


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

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Декан факультету комп'ютерних
інформаційних технологій


Ігор ЯКИМЕНКО

2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Проректор з
науково-педагогічної роботи


Віктор ОСТРОВЕРХОВ

2024 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ:

Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх
технологій


Святослав ПИТЕЛЬ

2024 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «Обчислювальний інтелект»

ступінь вищої освіти – магістр


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.)	Практичні заняття (год.)	ІРС (год.)	Тренінг (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Залік. (сем.)
Денна	1	2	32	14	5	6	93	150	2
Заочна	1	2,3	8	4	-	-	138	150	3

30.08.2024


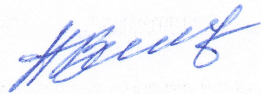
Тернопіль – ЗУНУ
2024

Робоча програма складена на основі освітньо-професійної програми підготовки магістрів галузі знань 12 «Інформаційні технології» спеціальності 122 «Комп'ютерні науки», затвердженої Вченою радою ЗУНУ (протокол № 11 від 26.06.2024 р.).

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

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри інформаційно-обчислювальних систем і управління, протокол №1 від 27 серпня 2024р.

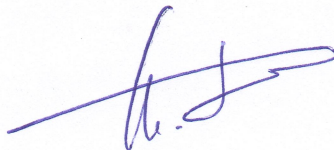
В.о. завідувача кафедри,
канд. техн. наук, доцент



Надія ВАСИЛЬКІВ

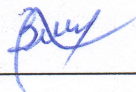
Розглянуто та схвалено групою забезпечення спеціальності 122 «Комп'ютерні науки» (протокол № 1 від 30 серпня 2024 р.)

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



Мирослав КОМАР

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



Діана ЗАГОРОДНЯ

**СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ ІНТЕЛЕКТ»**

**1. ОПИС ДИСЦИПЛІНИ
«ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ ІНТЕЛЕКТ»**

Дисципліна «Обчислювальний інтелект»	Галузь знань, спеціальність, СВО	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – 4	Галузь знань – 12 “Інформаційні технології”	Статус дисципліни: обов’язкова дисципліна циклу професійної підготовки Мова навчання: Українська
Кількість залікових модулів – 4	Спеціальність – 122 «Комп’ютерні науки»	Рік підготовки: 1 Семестр: <i>Денна</i> – 2 <i>Заочна</i> – 2,3
Кількість змістових модулів – 5	Освітньо-професійна програма «Комп’ютерні науки»	Лекції: <i>Денна</i> – 32 год. <i>Заочна</i> – 8 год. Практичні заняття: <i>Денна</i> – 14 год. <i>Заочна</i> – 4 год.
Загальна кількість годин – 150	Ступінь вищої освіти – магістр	Самостійна робота: <i>Денна</i> – 93 год., <i>Заочна</i> – 138 год. Тренінг: <i>Денна</i> – 6 год. Індивідуальна робота: <i>Денна</i> – 5 год.
Тижневих годин – 10 год., з них аудиторних – 3 год.		Вид підсумкового контролю – екзамен

2. МЕТА Й ЗАВДАННЯ ДИСЦИПЛІНИ «ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ ІНТЕЛЕКТ»

2.1. Мета дисципліни

Мета дисципліни – знайомство з обчислювальними методами реалізації штучного інтелекту, інтелектуальним аналізом даних, машинним навчанням, прийомами їх розробки і застосування до рішення практичних завдань; складання програмних модулів, що реалізують класичні методи машинного навчання, нейронні мережі, еволюційні алгоритми, нечіткі системи, колективний інтелект; освоєння способів гібридизації різних методів обчислювального інтелекту, як між собою, так і з використанням традиційних методів аналізу даних і оптимізації

2.2. Завдання дисципліни:

Завдання навчальної дисципліни «Обчислювальний інтелект» – надання студентам комплексу знань, умінь та навичок на рівні новітніх досягнень у реалізації обчислень штучного інтелекту при розв'язуванні інтелектуальних задач, створенні та використанні сучасних програмних систем, а також ознайомлення студентів з основними принципами по розробці і застосуванню методів обчислювального інтелекту для класифікації, розпізнаванні, ідентифікації, оптимізації чи кластеризації в умовах невизначеності, володіти знаннями щодо аналізу якості розв'язків та вибору кращих алгоритмів у поведінкових системах прийняття рішень.

