

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ



ЗАТВЕРДЖУЮ

Декан факультету інформаційних технологій

Тетяна ГОВОРУЩЕНКО

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

09 2025 р.

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Теорія розпізнавання образів

Назва дисципліни

Призначення Робочої програми

Для освітніх програм різних спеціальностей

Рівень вищої освіти

Другий (магістерський)

Мова навчання

Українська

Обсяг дисципліни, кредитів ЕКТС

8

Статус дисципліни

Вибіркова

Факультет

Інформаційних технологій

Кафедра

Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Форма здобуття освіти	Обсяг дисципліни		Кількість годин						Форма семестрового контролю
			Аудиторні заняття					Самостійна робота (в т.ч. ІРС)	Залік
	Кредити ЄКТС	Години	Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття	Семінарські заняття		
Д	8	240	96	32	34	32		142	+

Робоча програма складена на основі освітніх програм підготовки бакалавра та стандарту вищої освіти спеціальності.

Робоча програма складена

Підпис

д-р філософії, доц. Ольга ПАВЛОВА

Науковий ступінь, вчене звання, Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Схвалена на засіданні кафедри

Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Назва

Протокол від 18.08 2025 № 1.

Зав. кафедри Комп'ютерної інженерії та інформаційних систем

Назва

Ольга ПАВЛОВА

Ім'я, ПРІЗВИЩЕ

Хмельницький 2025

1. Пояснювальна записка

Дисципліна "Теорія розпізнавання образів" розглядає сучасні технології цифрової обробки зображень в просторовій та частотній областях; елементи аналізу зображень, зокрема із використанням нейронних мереж.

Мета дисципліни. Розвиток у студента фахового стилю мислення; здобуття ними глибоких та міцних знань у галузі цифрової обробки зображень, необхідних практичної діяльності; вироблення у студентів вміння використовувати набуті знання при розробці програмного забезпечення в галузі цифрової обробки зображень та відео.

Предмет дисципліни. Комплекс питань, пов'язаних з теорією, принципами та методами обробки та аналізу цифрових зображень.

Завдання дисципліни. Надати студентам теоретичні знання і практичні навички розробки програмного забезпечення з обробки та аналізу зображень з використанням мови Python та бібліотеки Open CV, а також проектування та навчання нейронних мереж для задач розпізнавання зображень засобами нейромережевої бібліотеки Keras.

Результати навчання. Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: досконало *володіти* професійною термінологією та основними поняттями з обробки та аналізу цифрових зображень; *вміти* зчитувати, змінювати та записувати зображення засобами OpenCV; *володіти* сучасними технологіями візуального покращення та відновлення зображень *виконувати* перетворення зображень у різні формати; *визначати* оптимальні алгоритми покращення та відновлення напівтонових та кольорових зображень; *проводити* морфологічну обробку зображень; *добувати* корисну інформацію з зображень; *використовувати* традиційні технології розпізнавання образів; *проектувати* та *навчати* нейронні мережі для класифікації зображень; *розробляти* програмне забезпечення для обробки та аналізу зображень.

2. Структура залікових кредитів дисципліни

Назва розділу (теми)	Кількість годин, відведених на:			
	лекції	лабораторні заняття	практичні заняття	СРС
Тема 1. Вступ до цифрової обробки та аналізу зображень	2		2	8
Тема 2. Основні поняття цифрової обробки та аналізу зображень	4	4	4	8
Тема 3. Перетворення яскравості та просторова фільтрація	4	4	4	16
Тема 4. Двомірне перетворення Фур'є і частотна фільтрація зображень	4	2	4	17
Тема 5. Відновлення та реконструкція зображень	2	2	2	8
Тема 6. Морфологічна обробка зображень	2	4	2	9
Тема 7. Сегментація зображень	2	4	2	8
Тема 8. Обробка кольорових зображень	2	3	2	9
Тема 9. Стиснення зображень	2	3	2	8
Тема 10. Представлення, аналіз та опис ознак	2	2	2	9
Тема 11. Розпізнавання образів	4	4	4	17
Тема 12. Нейронні мережі	2	6	2	25
Разом за семестр:	32	34	32	142

3. Програма навчальної дисципліни

3.1 Зміст лекційного курсу

Номер лекції	Перелік тем лекцій, їх анотації	Кількість годин
1	Вступ до цифрової обробки зображень. Поняття цифрової обробки зображень, витоки та приклади застосування. основні застосування та перспективи. Основні стадії цифрової обробки зображень. Компоненти системи обробки зображень. Основи роботи в Open CV. Літ.: [1-3]	2

