

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

ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету комп'ютерних
інформаційних технологій
Ігор ЯКИМЕНКО

“ 29 ” вересня 2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Директор навчально-наукового
інституту новітніх освітніх технологій
Святослав ПИТЕЛЬ

“ 29 ” вересня 2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з науково-
педагогічної роботи
Віктор ОСТРОВЕРХОВ

“ 29 ” вересня 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «Технології глибокого машинного навчання»

ступінь вищої освіти – магістр

галузь знань – F “Інформаційні технології”

спеціальність – F7 “Комп'ютерна інженерія”

освітньо-професійна програма – „Комп'ютерна інженерія”

Кафедра комп'ютерної інженерії

Форма навчання	Курс	Семестр	Лекції (год.)	Практ (год.)	ІРС (год.)	Тренінг (год.)	Самост. робота студ. (год.)	Разом (год.)	Залік сем.)	Екз. (сем.)
Денна	1	2	32	14	5	4	95	150	-	2
Заочна	1	2	8	4	-	-	138	150	-	2

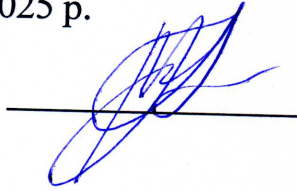
Тернопіль – ЗУНУ
2025

Робочу програму склав к.т.н., доцент кафедри КІ

Олег ПІЦУН

Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії,
протокол №1 від 26 серпня 2025 р.

Завідувач кафедри

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, overlapping loops and strokes, positioned above a horizontal line.

Леся ДУБЧАК

Гарант ОП

A handwritten signature in blue ink, featuring sharp, angular strokes and loops, positioned above a horizontal line.

Григорій МЕЛЬНИК

СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
" Технології глибокого машинного навчання "

1. Опис дисципліни «Технології глибокого машинного навчання»

Дисципліна «Технології глибокого навчання»	Галузь знань, напрям підготовки	Характеристика навчальної дисципліни
Кількість кредитів – <i>Денна – 5,</i> <i>Заочна – 5</i>	Галузь знань – F „Інформаційні технології”	Статус дисципліни – вибіркова Мова навчання – українська
Кількість залікових модулів: 7 семестр – 3 (залік)	Спеціальність – F7 „Комп’ютерна інженерія”	Рік підготовки: <i>Денна - 1</i> <i>Заочна – 1</i> Семестр: <i>Денна – 2</i> <i>Заочна – 2</i>
Кількість змістових модулів <i>Денна – 4</i> <i>Заочна - 4.</i>	Ступінь вищої освіти - магістр	Лекції: <i>Денна - 30 год.,</i> <i>Заочна – 8 год.</i> Лабораторні заняття: <i>Денна - 14 год.</i> <i>Заочна – 4 год.</i>
Загальна кількість годин – <i>Денна – 150 год.,</i> <i>Заочна – 150 год.</i>		Самостійна робота: <i>Денна - 95 год.</i> <i>Заочна – 138 год.</i> Тренінг – 4 год. Індивідуальна робота: <i>Денна - 5 год.</i>
Тижневих годин: <i>Денна: 7 семестр – 8 год.,</i> <i>з них аудиторних – 3 год.</i>		Вид підсумкового контролю <i>Денна:</i> 2 семестр – залік <i>Заочна:</i> 3 семестр – залік

2. Мета й завдання дисципліни

" Технології глибокого машинного навчання "

2.1. Мета вивчення дисципліни

Програма та тематичний план дисципліни орієнтовані на отримання студентами навиків та знань щодо розробки та застосування методів глибокого машинного навчання. Метою вивчення дисципліни "Технології глибокого машинного навчання" є надання студентам теоретичних знань та практичних навичок у галузі глибокого навчання, яке є однією з ключових областей сучасного машинного навчання. Студенти ознайомляться з основними концепціями, методами та алгоритмами глибокого навчання, зокрема нейронними мережами, архітектурами глибокого навчання, а також їх застосуванням у реальних завданнях, таких як обробка зображень.