2.3. Найменування та опис компетентностей, формування яких забезпечує вивчення дисципліни:

СК01. Усвідомлення теоретичних засад комп'ютерних наук.

СК02. Здатність формалізувати предметну область певного проєкту у вигляді відповідної інформаційної моделі.

СК03. Здатність використовувати математичні методи для аналізу формалізованих моделей предметної області

СК06. Здатність застосовувати існуючі і розробляти нові алгоритми розв'язування задач у галузі комп'ютерних наук

СК09. Здатність розробляти та адмініструвати бази даних та знань.

СК14. Здатність вирішувати складні задачі обробки даних з використанням методів та засобів інтелектуального аналізу даних.

СК15. Здатність застосовувати технології штучного інтелекту як засобу проведення цифрових трансформацій у різних галузях професійної діяльності.

2.4. Передумови для вивчення дисципліни

Для засвоєння дисципліни студентам необхідні знання і навички, отриманні при вивченні наступних дисциплін: «Методологія наукових досліджень», «Обробка інформації та аналітика даних», «Методи та засоби підтримки прийняття рішень», «Управління проєктами: концепції та фази», «Цифрова трансформація».

2.5. Результати навчання:

PH11. Створювати нові алгоритми розв'язування задач у сфері комп'ютерних наук, оцінювати їх ефективність та обмеження на їх застосування.

PH12. Проектувати та супроводжувати бази даних та знань

PH16. Виконувати дослідження у сфері комп'ютерних наук.

PH18. Збирати, формалізувати, систематизувати і аналізувати потреби та вимоги до інформаційної або комп'ютерної системи, що розробляється, експлуатується чи супроводжується.

PH22. Володіти технологіями застосування даних для задач обчислювального інтелекту з використанням інтелектуальних агентів, машинного навчання, алгоритмів колективного інтелекту, нечіткої логіки та еволюційних алгоритмів.

PH23. Володіти широким спектром засобів обчислювального інтелекту для здійснення цифрових трансформацій із використанням технологій Інтернету речей, аналізу великих даних, інтелектуальної робототехніки, хмарних обчислень та ін.

3. ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ «ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ ІНТЕЛЕКТ»

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Основи обчислювального інтелекту

Тема 1. Поняття обчислювального інтелекту та його місце у штучному інтелекті.

Позиції штучного інтелекту у науках про дані. Термінологія та властивості інтелектуальних систем, взаємозв'язок між засобами штучного інтелекту у вирішенні складних задач. Визначення та відмінність між обчислювальним та штучним інтелектом. Історія розвитку обчислювального інтелекту, роль четвертої індустріальної революції та діджіталізації. П'ять основних принципів роботи обчислювального інтелекту.

Тема 2. Загальні принципи машинного навчання. Регресія у машинному навчанні

Типи систем машинного навчання. Проблеми машинного навчання. Налаштування параметрів і підбір моделей. Лінійні регресії. Представлення нелінійності поліноміальними моделями. Зменшення регресії з допомогою регуляризації. Зменшення кількості признаков з допомогою Lasso-регресії.

Тема 3. Алгоритми машинного навчання із вчителем

Аналіз KNeighborsClassifier. Метод опорних векторів (support vector machines, SVM).

Тема 4. Кластеризація

Кластеризація k-середніх. Агломеративна кластеризація. Ієрархічна кластеризація та дендрограми. DBSCAN. Порівняння і оцінка якості алгоритмів кластеризації.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Еволюційне моделювання та генетичні

алгоритми

Тема 5. Теоретичні основи та компоненти генетичних алгоритмів

Загальна схема, основні механізми та властивості. Переваги та обмеження генетичних алгоритмів. Генерування початкової популяції. Методи селекції. Методи схрещування (рекомбінації). Методи мутації

Тема 6. Різновиди генетичних алгоритмів

Канонічний генетичний алгоритм. Генітор. Метод перервної рівноваги. Гібридний алгоритм. ГА з фіксованим розміром популяції.

Тема 7. Модернізація генетичних алгоритмів.

Адаптація параметрів генетичних алгоритмів. Способи покращення механізмів кросинговеру, мутацій і селекції.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Штучні нейронні мережі

Тема 8. Основні поняття та концепції штучних нейронних мереж; огляд можливостей.