2	Елементи зорового сприйняття та формування зображення. Елементи зорового сприйняття: Будова людського ока, Формування зображення в оці, адаптація яскравості і контрастна чутливість. Світло і електромагнітний спектр. Зчитування і реєстрація зображення: Реєстрація зображення за допомогою одиночного сенсора; Реєстрація зображення за допомогою лінійки сенсорів; Реєстрація зображення за допомогою матриці сенсорів; Проста модель формування зображення. Літ.: [2, 3, 4]	2
3	Дискретизація і квантування зображення Основні поняття, що використовуються при дискретизації і квантуванні; Подання цифрового зображення; Просторова і яскравісна роздільна здатність; Інтерполяція цифрового зображення. Деякі фундаментальні відношення між пікселями: Сусіди окремого елемента; Суміжність, зв'язність, області та межі; Відстані між пікселями Літ.: [10, 12-14]	2
4	Перетворення яскравості. Деякі основні градаційні перетворення: Перетворення зображення в негатив; Логарифмічні перетворення; Степеневі перетворення (гаммакорекція); Кусково-лінійні функції перетворень. Гістограми: Глобальне вирівнювання гістограм; Приведення гістограм; Локальна гістограмна обробка; Використання гістограмних статистик для поліпшення зображення; Гістограма кольорового зображення. Робота з гістограмами в OpenCV та Photoshop. Літ.: [1, 5, 9]	2
5	Основи просторової фільтрації. Механізми просторової фільтрації; Просторова кореляція і згортка; Векторне подання лінійної фільтрації; Формування масок просторових фільтрів. Згладжують просторові фільтри: Лінійні згладжують фільтри; Фільтри, засновані на порядкових статистиках (нелінійні фільтри). Просторові фільтри підвищення різкості: Підвищення різкості зображень з використанням других похідних, лапласіан; Нерізде маскуванню і фільтрація з підйомом високих частот; Використання похідних першого порядку для (нелінійного) підвищення різкості зображень, градієнт. Комбінування методів просторового поліпшення. Застосування нечітких методів для яскравості перетворень і просторової фільтрації. Літ.: [6, 7-10]	2
6	Двовимірне перетворення Фур'є. Ряди Фур'є; Імпульси і їх властивість відсіювання; згортка. Дискретизація і перетворення Фур'є дискретних функцій: дискретизація; Перетворення Фур'є дискретизованих функцій; Теорема відліків; Накладення спектрів; Реконструкція (відновлення) функції з відліків. Дискретне перетворення Фур'є (ДПФ) однієї змінної: Отримання ДПФ з неперервного перетворення дискретизованих функцій. Взаємозв'язок між кроком дискретизації і частотними інтервалами. Розширення на функції двох змінних: Двовимірний імпульс і його властивість відсіювання; Пара двовимірних неперервних перетворень Фур'є; Двовимірна дискретизація і двовимірна теорема відліків; Накладення спектрів при перетворенні зображень; Двовимірне дискретне перетворення Фур'є і його згортка; Деякі властивості двовимірного дискретного перетворення Фур'є: Взаємозв'язку просторових і частотних інтервалів; Зсув і поворот; Періодичність; Властивості симетрії; Фур'є-спектр і фаза. Літ.: [5, 9-13]	2
7	Частотна фільтрація зображень. Основи фільтрації в частотній області: Додаткові характеристики частотної області; Послідовність кроків частотної фільтрації; Відповідність між просторовими і частотними фільтрами. Частотні фільтри згладжування зображення: Ідеальні фільтри низьких частот; Фільтри низьких частот Баттерворта; Гаусові фільтри низьких частот. Підвищення різкості зображень частотними фільтрами: Ідеальні фільтри високих частот; Фільтри високих частот Баттерворта; Гаусові фільтри високих частот; Лапласіан в частотній області; Нерізде маскуванню, високочастотна фільтрація з підйомом частотної характеристики, фільтрація з посиленням високих частот. Вибіркова фільтрація. Питання реалізації: Роздільність двовимірного ДПФ; Обчислення оберненого ДПФ за допомогою алгоритму прямого ДПФ; Швидке перетворення Фур'є Літ.: [7-11]	2
8	Відновлення та реконструкція зображень. Модель процесу спотворення/відновлення зображень. Моделі шуму: Просторові та частотні властивості шуму; Функції щільності розподілу ймовірності для деяких важливих типів шумів; Періодичний шум. Заглушування шумів - просторова фільтрація: Усереднючі фільтри; Фільтри, засновані на порядкових статистиках; Адаптивні фільтри. Заглушування періодичного шуму - частотна фільтрація: Режекторні фільтри; Смугові фільтри; Вузькосмугові фільтри;	2

