

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету комп'ютерних  
інформаційних технологій  
Ігор ЯКИМЕНКО

“ 29 ” серпня 2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-  
педагогічної роботи  
Віктор ОСТРОВЕРХОВ

“ 29 ” серпня 2025 р.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Директор навчально-наукового  
інституту новітніх освітніх технологій  
Святослав ПІГЕЛЬ

“ 29 ” серпня 2025 р.

## РОБОЧА ПРОГРАМА

з дисципліни «Технології глибокого навчання»

ступінь вищої освіти – бакалавр

галузь знань – 12 “Інформаційні технології”

спеціальність – 122 “Комп'ютерні науки”

освітньо-професійна програма – „Комп'ютерні науки”

### Кафедра комп'ютерної інженерії

| Форма навчання | Курс | Семестр | Лекції (год.) | Лабораторні заняття (год.) | ІРС (год.) | Тренінг (год.) | Самост. робота студ. (год.) | Разом (год.) | Залік сем.) |
|----------------|------|---------|---------------|----------------------------|------------|----------------|-----------------------------|--------------|-------------|
| Денна          | 4    | 7       | 30            | 14                         | 3          | 6              | 97                          | 150          | 7           |
| Заочна         | 4    | 7       | 8             | 4                          | -          | -              | 138                         | 150          | 7           |

29.08.2025  
*[Signature]*

Тернопіль – ЗУНУ  
2025

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

Олег ПІЦУН

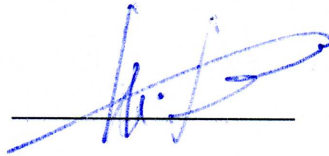
Робоча програма затверджена на засіданні кафедри комп'ютерної інженерії,  
протокол №1 від 26 серпня 2025 р.

Завідувач кафедри, к.т.н. ,доцент



Леся ДУБЧАК

Гарант ОП, д.т.н., професор



Мирослав КОМАР

**СТРУКТУРА РОБОЧОЇ ПРОГРАМИ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**" Технології глибокого навчання "**

**1. Опис дисципліни «Технології глибокого навчання»**

| <b>Дисципліна «Технології глибокого навчання»</b>                       | <b>Галузь знань, напрям підготовки/ СВО</b>          | <b>Характеристика навчальної дисципліни</b>                                                                                                        |
|-------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Кількість кредитів – 5                                                  | Галузь знань – 12<br>„Інформаційні технології”       | Статус дисципліни –<br>вибіркова<br>Мова навчання –<br>українська                                                                                  |
| Кількість залікових модулів: 3                                          | Спеціальність – 122<br>„Комп’ютерні науки”           | Рік підготовки:<br><i>Денна</i> - 4<br><i>Заочна</i> – 4<br><br>Семестр:<br><i>Денна</i> – 7<br><i>Заочна</i> – 7                                  |
| Кількість змістових модулів – 4                                         | Освітньо-професійна програма – „ Комп’ютерні науки ” | Лекції:<br><i>Денна</i> - 30 год.,<br><i>Заочна</i> – 8 год.<br>Лабораторні заняття:<br><i>Денна</i> - 14 год.<br><i>Заочна</i> – 4 год.           |
| Загальна кількість годин - 150 год.                                     | бакалавр                                             | Самостійна робота:<br><i>Денна</i> - 97 год.<br><i>Заочна</i> – 138 год.<br><br>Тренінг – 6 год.<br>Індивідуальна робота:<br><i>Денна</i> - 3 год. |
| Тижневих годин:<br><i>Денна</i> : 10 год.,<br>з них аудиторних – 3 год. |                                                      | Вид підсумкового контролю: залік                                                                                                                   |

## **2. Мета й завдання дисципліни**

### **" Технології глибокого 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 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.

#### **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 Результати вивчення дисципліни**

Студенти повинні:

- 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 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.