Штучна аналогія біологічним нейронним мережам. Персептрон. Багатошарова Класична нейронна мережа з прямими зв'язками.

Тема 9. Навчання нейронних мереж.

Поширення сигналів у нейронній мережі. Правила навчання штучних нейронних мереж. Алгоритм зворотного поширення помилки (backpropagation). Розв'язок задач класифікації та прогнозування.

Тема 10. Глибокі нейронні мережі.

Особливості архітектури глибоких нейронних мереж. Згорткові нейронні мережі CNN. Рекурентні нейронні мережі RNN. Технологія transfer learning.

Тема 11. Фреймворки для застосувань глибоких нейронних мереж.

Порівняння фреймворків для глибокого навчання: TensorFlow, PyTorch, Keras, MXNet, Microsoft Cognitive Toolkit, Caffe, etc. Обробка даних із допомогою TensorFlow. Реалізація згорткових нейронних мереж із використанням Keras.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. Системи з нечіткою логікою

Тема 12. Нечітка логіка

Напрями досліджень нечіткої логіки. Математичні основи. Символічна нечітка логіка. Теорія наближених обчислень. Нечітка логіка та нейронні мережі.

Тема 13. Нечітке управління

Приклади нечіткої логіки. Функції приналежності. Нечітке управління. Аксиоми нечіткої логіки. Переваги нечіткої логіки. Приклад використання нечіткої логіки.

ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 5. Алгоритми колективної поведінки

Тема 14. Ройовий інтелект

Основні аспекти ройових алгоритмів. Параметри ройових алгоритмів. Моделі поведінки роїв. Штучний інтелект роїв.

Тема 15. Основи мурашиних алгоритмів

Основні мурашкові системи. Природня мотивація та параметри мурашкових алгоритмів. Початкова популяція. Феромони та переміщення мурах. Приклад ітерації в задачах оптимізації.

4. СТРУКТУРА ЗАЛІКОВОГО КРЕДИТУ ДИСЦИПЛІНИ «ОБЧИСЛЮВАЛЬНИЙ ІНТЕЛЕКТ»

Денна форма навчання

Тема заняття	Кількість годин					
	Лек.	Прак.	Індв. роб.	Тренінг	СРС	Контрольні заходи
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Основи обчислювального інтелекту						
Тема 1. Поняття обчислювального інтелекту та його місце у штучн. інт.	2		1	1	6	Опитування під час заняття
Тема 2. Загальні принципи машинного навчання. Регресія у машин. навчанні.	2	1			6	Опитування під час заняття
Тема 3. Алгоритми машинного навчання із вчителем.	2	2			6	Опитування під час заняття
Тема 4. Кластеризація.	2	2			5	Опитування під час заняття
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Еволюційне моделювання та генетичні алгоритми						
Тема 5. Теоретичні основи та компоненти генетичних алгоритмів.	2	1	1	1	6	Опитування під час заняття
Тема 6. Різновиди генетичних алгоритмів.	2				6	Опитування під час заняття
Тема 7. Модернізація генетичних алгоритмів.	2	1			6	Опитування під час заняття
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Сучасні методи та засоби аналітики даних						
Тема 8. Основні поняття та концепції штучних нейронних мереж.	4	1	1	2	6	Опитування під час заняття
Тема 9. Навчання нейронних мереж.	2	1			8	Опитування під час заняття
Тема 10. Глибокі нейронні мережі.	2	1			6	Опитування під час заняття
Тема 11. Фреймворки для застосувань глибоких нейронних мереж.	2	1			8	Опитування під час заняття
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. Системи з нечіткою логікою						
Тема 12. Нечітка логіка.	2	1	1	1	6	Опитування під час заняття
Тема 13. Нечітке управління.	2	1			6	Опитування під час заняття
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 5. Алгоритми колективної поведінки						
Тема 14. Ройовий інтелект.	2		1	1	6	Опитування під час заняття
Тема 15. Основи мурашиних алгоритмів.	2	1			6	Опитування під час заняття
Всього	32	14	5	6	93	