	Оптимальна вузькосмугова фільтрація. Лінійні трансляційно-інваріантні спотворення. Оцінка спотворюючої функції. Інверсна фільтрація. Середньогометричний фільтр. Реконструкція зображення за проєкціями: Принципи комп'ютерної томографії (КТ); Проєкції та перетворення Радона; Реконструкція за проєкцією в паралельних пучках. Літ.: [1-5]	
9	Морфологічна обробка зображень. Морфологічна обробка зображень: Початкові відомості; Ерозія і дилатація; ерозія; дилатація; двоїстість; Розмикання і замикання; Перетворення «потрапляння / пропуск». Деякі основні морфологічні алгоритми: Виділення меж; Заповнення дірок; Виділення зв'язкових компонент; Опукла оболонка; потоншення; потовщення; Побудова кістяка; усічення; Морфологічна реконструкція. Морфологія напівтонових зображень: Ерозія і дилатація; Розмикання і замикання; Деякі основні алгоритми напівтонової морфології; Напівтонова морфологічна реконструкція. Літ.: [1-2]	2
10	Сегментація зображень. Виявлення точок, ліній і перепадів; Виявлення ізольованих точок; Виявлення ліній; Моделі перепадів; Прості методи виявлення контурних перепадів; Більш досконалі методи виявлення контурів; Зв'язування контурів і знаходження меж. Порогова обробка: Обробка з глобальним порогом; Метод Оцу оптимального глобального порогового перетворення; Застосування згладжування зображення для поліпшення обробки з глобальним порогом; Використання контурів для поліпшення обробки з глобальним порогом; Обробка з декількома порогами; Обробка зі змінним порогом; Пороги, засновані на декількох змінних. Сегментація на окремі області: Вирощування областей; Поділ і злиття областей. Сегментація за морфологічними вододілами: Побудова перегородок; Алгоритм сегментації по вододілах; Використання маркерів. Використання руху при сегментації: Просторові методи, частотні методи. Літ.: [1-3,5,6]	2
11	Обробка кольорових зображень. Основи теорії кольору; Кольорові моделі; Колірна модель; Колірні моделі СМУ і СМУК; Колірна модель HSI. Обробка зображень в псевдокольорах: Квантування за яскравістю; Перетворення яскравості в колір. Основи обробки кольорових зображень: Кольорові перетворення; Постановка завдання; Кольорове доповнення; Вирізування колірного діапазону; Яскравість і колірна корекція; Обробка гістограм. Згладжування і підвищення різкості: Згладжування кольорових зображень; Підвищення різкості кольорових зображень; Сегментація зображення, заснована на кольорі: Сегментація в колірному просторі HSI; Сегментація в колірному просторі RGB; Виявлення контурів на кольорових зображеннях. Шум на кольорових зображеннях. Стиснення кольорових зображень Літ.: [1-4]	2
12	Стиснення зображень. Кодова надлишковість; Просторова і часова надлишковість; Зайва інформація; Вимірювання інформації, яка міститься в зображенні; Критерії вірності відтворення; Моделі стиснення зображень; Формати зображень, контейнери та стандарти стиснення. Основні методи стиснення: Кодування Хаффмана; Кодування Голомба; Арифметичне кодування; LZW-кодування; Кодування довжин серій; Кодування на базі шаблонів; Кодування бітових площин; Блочне трансформаційне кодування; Кодування з прогнозом; Вейвлеткодування. Нанесення цифрових водяних знаків на зображення. Літ.: [1-4]	2
13	Представлення, аналіз та опис ознак. Відстеження меж; Ланцюгові коди; Апроксимація ламаною лінією мінімальної довжини; Інші методи апроксимації ламаною лінією; сигнатури; Сегменти кордону; Остови областей. Дескриптори меж: Деякі прості дескриптори; Нумерація фігур; Фур'є-дескриптори; Статистичні характеристики. Дескриптори областей: Деякі прості дескриптори; Топологічні дескриптори; Текстульні дескриптори. Використання головних компонент для опису. Реляційні дескриптори. Масштабно-інваріантне перетворення ознак (SIFT) Літ.: [1-3]	2
14	Образи та класи образів. Класифікація образів за прототипом. Оптимальні статистичні класифікатори Розпізнавання зображень. Відповідність шаблонів: Застосування; Алгоритм узгодження шаблонів; Метрики відповідності; Пошук локальних максимумів або мінімумів; Стратегії контролю для відповідності шаблонів. Співсталення фаски: Алгоритм фасування; Алгоритм узгодження фаски. Статистичне розпізнавання образів: Огляд ймовірності; Відбір ознак; Техніка статистичного розпізнавання образів. Каскадні класифікатори Хаара: Особливості; Навчання; Класифікатори; Розпізнавання. Інші	2

	методи розпізнавання: Метод опорних векторів; Гістограма орієнтованих градієнтів (HoG). 8.6 Ефективність: Метрики для оцінки ефективності класифікації; Поліпшення часу обчислень. Літ.: [1-3]	
15	Застосування моментних інваріантів для задач класифікації. Моменти зображення, Геометричні моменти в 2D. TRS-інваріанти від геометричних моментів: Інваріанти відносно зміщення; Інваріанти до рівномірного масштабування; Інваріанти до нерівномірного масштабування; Традиційні інваріанти обертання. Інваріанти обертання, що використовують кругові моменти. Інваріанти обертання від складних моментів. Інваріанти другого та третього порядків. Комбіновані інваріанти до TRS та контрастне розтягування. Інваріанти обертання для розпізнавання симетричних об'єктів. Розпізнавання логотипу. Розпізнавання форм. Інваріанти обертання за допомогою нормалізації зображення. Ортогональні моменти. Інваріанти розмиття зображення. 3D моментні інваріанти. Літ.: [9]	2
16	Машинне навчання в аналізі зображень. Контрольоване навчання; Неконтрольоване навчання; Самоконтрольоване навчання; Навчання з підкріпленням. Оцінка моделей машинного навчання: Тренувальні, перевірочні та контрольні набори даних; Обробка даних, конструювання ознак і навчання ознак: Попередня обробка даних для нейронних мереж; Конструювання ознак; Перенавчання і недонавчання; Зменшення розміру мережі; Додавання регуляризації ваг; Додавання проріджування. Узагальнений процес вирішення завдань машинного навчання: Визначення завдання і створення набору даних; Вибір міри успіху; Вибір протоколу оцінки; Попередня підготовка даних; Розробка моделі, більш досконалої, ніж базовий випадок; Масштабування по вертикалі: розробка моделі з перенавчанням; Регуляризація моделі і настройка гіперпараметрів. Нейронні мережі та глибоке навчання. Літ.: [7, 10]	2
Разом за семестр:		32