Студенти вивчають теоретичні та практичні аспекти розробки програмного забезпечення із застосуванням технологій глибокого машинного навчання, зокрема для задач класифікації, генерування та сегментації на основі глибокого машинного навчання.

Вивчення курсу „ Технології глибокого машинного навчання” передбачає наявність систематичних та ґрунтовних знань із суміжних курсів («Сучасні парадигми програмування», «Методи та системи штучного інтелекту», «Інтелектуальний аналіз даних», «Бази і сховища даних»), а також цілеспрямованої роботи на лекційних та лабораторних заняттях, самостійної роботи студентів.

2.2 Завдання вивчення дисципліни

Завдання курсу полягає в ознайомленні студентів з сучасними підходами до розробки програмного забезпечення та використання сучасних елементів глибокого машинного навчання для класифікації та генерування даних.

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

- здатність працювати в команді;
- здатність використовувати сучасні методи і мови програмування для розроблення алгоритмічного та програмного забезпечення;
- здатність створювати прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж;
- здатність формувати архітектури нейронних мереж для реалізації глибокого навчання;
- здатність розробки систем на основі глибокого навчання;
- здатність забезпечувати захист інформації, що обробляється в комп'ютерних та кіберфізичних системах та мережах з метою реалізації встановленої політики інформаційної безпеки.

2.4. Результати навчання

В результаті вивчення дисципліни студенти повинні:

- мати навички проведення експериментів, збирання даних та моделювання в комп'ютерних системах;
- знати новітні технології в галузі штучного інтелекту;
- вміти застосовувати знання для ідентифікації, формулювання і розв'язування технічних задач спеціальності, використовуючи методи, що є найбільш придатними для досягнення поставлених цілей;
- вміти застосовувати знання технічних характеристик, конструктивних особливостей, призначення і правил експлуатації програмно -технічних засобів комп'ютерних систем та мереж для вирішення технічних задач спеціальності;

- вміти розробляти програмне забезпечення на основі елементів глибокого машинного навчання;
- вміти вибирати технології машинного навчання для реалізації конкретних задач;

3. Програма навчальної дисципліни «Технології глибокого машинного навчання»

Змістовий модуль 1. Вступ до машинного навчання

Тема 1. Вступ. Основи машинного навчання.

Історія розвитку машинного навчання. Предметна область застосування елементів машинного навчання. Основні тенденції розвитку машинного навчання. Особливості глибокого навчання.

Література: 1, 2.

Тема 2. Сучасні алгоритми машинного навчання.

Основні алгоритми машинного навчання. Регресія. Support Vector Machines. Дерева рішень. Кластеризація. Нейронні мережі.. Глибоке навчання (Deep Learning). Рекомендаційні системи (Recommender Systems). Методи зниження розмірності (Dimensionality Reduction).

Література: 1, 2.

Тема 3. Засоби розробки систем на основі машинного навчання.

Основні сучасні інструменти та середовища розробки систем на основі машинного навчання. Мови програмування та бібліотеки. Технології Python, Java. Інструменти для обробки та аналізу даних (Pandas, NumPy). Інтегровані середовища розробки (Jupyter Notebook PyCharm).

Література: 3, 4.

Змістовий модуль 2. Згорткові нейронні мережі

Тема 4. Класифікація нейронних мереж.

Загальна характеристика нейронних. Історія розвитку згорткових нейронних мереж для класифікації зображень. Підходи до класифікації зображення. Вимоги до програмного та апаратного забезпечення

Література: 1, 3.

Тема 5. Елементи згорткової нейронної мережі.

Дослідження базових складових згорткової нейронної мережі. Згортка. Субдискретизація. Повнозв'язний шар. Програмні засоби та середовище розробки архітектур згорткових нейронних мереж.

Література: 5, 6.

Змістовий модуль 3. Генеративні нейронні мережі мережі.