Заочна форма навчання

Тема заняття	Кількість годин		
	Лек.	Прак.	СРС
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1. Основи обчислювального інтелекту			
Тема 1. Поняття обчислювального інтелекту та його місце у штучн. інт.	2	2	8
Тема 2. Загальні принципи машинного навчання. Регресія у машин. навчанні			8
Тема 3. Алгоритми машинного навчання із вчителем			8
Тема 4. Кластеризація			8
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2. Еволюційне моделювання та генетичні алгоритми			
Тема 5. Теоретичні основи та компоненти генетичних алгоритмів	2	–	10
Тема 6. Різновиди генетичних алгоритмів			10
Тема 7. Модернізація генетичних алгоритмів.			10
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3. Сучасні методи та засоби аналітики даних			
Тема 8. Основні поняття та концепції штучних нейронних мереж;	2	2	10
Тема 9. Навчання нейронних мереж.			10
Тема 10. Глибокі нейронні мережі.			10
Тема 11. Фреймворки для застосувань глибоких нейронних мереж.			10
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 4. Системи з нечіткою логікою			
Тема 12. Нечітка логіка	1	-	8
Тема 13. Нечітке управління			8
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 5. Алгоритми колективної поведінки			
Тема 14. Ройовий інтелект	1	-	10
Тема 15. Основи мурашиних алгоритмів			10
Всього	8	4	138

5. ТЕМАТИКА ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

Практичне заняття №1

Тема: Python – початок роботи

Мета: Навчитися основам мови програмування Python.

Питання для обговорення:

1. Робота з бібліотеками.
2. Операції з векторами, таблицями графіками.
3. Практичне розв'язання задач мови програмування Python.
4. Візуалізація даних.
5. Формулювання завдання і підготовка даних.
6. Практичне розв'язання задач засобами Python.

Практичне заняття №2

Тема: Дослідницький аналіз даних у Python.

Мета: Навчитися розробляти модель в Python.

Питання для обговорення:

1. Збереження і та визначення контрольної точки

2. Вивчення нашого набору даних
3. Видалення неактуальних стовпців
4. перейменування стовпців
5. Видалення повторюваних рядків
6. Видалення пропущених або нульових значень.
7. виявлення викидів
8. Візуалізація даних

Практичне заняття №3

Тема: KNN-класифікація та регресія

Мета: Навчитися розробляти кластеризаційні моделі в Python.

Питання для обговорення:

1. Реалізація KNN-класифікатора на Python
2. Реалізація KNN-регресора на Python

Практичне заняття №4

Тема: Класифікація: дерева рішень і метод найближчих сусідів.

Мета: Навчитися розробляти класифікаційні моделі в Python.

Питання для обговорення:

1. Алгоритм побудови дерева
2. Формування набору даних для навчання і перевірки
3. Визначення показників ефективності
4. Візуалізація окремого дерева рішень

Практичне заняття №5

Тема: Кластеризація

Мета: Навчитися розробляти кластеризаційні моделі в Python.

Питання для обговорення:

3. Кластеризація k-середніх
4. Ієрархічна кластеризація
5. DBSCAN
6. OPTICS

Практичне заняття №6

Тема: Нейронні мережі.

Мета: Навчитися розпізнавати аналіз цифр, які зображають пікселі на зображенні в Python.

Питання для обговорення:

1. База даних MNIST
2. Масштабування даних
3. Створення тестів та навчальних наборів даних
4. Налаштування вихідного шару
5. Створення нейронної мережі
6. Оцінка точності моделі

Практичне заняття №7

Тема: Нечіткі системи управління.

Мета: Навчитися створювати нечітку систему управління, яка моделює, залишені чайові в ресторанах Python.

Питання для обговорення:

1. Нечіткі правила
2. Створення та моделювання системи управління
3. Застосування правил
4. Агрегування правил

Практичне заняття №8

Тема: Безперервний генетичний алгоритм.

Мета: Навчитися розробляти безперервний генетичний алгоритм покоління для 8 особин в Python.

Питання для обговорення:

1. Створення початкової популяції
2. Фітнес-функція з одним параметром
3. Функції вибору
4. Парування і спаровування
5. Випадкова мутація
6. Створення наступного покоління
7. Критерії припинення створення популяції

6. Самостійна робота.