3.2 Зміст практичних занять

№ п/п	Тема практичного заняття	Кількість годин
1	Встановлення Python, бібліотеки OpenCV.	4
2	Покращення зображень градаційними перетвореннями	4
3	Геометричні перетворення	4
4	Просторова та частотна фільтрація зображень	4
5	Морфологічна обробка та сегментація зображень	4
6	Текстурна сегментація. Дескриптори контурів та областей.	4
7	Проектування та навчання штучної нейронної мережі для розпізнавання простих зображень	4
8	Проектування та навчання згорткової штучної нейронної мережі для задач розпізнавання	4
Разом за семестр		32

3.3 Зміст лабораторних занять

№ п/п	Тема лабораторного заняття	Кількість годин
1	Основні операції з зображеннями	4
2	Градаційні перетворення.	4
3	Афінні та проєктивні перетворення в OpenCV	4
4	Фільтрація зображень. Відновлення зображень	4
5	Морфологічна обробка зображень	4
6	Порогова та кольорова сегментація, вибір ознак для розпізнавання	4
7	Проектування та навчання штучної нейронної мережі в середовищі Keras.	4
8	Згорткові нейронні мережі та розпізнавання образів	4
9	Підсумкове заняття	2
Разом:		34

4. Зміст самостійної (у т.ч. індивідуальної) роботи здобувача вищої освіти

Самостійна робота студентів денної форми навчання полягає у систематичному опрацюванні програмного матеріалу, підготовці до виконання і захисту лабораторних робіт, тестування з теоретичного матеріалу, тощо.

Номер тижня	Вид самостійної роботи	Кількість годин
1-2	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №1	8
3-4	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №2	16
5-6	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №1. Підготовка до лабораторної роботи №3	16
7-8	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №4	17
9-10	Підготовка до тестування за темами 1-4. Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №5	17
11-12	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №6	17
13-14	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №6. Підготовка до лабораторної роботи №7	17
15-16	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до лабораторної роботи №8. Підготовка до комплексної контрольної роботи	17
17	Опрацювання лекційного матеріалу. Підготовка до захисту лабораторної роботи №8.	17
Разом семестр:		142

Примітки: ЛР – лабораторна робота, ПЗ– практичне заняття.

5. Технології та методи навчання

Процес навчання з дисципліни ґрунтується на використанні традиційних та сучасних методів. Зокрема, лекції проводяться в основному словесними методами, а лабораторні заняття проводяться з використанням інформаційних технологій, майстер-класів, практикумів і мають за мету – набуття студентами практичних навичок з проектування інтерфейсів користувача за сучасними методиками.

6. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється під час аудиторних практичних та лабораторних занять, а також у дні проведення контрольних заходів, встановлених робочою програмою і графіком освітнього процесу, в т.ч. з використанням Модульного середовища для навчання. При цьому використовуються такі методи поточного контролю:

- оцінювання результатів роботи на практичних заняттях (опитування теоретичного матеріалу, розв’язування задач, участь у обговоренні ситуацій);
- усне опитування перед допуском до лабораторного заняття;
- оцінювання результатів захисту лабораторних робіт;
- оцінювання засвоєння лекційного матеріалу;

Підсумкова семестрова оцінка виставляється за результатами поточного контролю. Здобувач вищої освіти, який набрав з будь-якого виду навчальної роботи, суму балів нижчу за 60 відсотків від максимального балу, вважається таким, який **має** академічну заборгованість. Ліквідація академічної заборгованості із семестрового контролю здійснюється у період екзаменаційної сесії або за графіком, встановленим деканатом відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ».

7. Політика дисципліни

Політика навчальної дисципліни загалом визначається системою вимог до здобувача вищої освіти, що передбачені чинними положеннями Університету про організацію і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу. Зокрема, проходження інструктажу з техніки безпеки; відвідування занять з дисципліни є обов’язковим. За об’єктивних причин (підтверджених документально) теоретичне навчання за погодженням із лектором може відбуватись в он-лайн режимі. Успішне опанування дисципліни і формування фахових компетентностей і програмних результатів навчання передбачає необхідність підготовки до практичних та лабораторних занять (вивчення теоретичного матеріалу з теми, попередню підготовку протоколу роботи, підготовку до усного опитування для допуску до заняття (наведені у завданнях до лабораторних занять)), активно працювати на занятті, брати участь у дискусіях щодо прийнятих рішень при виконанні здобувачами практичних та лабораторних робіт.