## **Тема 2. Сучасні алгоритми машинного навчання.**

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

## **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).

## **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

### **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.

## **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)

### **Тема 7. Генеративні змагальні мережі.**

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

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

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

## **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.

#### **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 задачі сегментування зображення.

**Тема 11.** Сучасні бібліотеки та фреймворки для застосування методів глибокого навчання.

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

### **4. Структура залікового кредиту дисципліни «Технології глибокого навчання»**

**(денна форма навчання)**

| Тема                                                                       | Кількість годин |                     |                   |                      |         |                    |
|----------------------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|-------------------|----------------------|---------|--------------------|
|                                                                            | Лекції          | Лабораторні заняття | Самостійна робота | Індивідуальна 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                 | 0.5                  | 2       | Поточне опитування |
| Тема 5. Елементи згорткової нейронної мережі                               | 3               | 2                   | 9                 |                      |         |                    |
| Змістовий модуль 3. Генеративні нейронні мережі                            |                 |                     |                   |                      |         |                    |
| Тема 6. Архітектура та принципи роботи генеративно-змагальних мереж (GANs) | 3               | 1                   | 9                 | 0.5                  | 1       | Поточне опитування |
| Тема 7. Генеративні змагальні мережі                                       | 2               | 1                   | 9                 |                      |         |                    |
| Тема 8. Глибокі нейронні мережі для стилізації                             | 3               | 2                   | 8                 |                      |         |                    |

|                                                                                         |           |           |           |          |          |                    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-----------|-----------|----------|----------|--------------------|
| зображень та тексту                                                                     |           |           |           |          |          |                    |
| <b>Змістовий модуль 4. U-net мережі для автоматичної сегментації</b>                    |           |           |           |          |          |                    |
| Тема 9. Застосування U-net мереж                                                        | 3         | 2         | 9         | 1        | 2        | 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         |          |          |                    |
| <b>Разом</b>                                                                            | <b>30</b> | <b>14</b> | <b>97</b> | <b>3</b> | <b>6</b> |                    |

### (заочна форма навчання)

| Тема                                                          | Кількість годин |                     |                   |
|---------------------------------------------------------------|-----------------|---------------------|-------------------|
|                                                               | Лекції          | Лабораторні заняття | Самостійна робота |
| Змістовий модуль 1. Вступ до машинного навчання               |                 |                     |                   |
| Тема 1. Сучасні алгоритми машинного навчання                  | 1               | 0.5                 | 35                |
| Тема 2. Засоби розробки систем на основі машинного навчання   | 1               | 0.5                 |                   |
| Змістовий модуль 2. Згорткові нейронні мережі                 |                 |                     |                   |
| Тема 3. Класифікація нейронних мереж                          | 1               | 0.5                 | 35                |
| Тема 4. Елементи згорткової нейронної мережі.                 | 1               | 0.5                 |                   |
| Змістовий модуль 3. Генеративні нейронні мережі мережі        |                 |                     |                   |
| Тема 5. Архітектури згорткових нейронних мереж                | 1               | 0.5                 | 40                |
| Тема 6. Методи роботи генеративних змагальних мереж           | 1               | 0.5                 |                   |
| Тема 7. Генеративні змагальні мережі                          | 1               | 0.5                 |                   |
| Змістовий модуль 4. U-net мережі для автоматичної сегментації |                 |                     |                   |
| Тема 8. Застосування U-net мереж.                             | 1               | 0.5                 | 28                |
| Разом                                                         | 8               | 4                   | 138               |

## 5. Тематика лабораторних 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

#### **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

#### **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

#### **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

## **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 (підготовка наскрізного проєкту)**

Для самостійної роботи кожному студенту пропонується виконання вибраного наскрізного проєкту. 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

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

У навчальному процесі застосовуються: лекції, в тому числі з використання мультимедійного проектора та інших ТЗН; лабораторні роботи, індивідуальні заняття; самостійна робота студентів, робота в Інтернет.

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

- поточне тестування та опитування;
- підсумкове тестування по кожному змістовому модулю;
- підсумкова оцінка за виконання завдань на тренінгах;
- оцінювання наскрізного проекту у результаті самостійної роботи

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

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Системи обробки розподілених баз даних» визначається як середньозважена величина, в залежності від питомої ваги кожної складової залікового кредиту:

| Модуль 1                                                  |                                                                      | Модуль 2                                                                             | Модуль 3                                                                     |
|-----------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------|
| 40%                                                       | 40%                                                                  | 5%                                                                                   | 15%                                                                          |
| Поточне оцінювання                                        | Модульний контроль                                                   | Тренінги                                                                             | Самостійна робота                                                            |
| Середнє арифметичне за оцінювання лабораторних робіт №1-4 | Тестові завдання (30),<br>2 теоретичні питання<br>1 практична задача | Оцінюється як середнє арифметичне з оцінок за виконання завдань тренінгу (7 завдань) | Оцінка за виконання і представлення вибраного результатів наскрізного проект |