Самостійна робота студентів з дисципліни «Обчислювальний інтелект» передбачає роботу над розширеним завданням, що охоплює вивчення матеріалів обраної теми, представлення способів розв'язку практичної задачі та програмної реалізації. Тема завдання обирається студентом за погодженням із викладачем. Нижче зазначено пропонований перелік тем. Результати виконання проекту оформляються студентами у вигляді звіту, що представляється викладачу до захисту у визначені терміни. Захист повинен супроводжуватись демонстрацією із використанням технічних засобів.

Оцінювання проекту виконується комплексно із врахуванням наступних критеріїв: глибина дослідження та аналізу теми, спосіб розв'язання, якість коду, ефективність рішення та тестування.

Варіанти тем виконання самостійної роботи

1. Реалізація лінійної регресії для прогнозування ціни на житло на основі набору даних з кількома ознаками (розмір будинку, кількість кімнат тощо).
2. Розробка моделі класифікації для розпізнавання рукописних цифр з використанням нейронної мережі (набір даних MNIST).
3. Проведення кластеризації методом K-середніх для групування клієнтів магазину на основі їх купівельної поведінки.
4. Реалізація дерева рішень для класифікації видів квітів з набору даних Iris.
5. Програмування нейронної мережі з використанням TensorFlow або PyTorch для розпізнавання зображень тварин.
6. Класифікація тексту (позитивний/негативний) за допомогою методів обробки природної мови (NLP) та алгоритму наївного Байеса.

7. Створення системи рекомендацій фільмів на основі історії переглядів користувачів, використовуючи методи колаборативної фільтрації.
8. Реалізація алгоритму К-найближчих сусідів (KNN) для класифікації пацієнтів за їх медичними показниками.
9. Використання методів регуляризації (L1, L2) для покращення узагальнюючої здатності моделі лінійної регресії.
10. Створення програми для аналізу почуттів (Sentiment Analysis) на основі текстових даних з Twitter або інших соціальних мереж.
11. Навчання моделі з підкріпленням на прикладі гри Tic-Tac-Toe або "Змійка".
12. Класифікація зображень за допомогою згорткової нейронної мережі (CNN) на наборі даних CIFAR-10.
13. Побудова моделі прогнозування відтоку клієнтів для телекомунікаційної компанії з використанням логістичної регресії.
14. Застосування методу головних компонент (PCA) для зменшення вимірності набору даних та візуалізації кластерів.
15. Реалізація алгоритму генетичних алгоритмів для вирішення задачі оптимізації (наприклад, задача про рюкзак).
16. Проведення крос-валідації для оцінки точності моделі на різних піднаборах даних.
17. Реалізація алгоритму градієнтного спуску для мінімізації функції втрат у задачі регресії.
18. Аналіз великого набору даних (Big Data) за допомогою бібліотеки pandas та візуалізація результатів з matplotlib.
19. Реалізація моделі передбачення цін на акції за допомогою моделей часового ряду (наприклад, ARIMA або LSTM).
20. Обробка зображень з OpenCV та створення простого детектора об'єктів на основі згорткових мереж.
21. Застосування алгоритму DBSCAN для кластеризації набору даних з нерівномірними кластерами.
22. Реалізація багатошарової перцептронної мережі (MLP) для класифікації даних на основі набору даних про серцево-судинні захворювання.
23. Розробка простого чат-бота для відповіді на питання користувачів за допомогою NLTK або spaCy.
24. Програмування агентів у середовищі OpenAI Gym для розв'язання задач навчання з підкріпленням.
25. Побудова моделі на основі рішення випадкових лісів (Random Forests) для класифікації даних медичних досліджень.

7. Тренінг з дисципліни

Організація тренінгу для студентів з дисципліни "Обчислювальний інтелект" представляє ефективний спосіб для практичного засвоєння матеріалу. Мета тренінгу передбачає отримання студентами навичок та знань, що забезпечується виконання наступних завдань:

1. розуміння та застосування конкретного алгоритму штучного інтелекту.

2. вивчення програмних середовищ та бібліотек для ШІ (наприклад, Jupyter Notebook, Google Colab, TensorFlow, PyTorch та ін.).
3. практична робота із наборами реальних даних (Kaggle, UCI Machine Learning Repository).

Тренінг проводиться в кілька етапів:

1: Вступна частина

- Ознайомлення студентів з темою, цілями тренінгу та базовими концепціями.
- Демонстрація реальних прикладів використання ШІ в різних сферах (бізнес, медицина, робототехніка).