Здобувачі вищої освіти мають дотримуватися встановлених термінів виконання всіх видів навчальної роботи відповідно до робочої програми навчальної дисципліни. Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. Пропущене практичне і лабораторне заняття студент зобов’язаний відпрацювати у встановлений викладачем термін, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється за результатами опитування під час практичних і лабораторних занять.

Здобувач вищої освіти, виконуючи самостійну роботу або індивідуальну роботу з дисципліни, має дотримуватися політики доброчесності (заборонені списування, плагіат (в т.ч. із використанням мобільних девайсів)). У разі виявлення порушення політики академічної доброчесності в будь-яких видах навчальної роботи здобувач вищої

освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати завдання з відповідної теми (виду роботи), що передбачені робочою програмою. Будь-які форми порушення академічної доброчесності **не допускаються**.

У межах вивчення навчальної дисципліни здобувачем вищої освіти передбачено визнання і зарахування результатів навчання, набутих шляхом неформальної освіти, що розміщені на доступних платформах, які сприяють формуванню компетентностей і поглибленню результатів навчання, визначених робочою програмою дисципліни, або забезпечують вивчення відповідної теми та/або виду робіт з програми навчальної дисципліни (детальніше у Положенні про порядок визнання та зарахування результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ).

8. Оцінювання результатів навчання студентів у семестрі

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». При поточному оцінюванні виконаної здобувачем роботи з кожної структурної одиниці і отриманих ним результатів викладач виставляє йому певну кількість балів із встановлених Робочою програмою для цього виду роботи. При цьому кожна структурна одиниця навчальної роботи може бути зарахована, якщо здобувач набрав не менше 60 відсотків (мінімальний рівень для позитивної оцінки) від максимально можливої суми балів, призначеної структурній одиниці.

При оцінюванні результатів навчання здобувачів вищої освіти з будь-якого виду навчальної роботи (структурної одиниці) рекомендується використовувати наведені нижче узагальнені критерії:

Таблиця – Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти

Оцінка та рівень досягнення здобувачем запланованих ПРН та сформованих компетентностей	Узагальнений зміст критерія оцінювання
Відмінно (високий)	Здобувач вищої освіти глибоко і у повному обсязі опанував зміст навчального матеріалу, легко в ньому орієнтується і вміло використовує понятійний апарат; уміє пов'язувати теорію з практикою, вирішувати практичні завдання, впевнено висловлювати і обґрунтовувати свої судження. Відмінна оцінка передбачає логічний виклад відповіді мовою викладання (в усній або у письмовій формі), демонструє якісне оформлення роботи і володіння спеціальними приладами та інструментами, прикладними програмами. Здобувач не вагається при видозміні запитання, вміє робити детальні та узагальнюючі висновки, демонструє практичні навички з вирішення фахових завдань. При відповіді допустив дві–три несуттєві <i>похибки</i> .
Добре (середній)	Здобувач вищої освіти виявив повне засвоєння навчального матеріалу, володіє понятійним апаратом, орієнтується у вивченому матеріалі; свідомо використовує теоретичні знання для вирішення практичних задач; виклад відповіді грамотний, але у змісті і формі відповіді можуть мати місце окремі неточності, нечіткі формулювання правил, закономірностей тощо. Відповідь здобувача вищої освіти будується на основі самостійного мислення. Здобувач вищої освіти у відповіді допустив дві–три <i>несуттєві помилки</i> .
Задовільно (достатній)	Здобувач вищої освіти виявив знання основного програмного матеріалу в обсязі, необхідному для подальшого навчання та практичної діяльності за професією, справляється з виконанням практичних завдань, передбачених програмою. Як правило, відповідь здобувача вищої освіти будується на рівні репродуктивного мислення, здобувач вищої освіти має слабкі знання структури навчальної дисципліни, допускає неточності і <i>суттєві помилки</i> у відповіді, вагається при відповіді на видозмінене запитання. Разом з тим, набув навичок, необхідних для виконання нескладних практичних завдань, які відповідають мінімальним критеріям оцінювання і володіє знаннями, що дозволяють йому під керівництвом викладача усунути неточності у відповіді.
Незадовільно (недостатній)	Здобувач вищої освіти виявив розрізнені, безсистемні знання, не вміє виділяти головне і другорядне, допускається помилок у визначенні понять, перекидає їх зміст, хаотично і невпевнено викладає матеріал, не може використовувати знання при вирішенні практичних завдань. Як правило, оцінка «незадовільно» виставляється здобувачеві вищої освіти, який не може продовжити навчання без додаткової роботи з вивчення навчальної дисципліни.

Структурування дисципліни за видами навчальної роботи і оцінювання результатів навчання студентів денної форми здобуття освіти у семестрі

Аудиторна робота								Контрольні заходи	Семестровий контроль
Лабораторні заняття №:								Тестування	залік
1*	2	3	4	5	6	7	8	Т	
Кількість балів за кожний вид навчальної роботи (мінімум-максимум)									
6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	6-10	12-20	За рейтингом

Примітки: *За набрану з будь-якого виду навчальної роботи з дисципліни кількість балів, нижче встановленого мінімуму, здобувач отримує незадовільну оцінку і має її перездати у встановлений викладачем (деканом) термін. Інституційна оцінка встановлюється відповідно до таблиці «Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС».