Тема 6. Архітектура та принципи роботи генеративно-змагальних мереж (GANs).

Поняття генератор і дискримінатор. Типи типів архітектур GAN. Deep Convolutional GANs (DCGAN). Conditional GANs (cGAN)

Література: 1,2.

Тема 7. Генеративні змагальні мережі.

Функціонування та призначення змагальних нейронних мереж. Автокодувальники та варіаційні автокодувальники. Принципи роботи варіаційних автокодувальників

Література: 2,3.

Тема 8. Глибокі нейронні мережі для стилізації зображень та тексту.

Приклади використання генеративних змагальних мереж. Дослідження стилізаційних нейронних мереж. StyleGAN. Мережі для генерації тексту.

Література: 11

Змістовий модуль 4. U-net мережі для автоматичної сегментації.

Тема 9. Застосування U-net мереж.

Типи U-net мереж. Класифікація. Сегментація. Області застосування нейронних мереж для сегментації. Існуючі архітектури U-net мереж та основні області застосування.

Література: 1, 2, 10.

Тема 10. Поняття декодера та енкодера.

Приклади формування декодера та енкодера для застосування U-net мереж. Робота із зображеннями. Формування навчальної, тестової та валідаційної вибірки для задчі сегментування зображення.

Література: 7.

Тема 11. Сучасні бібліотеки та фреймворки для застосування методів глибинного навчання.

Особливості бібліотеки TensorFlow, використання бібліотек для мови програмування Java DL4J. Python. Засоби розробки систем з елементами машинного навчання на хмарних сервісах.

Література: 7.

4. Структура залікового кредиту дисципліни «Технології глибокого машинного навчання»

(денна форма навчання)

Тема	Кількість годин					
	Лекції	Лабораторні заняття	Самос тійна робота	Індивідуа льна робота	Тренінг	Контрольні заходи
Змістовий модуль 1. Вступ до машинного навчання						
Тема 1. Вступ. Основи машинного навчання	3	1	8	1	1	Поточне опитування
Тема 2. Сучасні алгоритми машинного навчання	2	1	10			
Тема 3. Засоби розробки систем на основі машинного навчання.	3	1	8			
Змістовий модуль 2. Згорткові нейронні мережі						
Тема 4. Класифікація нейронних мереж	3	1	9	1	1	Поточне опитування
Тема 5. Елементи згорткової нейронної мережі	3	2	9			

Змістовий модуль 3. Генеративні нейронні мережі мережі						
Тема 6. Архітектура та принципи роботи генеративно-змагальних мереж (GANs)	3	1	9	2	1	Поточне опитування
Тема 7. Генеративні змагальні мережі	2	1	9			
Тема 8. Глибокі нейронні мережі для стилізації зображень та тексту	3	2	8			
Змістовий модуль 4. U-net мережі для автоматичної сегментації						
Тема 9. Застосування U-net мереж	3	2	9	1	1	Поточне опитування
Тема 10. Поняття декодера та енкодера	2	1	9			
Тема 11. Сучасні бібліотеки та фреймворки для застосування методів глибинного навчання.	3	1	9			
Разом	30	14	95	5	4	

(заочна форма навчання)

Тема	Кількість годин		
	Лекції	Практичні заняття	Самостійна робота
Змістовий модуль 1			
Тема 1. Сучасні алгоритми машинного навчання	1		19
Тема 2. Засоби розробки систем на основі машинного навчання			11
Змістовий модуль 2			
Тема 3. Класифікація нейронних мереж	1	1	19
Тема 4. Елементи згорткової нейронної мережі.			21
Змістовий модуль 3			
Тема 5. Архітектури згорткових нейронних мереж	1	1	11
Тема 6. Методи роботи генеративних змагальних мереж			20
Тема 7. Генеративні змагальні мережі	1		20
Змістовий модуль 4			
Тема 8. Застосування U-net мереж.			17
Разом	4	2	138

5. Тематика практичних занять

Лабораторна робота №1.

