагентної оптимізації 1. Мультиагентні системи. Основні принципи	2	Лекція (з використанням презентації)	Основна: 2, 4-7	Виконати порівняльний аналіз окремих методів ройового інтелекту	Перевірка виконаних завдань,

ройового / колективного інтелекту (swarm intelligence). Класифікація методів ройового інтелекту. 2. Метод PSO та його модифікації. Метод мурашиних колоній. Метод кажанів. Метод сірих вовків.				(4 год)	дискусія
Лабораторне заняття 3. Реалізація та застосування методів ройового інтелекту 1. Застосування методів ройового інтелекту до розв'язання практичних задач 2. Бібліотека SwarmPackagePy	2	Практична робота	Основна: 2, 4-7	Розв'язування індивідуальних завдань за варіантом. Проаналізувати вплив параметрів методів на точність отриманого результату (4 год)	Звіт №3 (0-4 бали)
Лекція 4. Еволюційний підхід до створення систем ШІ 1. Еволюційні і генетичні алгоритми. 2. Особливості генетичних алгоритмів. Функція пристосованості та її роль. Класичний генетичний алгоритм. Переваги і недоліки генетичних алгоритмів. Застосування генетичних алгоритмів. 3. Особливості еволюційного програмування.	2	Лекція-інформація	Основна: 3-5, 8 Додаткова: 7	Підготувати доповідь та презентацію (4 год)	Перевірка виконаних завдань, дискусія
Лабораторне заняття 4. Реалізація та застосування еволюційних методів 1. Генетичний алгоритм. 2. Метод диференціальної еволюції. 3. Дослідження еволюційних операторів.	2	Практична робота	Основна: 3-5, 8 Додаткова: 7	Розв'язування індивідуальних завдань за варіантом. Дослідити вплив параметрів алгоритмів (4 год)	Звіт №4 (0-4 бали)
Лекція 5. Глибокі нейронні мережі для створення систем ШІ 1. Застосування нейронних мереж. Задачі в комп'ютерному зорі та обробці зображень. Задачі обробки звуку / мови. 2. Штучний нейрон. Функції активації. 3. Штучна нейронна мережа. Глибокі нейронні мережі. Архітектури штучних нейронних мереж.	2	Лекція-дискусія (з використанням презентації)	Основна: 10-13, Додаткова: 1,5	Знайти і проаналізувати приклади застосування нейронних мереж у різних сферах (2 год)	Перевірка виконаних завдань, дискусія
Лабораторне заняття 5. Бібліотеки для глибокого навчання 1. Бібліотеки глибокого навчання (Theano, Tensorflow, Keras). 2. Хмарна платформа Google Colab. 3. Аналіз якості навчання нейронної мережі.	2	Презентація доповідей та їх обговорення	Основна: 10-13, Додаткова: 1,5	Провести порівняльний аналіз бібліотек глибокого навчання (2 год)	Перевірка виконаних завдань та їх обговорення (0-1 бали)
Лекція 6. Повнозв'язні та згорткові нейронні	2	Лекція (з	Основна: 10-	Опрацювати лекційний матеріал	Опитування та