Оцінювання на практичних заняттях

Оцінка, яка виставляється за практичне заняття, складається з таких елементів: виконання студентом практичного завдання, усне опитування студентів на знання теоретичного матеріалу з теми; вільне володіння студентом термінологією в сфері штучного інтелекту та нейромереж і уміння професійно обґрунтувати прийняті рішення при розв'язуванні задач; результати самостійних робіт.

При оцінюванні практичного заняття викладач керується узагальненими критеріями, наведеними у таблиці «Критерії оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти» (мінімальний позитивний бал – 4 бали, максимальний – 6 балів).

Оцінювання результатів захисту лабораторної роботи

Виконана й оформлена відповідно до встановлених Методичними рекомендаціями вимог лабораторна робота комплексно оцінюється викладачем при її захисті з урахуванням таких критеріїв: самостійність та правильність виконання; повнота відповіді та знання використаних методів та алгоритмів; правильність написаного програмного коду, повнота та доцільність побудованих діаграм, вміння інтерпретувати отримані результати.

Результат виконання і захисту здобувачем вищої освіти кожної лабораторної роботи оцінюється відповідно до таблиці Критеріїв оцінювання навчальних досягнень здобувача вищої освіти.

У випадку виявлення здобувачем рівня знань, нижчого ніж 60 відсотків від максимального балу, встановленого Робочою програмою для кожної структурної одиниці, лабораторна робота йому *не зараховується* і для її захисту він має детальніше опрацювати матеріал з теми роботи, методику її виконання, виправити грубі помилки та повторно вийти на її захист у призначений для цього викладачем час.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС визначається в автоматизованому режимі після внесення викладачем результатів оцінювання у балах з усіх видів навчальної роботи до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені нижче у таблиці «Співвідношення».

Семестровий залік виставляється на останньому занятті за умови якщо загальна сума балів, яку накопичив здобувач з дисципліни (іншого освітнього компонента) за результатами *поточного* контролю, знаходиться у межах від 60 до 100 балів. При цьому за інституційною шкалою ставиться оцінка «*зараховано*», а за шкалою ЄКТС – буквене позначення оцінки, що відповідає набраній студентом сумі балів відповідно до таблиці Співвідношення. Присутність здобувача у цьому випадку не є обов'язковою.

Таблиця – Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Рейтингова шкала балів	Інституційна оцінка (рівень досягнення здобувачем вищої освіти запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни)	
		Залік	Іспит/диференційований залік
A	90-100	Зар ахо ван о	Відмінно/Excellent – високий рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни, що свідчить про безумовну готовність здобувача до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
B	83-89		Добре/Good – середній (максимально достатній) рівень досягнення запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни та готовності до подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
C	73-82		
D	66-72		
E	60-65		Задовільно/Satisfactory – Наявні мінімально достатні для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом результати навчання з навчальної дисципліни
FX	40-59	Нез ара хова но	Незадовільно/Fail – Низка запланованих результатів навчання з навчальної дисципліни відсутня. Рівень набутих результатів навчання є недостатнім для подальшого навчання та/або професійної діяльності за фахом
F	0-39		Незадовільно/Fail – Результати навчання відсутні

9. Питання для самоконтролю результатів навчання

1. Що таке цифрова обробка зображень?
2. Приклади областей застосування цифрової обробки зображень.
3. Основні стадії цифрової обробки зображень.
4. Елементи зорового сприйняття. Формування зображення в оці.
5. Світло і електромагнітний спектр. Зчитування і реєстрація зображення.
6. Основні поняття, що використовуються при дискретизації і квантуванні зображення.