2: Практична частина

- Виконання студентами практичного завдання із використанням інструментальних засобів штучного інтелекту на основі варіанту завдань та представлених викладачем інструкцій.

3. Формування звіту та обговорення результатів, проведення оцінювання.

Варіанти завдань:

1. Збір та завантаження даних: основні джерела даних для ШІ та ML
 - Огляд популярних платформ для завантаження наборів даних (Kaggle, UCI Machine Learning Repository, Google Dataset Search).
 - Завантаження даних з цих платформ і підготовка їх до аналізу.
2. Попередня обробка даних (Data Preprocessing)
 - Очищення даних: обробка пропущених значень, видалення дублікатів.
 - Нормалізація та стандартизація даних.
 - Перетворення категоріальних даних у числові (One-Hot Encoding).
3. Аналіз та візуалізація даних
 - Огляд та аналіз структури даних (описова статистика, кореляції).
 - Візуалізація даних за допомогою бібліотек Matplotlib та Seaborn.
 - Побудова діаграм для виявлення взаємозв'язків між змінними.
4. Розділення даних на навчальну та тестову вибірки
 - Різні методи розділення даних: просте розбиття та крос-валідація.
 - Балансування даних у вибірках для уникнення перекосів.
5. Обробка текстових даних (NLP)
 - Очищення текстових даних: видалення стоп-слів, пунктуації, перетворення в нижній регістр.
 - Токенізація та стемінг (lemmatization).
 - Перетворення тексту в числовий формат за допомогою TF-IDF або Word2Vec.
6. Обробка зображень: підготовка до аналізу
 - Зміна розміру, кольору та інших характеристик зображень.
 - Аугментація зображень (перетворення для збільшення варіацій).

- Побудова матриць пікселів для аналізу за допомогою машинного навчання.
- 7. Зменшення вимірності даних
 - Використання PCA (метод головних компонент) для спрощення великих наборів даних.
 - Аналіз впливу зменшення вимірності на ефективність моделей.
- 8. Вибір ознак (Feature Selection)
 - Методи вибору найбільш важливих ознак (кореляція, Chi-Squared тест, LASSO).
 - Використання вибору ознак для поліпшення продуктивності моделей.
- 9. Робота з великими наборами даних (Big Data)
 - Паралельна обробка великих обсягів даних за допомогою Dask або PySpark.
 - Оптимізація завантаження та обробки великих наборів даних для швидшого аналізу.
- 10. Інструменти для роботи з даними: pandas та NumPy
 - Основні функції бібліотек pandas та NumPy для маніпуляції з даними.
 - Побудова та фільтрація датафреймів, групування даних, обчислення статистичних показників.
- 11. Основи нейронних мереж: перцептрон та багатошарові перцептрони (MLP)
 - Архітектура перцептронів та багатошарових нейронних мереж.
 - Активаційні функції (ReLU, Sigmoid, Tanh) та їх вплив на навчання мереж.
- 12. Алгоритми навчання нейронних мереж: градієнтний спуск
 - Принципи градієнтного спуску та його варіації (стохастичний, пакетний).
 - Проблеми з плато та вибір навчального кроку (learning rate).
- 13. Регуляризація нейронних мереж
 - L1 та L2 регуляризації для запобігання перенавчанню.
 - Метод Dropout: випадкове вимикання нейронів під час навчання.
- 14. Нормалізація та прискорення навчання (Batch Normalization)
 - Принципи роботи batch normalization та його вплив на прискорення конвергенції.
 - Нормалізація даних між шарами для стабільного навчання.
- 15. Згорткові нейронні мережі (CNN) для аналізу зображень
 - Архітектура CNN: згорткові шари, pooling, padding.
 - Застосування CNN у комп'ютерному зорі: розпізнавання об'єктів та класифікація зображень.
- 16. Передавальне навчання (Transfer Learning)
 - Використання попередньо навчених моделей для нових задач.
 - Адаптація моделей ResNet, VGG, Inception до нових наборів

