

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

ЗАТВЕРДЖУЮ

Декаан факультету комп'ютерних  
інформаційних технологій  
Ігор ЯКИМЕНКО  
"\_\_\_\_\_" 2024 р.



ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з науково-педагогічної  
роботи  
Віктор ОСТРОВЕРХОВ  
"\_\_\_\_\_" 2024 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 – „Штучний інтелект”

### 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

30.08.2024 р.

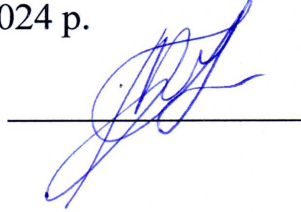
Тернопіль – ЗУНУ  
2024

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 2024 р.


Завідувач кафедри



Леся ДУБЧАК

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

Голова ГЗС



Мирослав КОМАР

Гарант ОП



Василь КОВАЛЬ

**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 „Інформаційні технології”	Статус дисципліни – вибіркова Мова навчання – українська
Кількість залікових модулів: 3	Спеціальність – 122 „Комп’ютерні науки”	Рік підготовки: 4  Семестр: 7
Кількість змістових модулів – 4	Освітньо-професійна програма – „ Штучний інтелект ”	Лекції: 30 год., Лабораторні заняття: 14 год.
Загальна кількість годин - 150 год.	Ступінь вищої освіти - бакалавр	Самостійна робота: 97 год.  Тренінг – 6 год. Індивідуальна робота: 3 год.
Тижневих годин: <i>Денна:</i> 10 год., 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.**

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. Інтегровані середовища розробки.

#### **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. Области 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»

Тема	Кількість годин					
	Лекції	Лабораторні заняття	Самостійна робота	Індивідуальна робота	Тренінг	Контрольні заходи
<b>Змістовий модуль 1. Вступ до машинного навчання</b>						
Тема 1. Вступ. Основи машинного навчання	3	-	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			
<b>Змістовий модуль 2. Згорткові нейронні мережі</b>						
Тема 4. Класифікація нейронних мереж	3	2	9	0.5	2	Поточне опитування
Тема 5. Елементи згорткової нейронної мережі	3	2	9			
<b>Змістовий модуль 3. Генеративні нейронні мережі</b>						
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 зображень та тексту	3	2	8			
<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 глибокого навчання.	3	1	9			
Разом	30	14	97	3	6	

#### 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 отримають 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 завдання. Орієнтовна тематика наскрізних завдань:

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 використанням 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;
- оцінювання виконання лабораторних робіт;
- модульна контрольна робота;
- підсумкова оцінка за виконання завдань тренінгу;
- оцінювання наскрізного проекту у результаті самостійної роботи.

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

Підсумковий бал (за 100-бальною шкалою) з дисципліни «Технології глибокого навчання» 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	Тренінг	Самостійна робота
Середнє арифметичне за оцінювання виконання лабораторних робіт №1-4	Тестові завдання (30), 2 теоретичні питання 1 практична задача	Оцінюється як середнє арифметичне з оцінок за виконання завдань тренінгу (7 завдань)	Оцінка за виконання і представлення вибраного наскрізного проекту

**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.	DI4j, python	5,6,7,8,9
3.	Colab	3,4,5,6,10
4	Sublimetext, linux, jira	1, 2, 11, 4

### Рекомендовані джерела інформації

#### Основна література:

1. Sarker, Iqbal H. "Deep learning: a comprehensive overview on techniques, taxonomy, applications and research directions." SN computer science 2, no. 6 (2021). P. 420.
2. 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
3. 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). P. 626-646.
4. Sharma, Neha, Reecha Sharma, and Neeru Jindal. "Machine learning and deep learning applications-a vision." Global Transitions Proceedings 2, no. 1 (2021): 24-28.
5. 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)
6. Pitsun, Oleh Comparative Analysis of CNN Architecture for Emotion Classification on Human Faces CEUR Workshop Proceedings. Volume 3716, 2024. pp. 46 – 55.
7. 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.

#### Додаткова література:

8. Pitsun, Oleh MLOps Approach for Automatic Segmentation of Biomedical Images CEUR Workshop Proceedings Volume 3609, 2023, pp. 241 – 248
9. Pitsun, Oleh MLOps Approach for Automatic Segmentation of Biomedical Images CEUR Workshop Proceedings Volume 3302, 2022, pp. 69 – 77
10. 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.
11. Піцун Олег. Мікросервісна архітектура системи опрацювання імуногістохімічних зображень. Вісник Хмельницького національного університету. 2023. №3 (321). С. 166-174. <https://www.doi.org/10.31891/2307-5732-2023-321-3-166-174>