Тема: Використання згорткових нейронних мереж для класифікації зображень.

Мета: Навчитись розробляти архітектури згорткових нейронних мереж для класифікації зображень

Питання для обговорення:

1. Класифікація нейронних мереж
2. Шар згортки
3. Субдискретизуючий шар

Література: 1, 2, 8.

Лабораторна робота №2.

Тема: Перетворення аудіо контенту у текст.

Мета: Навчитись розробляти програмні модулі для конвертації аудіо у текстовий формат.

Питання для обговорення:

1. Python, Jupyter Notebook, Kaggle
2. Розпізнавання аудіо
3. Формування тексту

Література: 3, 4.

Лабораторна робота №3.

Тема: Генерування зображень з використанням GAN мереж.

Мета: Навчитись програмно реалізовувати модулі для генерування зображень

Питання для обговорення:

1. види генеративних мереж
2. Основні функції
3. Бібліотеки для розробки GAN мереж

Література: 1, 4, 8.

Лабораторна робота №4.

Тема: Використання U-net мереж для сегментації зображень.

Мета: Навчитись розробляти структури енкодерів та декодерів U-net мереж.

Питання для обговорення:

1. Сегментація зображень
2. Поняття декодера
3. Поняття енкодера

Література: 1,2,4.

6. Організація і проведення тренінгу

Тематика тренінгу: Проектування та практичне застосування алгоритмів глибокого

машинного навчання та розробка власних архітектур згорткових нейронних мереж.

Студенти виконують поставлені завдання для обраної на власний розсуд предметної області (наприклад, медичні зображення, супутникові знімки тощо).

Тренінг охоплює ключові аспекти машинного навчання, поєднуючи теоретичні знання з практичними навичками. Студенти отримують практичні навички роботи з архітектурами нейронних мереж.

Мета тренінгу: забезпечити студентів комплексними теоретичними знаннями та практичними навичками в галузі машинного навчання.

Завдання тренінгу:

1. Вибір предметної області для класифікації на основі глибокого навчання.
2. Вибір мови програмування та налаштування бібліотек і середовища.
3. Формування датасету.
4. Розподіл датасету на навчальну, тестувальну та валідаційну вибірку
5. Тестування існуючих архітектур згорткових нейронних мереж для задачі класифікації AlexNet, LeNet, VGG16.
6. Проектування архітектури згорткової нейронної мережі, модифікація існуючих.
7. Проведення тестування на працездатність розробленої архітектури.

7. Самостійна робота студентів

Для самостійної роботи кожному студенту пропонується виконання вибраного наскрізного проекту. Орієнтовна тематика:

1. Розробка нейронної мережі для розпізнавання облич на зображеннях
Опис: Реалізувати глибоку нейронну мережу для розпізнавання облич на зображеннях, використовуючи архітектури CNN (Convolutional Neural Networks). Можна також розглянути використання технік перенесення навчання.
2. Генеративні змагальні мережі (GAN) для створення зображень
Опис: Розробка генеративної змагальної мережі для створення синтетичних зображень, використовуючи GAN. Можна обрати різні типи зображень або експериментувати з їх стилізацією
3. Посилене навчання для гри в Atari
Опис: Використання алгоритмів посиленого навчання (наприклад, Deep Q-Learning або A3C) для гри в класичні ігри Atari. Можна досліджувати ефективність різних алгоритмів або оптимізаційних методів.
4. Сегментація зображень за допомогою U-Net
Опис: Розробка моделі для сегментації медичних зображень (наприклад, МРТ або рентгенівських знімків) за допомогою архітектури U-Net.
5. Прогнозування часових рядів за допомогою LSTM
Опис: Використання LSTM (Long Short-Term Memory) для прогнозування фінансових або погодних часових рядів. Дослідження впливу гіперпараметрів на точність прогнозу
6. Класифікація тексту за допомогою трансформерів (BERT, GPT)
Опис: Реалізація моделі на основі трансформера для класифікації тексту на теми. Можна використати готові моделі (BERT, GPT) або розробити власну.
7. Розпізнавання рукописного тексту за допомогою CNN-RNN моделей