- даних.
17. Мережі з довгою короткочасною пам'яттю (LSTM) для аналізу послідовностей
 - Архітектура LSTM: комірки пам'яті та механізми забування.
 - Використання LSTM для аналізу часових рядів та текстових даних.
 18. Глибокі згорткові нейронні мережі (Deep CNN)
 - Побудова багатопарових CNN для складних задач комп'ютерного зору.
 - Використання шкіл ResNet та DenseNet для навчання глибоких моделей.
 19. Архітектура рекурентних нейронних мереж (RNN)
 - Базові принципи роботи RNN.
 - Використання RNN для обробки послідовностей: аналіз тексту, машинний переклад, генерація мови.
 20. Автокодері (Autoencoders) для навчання без нагляду
 - Структура автокодерів та їх застосування для стискування даних.
 - Виявлення аномалій та виділення ознак за допомогою автокодерів.
 21. Генеративно-змагальні мережі (GAN)
 - Архітектура GAN: взаємодія генератора та дискримінатора.
 - Застосування GAN для генерації зображень, аудіо та відео.
 22. Проблема зникання та вибухання градієнтів у глибоких нейронних мережах
 - Проблеми, що виникають у процесі навчання дуже глибоких мереж.
 - Методи їх подолання, зокрема використання спеціальних активаційних функцій.
 23. Сегментація зображень з використанням U-Net
 - Архітектура U-Net для сегментації медичних та інших зображень.
 - Застосування сегментації для виділення об'єктів на зображеннях.
 24. Мережі з увагою (Attention Mechanisms) та трансформери
 - Принципи роботи механізмів уваги для виділення ключової інформації у послідовностях.
 - Використання трансформерів для розв'язання задач обробки природної мови (BERT, GPT).
 25. Оптимізатори для навчання нейронних мереж: Adam, RMSProp та інші
 - Порівняння різних оптимізаторів: SGD, Adam, RMSProp.
 - Вибір оптимізатора залежно від задачі та структури нейронної мережі.

8. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю.

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Обчислювальний інтелект» визначається як середньозважена величина, залежно від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

Модуль 1		Модуль 2	Модуль 3
40%	40%	5%	15%
Поточне оцінювання	Модульний контроль	Тренінг	Самостійна робота
Оцінка визначається як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час практичних занять (від 4 до 7 оцінок).	15 тестових завдань	Оцінювання тренінгового завдання (три завдання)	Виконання завдання для самостійної роботи

Оцінка за «Поточне оцінювання» визначається як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час практичних занять. Пропуски практичних занять обов'язково відпрацьовуються в години консультацій, в іншому випадку вони вважаються оцінкою «0» та враховуються при визначенні середнього арифметичного. Для здобувачів, які навчаються за індивідуальним графіком, поточне оцінювання проводиться під час консультацій, та шляхом виконання лабораторних робіт та демонстрації їх в системі Moodle.

Модуль «Тренінг» визначається як середнє арифметичне з оцінок, отриманих під час тренінгу.

Модуль «Самостійна робота» оцінюється як середнє арифметичне з двох оцінок, отриманих під час виконання наскрізного проекту: за якість виконаного звіту виконаного завдання та рівень представлення і захисту результатів, відповідно до критеріїв, визначених у розділі 6 «Самостійна робота» цієї робочої програми.

Шкала оцінювання:

За шкалою Університет	За національною	За шкалою ECT8
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)
1-34		F (незадовільно з обов'язковим повторним)

9. ІНСТРУМЕНТИ, ОБЛАДНАННЯ ТА ПРОГРАМНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ, ВИКОРИСТАННЯ ЯКИХ ПЕРЕДБАЧАЄ НАВЧАЛЬНА ДИСЦИПЛІНА

№	Найменування
1.	Мультимедійне обладнання
2.	Комп'ютери з доступом до мережі Інтернет

3.	Jupyter Notebook, Jupyter Lab, Spider
5.	Python
6.	Фреймворк, що реалізують алгоритми глибокого навчання – TensorFlow, Keras

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 [Accessed 28 Jul. 2019].
11. "Nicolas Rashevsky", En.wikipedia.org, 2019. [Online]. Available: 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. [Accessed: 31- Jul- 2019].
13. "Manchester Mark 1", En.wikipedia.org, 2019. [Online]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Manchester_Mark_1. [Accessed: 31- Jul- 2019].
14. Ian Goodfellow, Yoshua Bengio and Aaron Courville, Deep Learning, 2016, An MIT Press book, 787pp.