7. Подання цифрового зображення. Роздільна здатність.
8. Інтерполяція цифрового зображення.
9. Суміжність, зв'язність, області та межі.
10. Логарифмічні градаційні перетворення. Степеневі перетворення (гамма-корекція).
11. Кусково-лінійні перетворень.
12. Гістограма та її вирівнювання.
13. Просторова кореляція і згортка.
14. Формування масок просторових фільтрів. Згладжуючі просторові фільтри.
15. Підвищення різкості зображень з використанням других похідних: лапласіан.
16. Комбінування методів просторового поліпшення.
17. Перетворення Фур'є дискретизованої функції.
18. Реконструкція (відновлення) функції з відліків.
19. Двовимірне дискретне перетворення Фур'є і його згортка.
20. Фільтрація в частотній області. Частотні фільтри згладжування зображення.
21. Підвищення різкості зображень частотними фільтрами.
22. Швидке перетворення Фур'є та його застосування.
23. Моделі шуму. Просторові і частотні властивості шуму.
24. Пониження шумів - просторова фільтрація.
25. Заглушування періодичного шуму - частотна фільтрація. Вузькосмугові фільтри .
26. Оцінка спотворюючої функції.
27. Реконструкція зображення за проекціями.
28. Основи теорії кольору. Кольорові моделі.
29. Обробка кольорових зображень.
30. Обробка гістограм.
31. Сегментація кольорового зображення. Шум на кольорових зображеннях.
32. Морфологічна обробка. Ерозія і дилатація. Розмикання і замикання.
33. Виділення меж. Заповнення дірок.
34. Виділення компонент зв'язності.
35. Опукла оболонка. Потоншення. Потовщення.
36. Морфологія напівтонових зображень.
37. Сегментація зображень. Виявлення точок, ліній і перепадів.
38. Порогова обробка. Обробка з глобальним порогом. Метод Оцу.
39. Застосування згладжування зображення та контурів для поліпшення зображень.
40. Сегментація на окремі області. Вирощування областей.
41. Поділ і злиття областей.
42. Сегментація за морфологічними вододілами.
43. Використання руху при сегментації. Просторові та частотні методи.
44. Подання та опис зображення.
45. Відстеження межі. Сигнатури.
46. Дескриптори кордонів. Дескриптори областей.
47. Інваріанти моментів зображень.
48. Розпізнавання об'єктів.
49. Образи і класи образів.
50. Розпізнавання на основі методів теорії прийняття рішень.
51. Статистично оптимальні класифікатори.
52. Нейронні мережі.
53. Згорткові нейронні мережі.
54. Розпізнавання та класифікація зображень при допомозі нейронних мереж.

10. Навчально-методичне забезпечення

Навчальний процес з дисципліни «Теорія розпізнавання образів» повністю і в достатній кількості забезпечений необхідною навчально-методичною літературою.

11. Матеріально-технічне та програмне забезпечення дисципліни (за потреби)

Інформаційна та комп'ютерна підтримка: ПК, проєктор. Доступ до мережі Інтернет, робота з презентаціями. Вивчення навчальної дисципліни не потребує використання спеціального програмного прикладного забезпечення, крім загальнонавчаних програм і операційних систем.

12. Рекомендована література:

1. Конспект лекцій з дисципліни «Цифрове оброблення зображень» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня./Укл.: С'янов О.М. - Кам'янське; ДДТУ, 2023 р. – 87с.
2. Кобилін О.А., Творошенко І.С. Методи цифрової обробки зображень: навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2021. – 124 с.
3. Chityala R., Pudipeddi S., Image Processing and Acquisition using Python, CRC Press, - 388p
4. Pavlova O., Kovalenko V., Hovorushchenko T., Avsiyevych V. Neural network based image recognition method for smart parking. Comput. Syst. Inf. Technol. 3, 2021. pp. 49–55
5. Shih F., Image Processing and Pattern Recognition, Fundamentals and Techniques, Wiley, 552p
6. Radiuk, P., Pavlova, O., El Bouhissi, H., Avsiyevych, V., Kovalenko, V. Convolutional Neural Network for Parking Slots Detection CEUR Workshop Proceedings, 2022, 3156, стр. 284–293
7. Xin Xu, Yingjie Chen, Fei Shi, Yi Zhou, Weifang Zhu, Song Gao, Muhammad Mateen, Xiaofeng Zhang and Xinjian Chen. Ophthalmic Medical Image Analysis. Series: Lecture Notes in Computer Science, Year: 2023, Volume 14096, 102 p. DOI: 10.1007/978-3-031-44013-7_11
8. Pavlova O., Kovalenko V., Hovorushchenko T. Neural network-based image recognition method for smart parking. Computer Systems and Information Technologies, Vol. 1, 2021. pp. 49–55
9. Prinzi, F., Insalaco, M., Gaglio, S., Vitabile, S. (2023). Breast Cancer Localization and Classification in Mammograms Using YoloV5. In: Esposito, A., Faundez-Zanuy, M., Morabito, F.C., Pasero, E. (eds) Applications of Artificial Intelligence and Neural Systems to Data Science. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 360. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-35925_7
10. Di Gennaro, G., Buonanno, A., Baldi, M., Capoluongo, E., Palmieri, F.A.N. (2023). Vision-Based Human Activity Recognition Methods Using Pose Estimation. In: Esposito, A., Faundez-Zanuy, M., Morabito, F.C., Pasero, E. (eds) Applications of Artificial Intelligence and Neural Systems to Data Science. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 360. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-99-35925_11
11. Chanchlani, A., Thakare, V.M., Wadhwa, V.M. (2023). Image Enhancement by Various Segmentation Techniques Using Machine Learning. In: Choudrie, J., Mahalle, P., Perumal, T., Joshi, A. (eds) ICT with Intelligent Applications. Smart Innovation, Systems and Technologies, vol 311. Springer, Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-19-3571-8_2
12. Lindholm A., Wahlström N., Lindsten F., Schön T.B. MACHINE LEARNING. A First Course for Engineers and Scientists. Cambridge University Press. 2022. 348 p.
13. Мельниченко О. В. Методи збору, розпізнавання та обробки зображень, отриманих із використанням БПЛА, для виявлення заданих об'єктів: дисертація д-ра філософії: 122 Комп'ютерні науки. Хмельницький: ХНУ, 2023. 204 с. <https://elar.khmn.edu.ua/handle/123456789/14898>
14. Радюк П. М. Інформаційна технологія раннього діагностування пневмонії за індивідуальним підбором параметрів моделі класифікації медичних зображень легень: дисертація д-ра філософії : 122 Комп'ютерні науки. Хмельницький: ХНУ, 2021. 174 с.
15. Pavlova, O., Solytk, O., Shvaiko, V., Ilchyshyna, J., Bouhissi, H.E. Human Morphofunctional Indicators-Based Decision Support System for Choosing Kind of Sport. CEUR Workshop Proceedings, 2023, 3426, pp. 322–333
16. Olga Pavlova, Tetiana Hovorushchenko, Andrii Kuzmin, Tymur Isayev and Houda EL Bouhissi. Method of early landfill fire detection using the YOLOv8 neural network. CEUR-WS. 2024. Vol. 3736. Pp. 186-200. - SJR 0.19 за Scimago Journal & Country Rank - <https://www.scopus.com/authid/detail.uri?authorId=54420153900>
17. Pavlova, O., Rudyk, I., Bouhissi, H.E.L. Post-processing of video surveillance systems alarm signals using the YOLOv8 neural network. CEUR Workshop Proceedings. 2024, 3675, pp. 196–207.
19. M. Fedoniuk, O. Pavlova, V. Fedoniuk, D. Riznyk and I. Konstankevych. GIS-based remote sensing identification method of thermal pollution in cities: case study of Lutsk, Ukraine and Lublin, Poland. The 1st International Workshop on Advanced Applied Information Technologies (AdvAIT-2024). CEUR-WS. 2024. Vol. 3899. Pp. 78-83
20. Pavlova, O., Alekseiko, V., Karabaiev, V., & Kuzmin, A. (2024). Artificial Intelligence-based method for face skin diagnostic. CEUR Workshop Proceedings. 2024, 3892. pp. 268-278
21. O. Pavlova, A. Kuzmin and M. Kostiuk, "Fire and Smoke Recognition Method for Early Detection of Landfill Fires," 2024 14th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Athens, Greece, 2024, pp. 1-6, doi: 10.1109/DESSERT65323.2024.11122231.
22. T. Hovorushchenko, O. Pavlova, V. Alekseiko and A. Kuzmin, "Climate parameters monitoring in the context of natural disasters forecasting," 2024 14th International Conference on Dependable Systems, Services and Technologies (DESSERT), Athens, Greece, 2024, pp. 1-6, doi: 10.1109/DESSERT65323.2024.11122232.
23. Pavlova, O., Alekseiko, V., Kuzmin, A., & Zaitseva, E. (2025). Long-term Land Surface Temperature Forecasting in Different Climate Zones using Long Short-term Memory. International Journal of Computing, 24(2), 233-242. <https://doi.org/10.47839/ijc.24.2.4006>