мережі 1. Навчання штучної нейронної мережі. Метод зворотнього поширення похибки Модифікації градієнтного спуску. 2. Історія виникнення згорткових нейромереж. Конкурс ImageNet. Нейронна мережа AlexNet. 3. Операція згортки. Згортковий шар у нейронній мережі. Stride. Padding. Pooling шар.		використанням презентації)	13, Додаткова: 1,5	(2 год)	дискусія Тест №2 (0-2 бали)
Лабораторне заняття 6. Повнозв'язні нейронні мережі 1. Створення нейронних мереж за допомогою Keras і TensorFlow. 2. Збереження і використання навченої нейронної мережі.	2	Практична робота у Google Colab	Основна: 10-13, Додаткова: 1,5	Застосовувати повнозв'язні нейронні мережі для задач комп'ютерного зору. Вміти налаштовувати параметри нейронної мережі. Прийняти участь у змаганні на платформі kaggle.com (6 год)	Звіт №5 (0-4 бали)
Лабораторне заняття 7. Згорткові нейронні мережі 1. Створення і використання згорткових нейронних мереж. 2. TensorBoard: фреймворк візуалізації TensorFlow	2	Практична робота у Google Colab	Основна: 10-13, Додаткова: 1,5	Застосовувати згорткові нейронні мережі для задач комп'ютерного зору. Вміти налаштовувати параметри нейронної мережі. Прийняти участь у змаганні на платформі kaggle.com (6 год)	Звіт №6 (0-4 бали)
Лабораторне заняття 8. Попередньо навчені нейронні мережі 1. Проблема затухання градієнтів. Skip connection. 2. Попередньо навчені нейронні мережі. VGG. ResNet. DenseNet. Inception. GoogleNet. 3. Перенесення навчання (Transfer Learning) 4. Тонке налаштування нейронних мереж (Fine-tuning)	2	Практична робота у Google Colab	Основна: 10-13, Додаткова: 1,5, 6	Застосувати попередньо навчені нейронні мережі для класифікації зображень і провести їх порівняльний аналіз (VGG19, ResNet50, InceptionV3, Xception, DenseNet201, EfficientNetV2B0) (4 год)	Звіт №7 (0-4 бали)
Лабораторне заняття 9. Розширення даних для навчання (Data Augmentation) 1. Завантаження власного набору зображень у TensorFlow і Keras 2. Розширення даних (Data Augmentation)	2	Практична робота у Google Colab	Основна: 10-13, Додаткова: 1, 5	Підготувати власний набір даних визначеної тематики. Прийняти участь у змаганні на платформі kaggle.com (4 год)	Перевірка виконаних завдань та їх обговорення (0-1 бали)
Лабораторне заняття 10. Знаходження об'єктів на зображені (Object Detection)	2	Практична робота у Google	Основна: 10-13,	Виконати знаходження об'єктів на зображенні за допомогою	Звіт №8 (0-4 бали)

1. Постановка задачі. Набори даних. Метрики. 2. Архітектури нейронних мереж для знаходження об'єктів.		Colab	Додаткова: 1, 5	TensorFlow Object Detection API / YOLOv5 / DETR (huggingface.co) (4 год)	
Лекція 7. Рекурентні нейронні мережі для задач обробки природньої мови (Sentiment Analysis) 1. Вступ. Обробка природньої мови (NLP). 2. Представлення тексту у цифровому вигляді. Частотний підхід. One Hot Encoding. TF-IDF. Дистрибутивна семантика. 3. Архітектури нейронних мереж для задач обробки природньої мови (згорткові одновимірні нейронні мережі, рекурентні нейронні мережі, LSTM, GRU).	2	Лекція (з використанням презентації)	Основна: 10-13, Додаткова: 1, 5	Опрацювати лекційний матеріал (2 год)	Опитування та дискусія Тест №3 (0-2 бали)
Лабораторне заняття 11. Рекурентні нейронні мережі 1. Робота з текстовими даними 2. Аналіз тональності тексту за допомогою рекурентної нейронної мережі	2	Практична робота у Google Colab	Основна: 10-13, Додаткова: 1, 5	Застосувати рекурентні нейронні мережі LSTM і GRU для визначення тональності відгуків IMDB Прийняти участь у змаганні на платформі kaggle.com (6 год)	Звіт №9 (0-4 бали)
Лабораторне заняття 12. Генеративно-змагальні мережі (Generative adversarial network, GAN) 1. Генеративно-змагальна мережа. Дискримінатор. Генератор. Навчання GAN. 2. Сфери застосування GAN.	2	Практична робота у Google Colab	Основна: 10-13, Додаткова: 1, 5	Застосувати GAN для генерації зображень (4 год)	Перевірка виконаних завдань та їх обговорення (0-1 бали)
Лабораторне заняття 13. Створення web-додатку з нейронною мережею 1. Бібліотека Streamlit. Розгортання додатку на платформі Heroku. Розгортання додатку у хмарі Streamlit. 2. Використання Hugging Face для розробки інтелектуальних систем.	2	Практична робота з використанням бібліотеки Streamlit	Основна: 10-13, Додаткова: 1, 5	Розробити web-додаток для розв'язання задачі комп'ютерного зору (6 год)	Звіт №10 (0-5 балів)
Модульна контрольна робота	2	Тестування		Повторити навчальний матеріал (4 год)	10 балів
Лекцій	**14**				
Семінарських занять	**0**				
Лабораторних занять	**26**				
Самостійна робота	**80**				

Підсумковий контроль: екзамен		Тестування			**40 балів**

10. Система оцінювання та вимоги

Навчальні досягнення студентів оцінюються за 100-бальною шкалою Університету, чотирибальною шкалою (5 «відмінно», 4 «добре», 3 «задовільно», 2 «незадовільно»), і шкалою оцінок ЄКТС. На поточний контроль відводиться 60 балів, на підсумковий контроль (екзамен) – 40 балів.