Опис: Реалізація системи для розпізнавання рукописних символів або слів з використанням поєднання CNN для обробки зображень і RNN для аналізу послідовності символів

8. Детекція об'єктів на відео за допомогою YOLO або Faster R-CNN

Опис: Використання сучасних архітектур для детекції об'єктів на відео, таких як YOLO або Faster R-CNN, з метою створення системи автоматичного виявлення об'єктів у реальному часі

9. Глибоке навчання для виявлення шахрайства в фінансових транзакціях

Опис: Реалізація нейронної мережі для аналізу фінансових даних з метою виявлення аномалій і можливих випадків шахрайства

(заочна форма навчання)

№ п/п	Тематика
1	Генерування зображень з використанням GAN мереж
2	Використання U-net мереж для сегментації зображень.
3	Використання згорткових нейронних мереж для класифікації зображень
4	Елементи згорткової нейронної мережі.
5	Застосування U-net мереж
6	Архітектури згорткових нейронних мереж
7	Методи роботи генеративних змагальних мереж
8	Основи машинного навчання
9	Сучасні бібліотеки та фреймворки для застосування методів глибинного навчання
10	Поняття декодера та енкодера
11	Аналіз середовищ розробки веб - додатків
12	Генерування зображень з використанням GAN мереж
13	Використання U-net мереж для сегментації зображень.
14	Використання згорткових нейронних мереж для класифікації зображень
15	Елементи згорткової нейронної мережі.
16	Застосування U-net мереж

8. Засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання

У навчальному процесі застосовуються: лекції, в тому числі з використанням мультимедіа проєктора та інших ТЗН; лабораторні заняття, обов'язково в комп'ютерній лабораторії; індивідуальні заняття; виконання роботи в Інтернет;

У процесі вивчення дисципліни використовуються такі засоби оцінювання та методи демонстрування результатів навчання:

- поточні опитування;
- модульне тестування;
- презентації результатів виконання завдань та досліджень;
- оцінювання результатів виконання тренінгів;
- оцінювання результатів самостійної роботи;
- залік.

9. Критерії, форми поточного та підсумкового контролю

В процесі вивчення дисципліни «Технології глибокого машинного навчання» використовуються наступні методи оцінювання навчальної роботи студента:

- поточне тестування та опитування;
- підсумкове тестування по кожному змістовому модулю;
- підсумкова оцінка за виконання завдань на тренінгу;

- оцінювання наскрізного проекту у результаті самостійної роботи

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Технології глибокого машинного навчання» визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

7 семестр

Модуль 1		Модуль 2	Модуль 3	Модуль 4
10 %	10 %	5 %	15 %	40%
Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Тренінги	Самостійна робота	Екзамен
Середнє арифметичне за 5 лабораторних роботи	Тестові завдання	Виконання 3 завдань	Виконання наскрізного проекту	2 теоретичних питання по 25 балів = 50 балів, Задача = 50 балів

Модуль 1		Модуль 2	Модуль 3	Модуль 4
10 %	10 %	5 %	15 %	40%
Поточне оцінювання	Модульний контроль 1	Тренінги	Самостійна робота	Екзамен
Середнє арифметичне за 4 лабораторні роботи	Тестові завдання	Виконання 3 завдань	Виконання наскрізного проекту із 4 завдань	2 теоретичних питання по 25 балів = 50 балів, Задача = 50 балів

Оцінка за «Поточне оцінювання» визначається як середнє арифметичне оцінок, отриманих студентом при виконанні лабораторних завдань. Кожне завдання оцінюється за 100 бальною шкалою на основі якості виконання та відповідності поставленим завданням. Бали нараховуються відповідно до таких критеріїв:

- 15 балів – розуміння теоретичних відомостей (розкриття понятійного апарату відповідно до теми лабораторного заняття);
- 25 балів – правильність розв’язування (коректність реалізації, правильний вибір підходу);
- 10 балів – якість виконання (унікальність рішення, стиль програмування, якість програмного коду);

- 10 балів – результативність / тестування (програма видає коректний результат при тестуванні);
- 10 балів – аналіз і висновки (опис отриманих результатів, засоби їх досягнення);
- 30 балів – захист практичної роботи (відповідь на запитання викладача).