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 | 4-6 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           | 4-6 передбачено лише часткові випадки          | 0-3 відсутнє або невідповідне |
| 3. Формування датасету.                                                                                     | 10        | 9-10 комплексне тестування                  | 7-8 тестування, часткове                         | 4-6 часткова відповідність, наявність помилок  | 0-3 відсутнє або невідповідне |
| 4. Розподіл датасету на навчальну, тестувальну та валідаційну вибірку                                       | 10        | 9-10 комплексне тестування                  | 7-8 тестування, часткове                         | 4-6 часткова відповідність, наявність помилок  | 0-3 відсутнє або невідповідне |
| 5. Тестування існуючих архітектур згорткових нейронних мереж для задачі класифікації AlexNet, LeNet, VGG16. | 20        | 16-20 комплексне тестування                 | 12-15 тестування на неповних датасетах           | 7-11 часткова відповідність, наявність помилок | 0-6 відсутнє або невідповідне |
| 6. Проектування архітектури згорткової нейронної мережі, модифікація існуючих.                              | 20        | 16-20 повноцінне тестування                 | 12-15 тестування на обмежених гіперпараметрах    | 7-11 часткова відповідність, наявність помилок | 0-6 відсутнє або невідповідне |
| 7. Проведення тестування на працездатність розробленої архітектури.                                         | 20        | 16-20 повноцінне тестування                 | 12-15 тестування на обмежених гіперпараметрах    | 7-11 часткова відповідність, наявність помилок | 0-6 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. Deng, Li, and Dong Yu. "Deep learning: methods and applications." Foundations and trends® in signal processing 7, no. 3–4 (2014): 197-387.
2. Sarker, Iqbal H. "Deep learning: a comprehensive overview on techniques, taxonomy, applications and research directions." SN computer science 2, no. 6 (2021): 420.
3. Michael Zordan, Su-Hui Chiang, Haipeng Tang, Albert Huang, Ming-Chang Liu, "Cellular image classification workflow for real-time image based sort decisions," Proc. SPIE 11964, Imaging, Manipulation, and Analysis of Biomolecules, Cells, and Tissues XX, 119640F (3 March 2022); doi: [10.1117/12.2608991](https://doi.org/10.1117/12.2608991)
4. Mo, Yujian, Yan Wu, Xinneng Yang, Feilin Liu, and Yujun Liao. "Review the state-of-the-art technologies of semantic segmentation based on deep learning." Neurocomputing 493 (2022): 626-646.
5. Sharma, Neha, Reecha Sharma, and Neeru Jindal. "Machine learning and deep learning applications-a vision." Global Transitions Proceedings 2, no. 1 (2021): 24-28.
6. Alla, S., Adari, S.K. (2021). What Is MLOps?. In: Beginning MLOps with MLFlow. Apress, Berkeley, CA. [https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6549-9\\_3](https://doi.org/10.1007/978-1-4842-6549-9_3)
7. Pitsun, Oleh Comparative Analysis of CNN Architecture for Emotion Classification on Human Faces CEUR Workshop Proceedings - Volume 3716, 2024, - pp. 46 – 55
8. Pitsun, Oleh Method and Software Tool for Generating Artificial Databases of Biomedical Images Based on Deep Neural Networks CEUR Workshop Proceedings - Volume 3609, 2023, - pp. 15 – 26
9. Pitsun, Oleh MLOps Approach for Automatic Segmentation of Biomedical Images CEUR Workshop Proceedings Volume 3609, 2023, pp. 241 – 248
10. Pitsun, Oleh MLOps Approach for Automatic Segmentation of Biomedical Images CEUR Workshop Proceedings Volume 3302, 2022, pp. 69 – 77
11. O. Berezsky, 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.

12. Піцун Олег. Мікросервісна архітектура системи опрацювання імуногістохімічних зображень. Вісник Хмельницького національного університету. Номер: №3 , 2023 (321) - С: 166-174  
<https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2023-321-3-166-174>