Оцінювання поточної успішності студентів на окремих навчальних заняттях та за виконання завдань самостійної роботи визначається диференційовано, відповідно до рівня складності завдань, та встановлюється в межах від 0 до 4 балів. В межах курсу студенти мають виконати 10 звітів з лабораторних робіт, 3 тести і модульну контрольну роботу.

Кількість балів за звіти №1-10 залежить від дотримання таких вимог:

- своєчасність виконання навчальних завдань;
- повний обсяг їх виконання;
- якість виконання навчальних завдань;
- самостійність виконання;
- творчий підхід у виконанні завдань

Виконання модульної контрольної роботи та всіх звітів з лабораторних робіт є обов'язковим. До їх виконання допускаються всі студенти. Студент, який не виконав поточних завдань, не підготувався до лабораторних занять, отримує 0 балів. Поточну заборгованість, пов'язану з непідготовленістю або недостатньою підготовленістю до навчальних занять, студент повинен ліквідувати шляхом виконання у визначений термін завдань, передбачених програмою.

11. Критерії оцінювання успішності навчання

Критерії оцінювання ***поточних завдань***.

Вид роботи (кількість балів)	Критерії оцінювання кожного виду роботи в межах зазначеної кількості балів
Опитування / Перевірка виконаних завдань та їх обговорення (0-1 бали)_	0 балів – студент не опрацював матеріал / не виконав завдання або виконав частково 1 бал – студент виконав завдання / дає обґрунтовані відповіді на теоретичні питання
Виконання лабораторних робіт та їх захист (0-4 бали)	0 балів – студент не виконав лабораторної роботи 1 бал – студент демонструє мінімальний рівень досягнення запланованої частини результату навчання при виконанні практичних завдань лабораторної роботи; 2 бали – досягнення запланованого результату лабораторної роботи на достатньому рівні, повне

	репродуктивне відтворення зразків та виконання дослідницької частини із незначними неточностями; 3 бали – завдання лабораторної роботи виконано у повному обсязі; 4 бали – всі завдання лабораторної роботи виконано вірно і роботу захищено
Виконання тестів (0-2 бали)	0 балів – менше 30% правильних відповідей; 1 бал – більше 60% правильних відповідей; 2 бали – більше 90% правильних відповідей;

Критерії оцінювання ***модульної контрольної роботи***.

Модульна контрольна робота містить 20 тестових завдань, кожне з яких оцінюється у 0,5 бали.

Завданням ***підсумкового контролю*** (екзамену) є комплексна діагностика результатів навчання, глибини засвоєння студентом програмного матеріалу з навчальної дисципліни, логіки та взаємозв'язків між окремими його змістовими модулями, здатності до творчого використання набутих знань.

Екзамен проводиться у формі тестування, яке містить завдання двох рівнів. Частина А містить 20 завдань (А1-А20). До кожного з них подано 4 варіанти відповідей, з яких лише один вірний. Кожне завдання цієї частини оцінюється в 1 бал. Частина В містить 10 більш складних завдань (В1-В10). Завдання даної частини є питаннями відкритого типу і оцінюються в 2 бали. Бали, отримані за всі виконані завдання, підсумуються. За екзаменаційну роботу можна отримати 40 балів.