Модульний контроль проводиться у формі виконання тестових завдань з однією правильною відповіддю. Тестовий контроль складається з теоретичних питань і одного практичного завдання, що передбачає проведення практичних дій перед вибором варіанту відповіді. Частка виконання практичного завдання становить 40% (40 балів при правильній відповіді) у підсумку. Відповідно частка теоретичної частини складає 60% (60 балів). Максимальний бал за виконання теоретичних питань модульного контролю залежить від середнього арифметичного правильних відповідей (наприклад, якщо тестів 20 і студент відповів на 15 правильно, то результат рівний $15/20 = 0.75$, тобто 75 % від максимально можливого балу).

Підсумкове значення виконання тестового контролю визначається сумою балів отриманих при виконанні тестових і практичних завдань.

Тренінг оцінюється з повнотою реалізації, якістю програмного коду, тестуванням та аналізом ефективності виконання завдань відповідно до п.7 даної робочої програми. Оцінювання рівня виконання завдань тренінгу проводиться викладачем за 100-бальною шкалою згідно таблиці 1.

Таблиця 1 – Критерії оцінювання тренінгу

Завдання	Макс. бал	Високий рівень	Достатній рівень	Середній рівень	Низький рівень
1. Вибір предметної області для класифікації на основі глибокого навчання.	10	9-10 аргументоване, з порівняльним аналізом	7-8 достатньо аргументоване, але без альтернатив	4-5 поверхневий аналіз	0-3 відсутнє або невідповідне
2. Вибір мови програмування та налаштування бібліотек і середовища.	10	9-10 реалізація у повній мірі	7-8 реалізація з незначними недоліками	4-5 передбачено лише часткові випадки	0-3 відсутнє або невідповідне
3. Формування датасету.	10	9-10 комплексне тестування	7-8 тестування, часткове	4-5 часткова відповідність, наявність помилок	0-3 відсутнє або невідповідне
4. Розподіл датасету на навчальну, тестувальну та валідаційну вибірку	10	9-10 комплексне	7-8 тестування, часткове	4-5 часткова відповідність,	0-3 відсутнє або

		тестування		наявність помилок	невідповідне
5. Тестування існуючих архітектур згорткових нейронних мереж для задачі класифікації AlexNet, LeNet, VGG16.	20	17-20 комплексне тестування	12-16 тестування, часткове	8-11 часткова відповідність, наявність помилок	0-7 відсутнє або невідповідне
6. Проектування архітектури згорткової нейронної мережі, модифікація існуючих.	20	17-20 комплексне тестування	12-16 тестування, часткове	8-11 часткова відповідність, наявність помилок	0-7 відсутнє або невідповідне
7. Проведення тестування на працездатність розробленої архітектури.	20	17-20 комплексне тестування	12-16 тестування, часткове	8-11 часткова відповідність, наявність помилок	0-7 відсутнє або невідповідне
Разом	100	-	-	-	-

Модуль «Самостійна робота» оцінюється викладачем за якістю виконаного індивідуального завдання та звіту відповідно до критеріїв, визначених у розділі 6 «Самостійна робота» цієї робочої програми. Підсумковий бал розраховується як сума оцінок за окремими критеріями у таблиці 2.