Список рекомендованої літератури / інтернет-ресурси / нормативні документи

Основна

1. Савченко А.С., Синельніков О.О. Методи та системи штучного інтелекту: навч. посібн. К.: НАУ, 2017. – 190 с.
2. Лубко Д.В., Шаров С.В. Методи та системи штучного інтелекту: навч. посіб. – Мелітополь: ФОП Однорог Т.В., 2019. – 264 с.
3. Субботін С.О. Подання та обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 341 с.
4. Субботін С. О., Олійник А. О., Олійник О. О. Неітеративні, еволюційні та мультиагентні методи синтезу нечітко логічних і нейромережних моделей: монографія. Запоріжжя: ЗНТУ, 2009. 375 с.
5. Скобцов Ю.А., Федоров Е.Е. Метаэвристики: монография / Ю.А. Скобцов, Е.Е. Федоров. – Донецк: Изд-во «Ноулидж» (Донецкое отделение), 2013. – 426 с.
6. Xin-She Yang Nature-Inspired Metaheuristic Algorithms (First Edition). – Luniver Press, 2008. – 128 p.
7. George Lindfield John Penny Introduction to Nature-Inspired Optimization. – 1st Edition - August 10, 2017. – 256 p.
8. Олійник А. О. Еволюційні обчислення та програмування: Навчальний посібник / А. О. Олійник, С. О. Субботін, О. О. Олійник. – Запоріжжя : ЗНТУ, 2010. – 324 с.
9. Джоши П. Искусственный интеллект с примерами на Python / Пратик Джоши ; пер. с англ. – СПб. : ООО "Диалектика", 2019. – 448 с.
10. Ришал Харбанс Грокаем алгоритмы искусственного интеллекта. – СПб.: Питер, 2023. – 368 с.

11. Рашка С. Python и машинное обучение: машинное и глубокое обучение с использованием Python, scikit-learn и TensorFlow 2 / Себастьян Рашка, Вахид Мирджалили ; пер. с англ. – 3-е изд. – СПб. : ООО "Диалектика", 2020. – 848 с.
12. Francois Chollet Deep Learning with Python, First Edition, 2017. – 384 p.
13. Субботін С.О. Нейронні мережі: теорія та практика: навч. посіб. Житомир: «О.О. Євенок», 2020. 184 с.
14. Іванченко Г. Ф. Системи штучного інтелекту: навч. посібн. К., 2011. 382 с.

Додаткова

1. Жерон О. Прикладное машинное обучение с помощью Scikit-Learn и TensorFlow: концепции, инструменты и техники для создания интеллектуальных систем / Орельен Жерон ; пер. с англ. – СпБ.: ООО «Альфа-книга»: 2018. – 688 с.
2. Флах П. Машинное обучение. Наука и искусство построения алгоритмов, которые извлекают знания из данных / П. Флах ; пер. с англ. – М.: ДМК Пресс, 2015. – 400 с.
3. Коэльо Л. П. Построение снстем машишюго обучения на языке Python / Луис Педро Коэльо, Вилли Ричарт ; пер. с англ. Слинют А. А. – 2-е изд. – М.: ДМК Пресс, 2016. – 302 с.
4. Харченко В. О. Основи машинного навчання : навч. посіб. / В. О. Харченко. – Суми : Сумський державний університет, 2023. – 264 с.
5. Паттерсон Дж., Гибсон А. Глубокое обучение с точки зрения практика / пер. с анг. А. А. Слинкина. – М.: ДМК Пресс, 2018. – 418 с.
6. Красношлик Н. О., Гонтаренко Я.О. Використання нейронних мереж для розпізнавання дій людини по відео // Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: Прикладна математика. Інформатика. – 2019. – Вип. № 2. – С. 59-72.
7. Красношлик, Н. О.,Черкас Д. В. Дослідження генетичних алгоритмів розв'язування задач оптимізації // Вісник Черкаського національного університету імені Богдана Хмельницького. Серія: Прикладна математика. Інформатика. – 2019. – Вип. № 2. – С. 34-43.

Інтернет-ресурси:

1. Kaggle : платформа для організації конкурсів з дослідження даних, а також соціальна мережа фахівців з обробки даних та машинного навчання [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://www.kaggle.com/
2. Освітній серіал "ChatGPT для підвищення власної ефективності": https://osvita.diia.gov.ua/courses/chatgpt-for-personal-effectiveness.
3. Курс "Початок роботи з ChatGPT" на платформі prometheus.org.ua: https://apps.prometheus.org.ua/learning/course/course-v1:Prometheus+GPT101+2023_T1/home.
4. Основи AI : навчальний курс від Google: https://rsvp.withgoogle.com/events/ai-basics_2023/home