Таблиця 2 – Критерії оцінювання самостійної роботи

Завдання	Макс. бал	Високий рівень	Достатній рівень	Середній рівень	Низький рівень
Аналіз засобів та методів для опрацювання даних	30	22-30 алгоритм проаналізовано у повній мірі	15-21 алгоритм описано в неповній мірі	10-14 поверховий аналіз	0-9 відсутнє або невідповідне
Розробка архітектури нейронної мережі	30	22-30 універсальний підхід	15-21 загальний, не універсальний підхід	10-14 типові рішення	0-9 відсутнє або невідповідне
Реалізація програмного комплексу на основі архітектур нейронних мереж	40	26-40 комплексне тестування	17-25 тестування, часткове	10-14 часткова відповідність, наявність помилок	0-9 відсутнє або невідповідне
Разом	100	-	-	-	-

Отримана оцінка за національною шкалою ECTS виставляється відповідно до шкали оцінювання рівня знань.

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)

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

№	Найменування	Номер теми
1.	Sublimetext, linux, jira	1, 2, 3, 4
2.	DL4j, python	5,6,7,8,9
3.	colab	3,4,5,6,10
4	Sublimetext, linux, jira	1, 2, 3, 4

Рекомендовні джерела інформації

1. Нейронні мережі: навч. посіб. / С. О. Субботін, А. О. Олійник; за ред. С. О. Субботіна. - Запоріжжя: ЗНТУ, 2014. – 132 с.
2. Кутковецький В. Я. Розпізнавання образів: навчальний посібник / В. Я. Кутковецький. – Миколаїв : Вид-во ЧНУ ім. Петра Могили, 2017. – 420 с
3. Субботін С. О. Подання й обробка знань у системах штучного інтелекту та підтримки прийняття рішень: Навчальний посібник. – Запоріжжя: ЗНТУ, 2008. – 341 с.
4. Шаров С.В. Інтелектуальні інформаційні системи: навч. посіб. / С.В. Шаров, Д.В. Лубко, В.В. Осадчий. – Мелітополь: Вид-во МДПУ ім. Б. Хмельницького, 2015. – 144 с.
5. Pitsun, Oleh Comparative Analysis of CNN Architecture for Emotion Classification on Human Faces CEUR Workshop Proceedings Volume 3716, Pages 46 - 55 2024 1st International Workshop of Young Scientists on Artificial Intelligence for Sustainable Development, AISD 2024
6. Pitsun, Oleh Method and Software Tool for Generating Artificial Databases of Biomedical Images Based on Deep Neural Networks CEUR Workshop Proceedings Volume 3609, Pages 15 - 26 2023 6th International Conference on Informatics and Data-Driven Medicine, IDDM 2023 Bratislava 17 November 2023
7. Pitsun, Oleh MLOps Approach for Automatic Segmentation of Biomedical Images CEUR Workshop Proceedings Volume 3609, Pages 241 - 248 2023 6th International Conference on Informatics and Data-Driven Medicine, IDDM 2023 Bratislava 17 November 2023

8. Pitsun, Oleh MLOps Approach for Automatic Segmentation of Biomedical Images CEUR Workshop Proceedings Volume 3302, Pages 69 - 77 2022 5th International Conference on Informatics and Data-Driven Medicine, IDDM 2022 Lyon 18 November 2022
9. O. Berezhsky, O. Pitsun, B. Derysh, I. Pazdriy, G. Melnyk and Y. Batko, "Automatic Segmentation of Immunohistochemical Images Based on U-net Architecture," 2021 IEEE 16th International Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT), LVIV, Ukraine, 2021, pp. 29-32, doi: 10.1109/CSIT52700.2021.9648669.
10. ПІЦУН Олег МІКРОСЕРВІСНА АРХІТЕКТУРА СИСТЕМИ ОПРАЦЮВАННЯ ІМУНОГІСТОХІМІЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ Сторінки: 166-174. Номер: №3, 2023 (321) <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2023-321-3-166-174>
11. Emily Freeman. DevOps For Dummies 1st Edition, Kindle Edition - July 30, 2019