13. Інформаційні ресурси

1. Модульне середовище для навчання. Доступ до ресурсу: <https://msn.khnu.km.ua>.
2. Електронна бібліотека університету . Доступ до ресурсу: http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/plage_lib.php.
3. Репозитарій ХНУ. Доступ до ресурсу: <http://elar.khnu.km.ua/jspui/?locale=uk>.
4. Image processing Tutorials and Insights. <https://www.codementor.io/community/topic/image-processing>
5. IEEE Signal Processing Society. <https://signalprocessingsociety.org/>

ТЕОРІЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБРАЗІВ

Тип дисципліни	Вибіркова
Рівень вищої освіти	Другий (магістерський)
Мова викладання	Українська
Семестр	2
Кількість призначених кредитів ЄКТС	8,0
Форми здобуття освіти, для яких викладається дисципліна	Очна (денна)

Результати навчання. Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, має: досконало володіти професійною термінологією та основними поняттями з обробки та аналізу цифрових зображень; вміти обробляти та аналізувати зображення записувати зображення засобами бібліотеки Python Open CV; володіти сучасними технологіями візуального покращення та відновлення зображень виконувати перетворення зображень у різні формати; визначати оптимальні алгоритми покращення та відновлення напівтонових та кольорових зображень; проводити морфологічну обробку зображень; добувати корисну інформацію з зображень; використовувати традиційні технології розпізнавання образів; проектувати та навчати нейронні мережі в середовищі Keras та TensorFlow для класифікації зображень; розробляти програмне забезпечення для обробки та аналізу зображень.

Зміст навчальної дисципліни. Основні поняття цифрової обробки та аналізу зображень. Перетворення яскравості та просторова фільтрація. Двомірне перетворення Фур'є і частотна фільтрація зображень. Відновлення та реконструкція зображень. Морфологічна обробка зображень. Сегментація зображень. Обробка кольорових зображень. Представлення, аналіз та опис ознак. Розпізнавання образів. Нейронні мережі. Згорткові нейронні мережі.

Запланована навчальна діяльність: лекції - 32 год., практичні заняття – 34 год., лабораторні заняття – 32 год., самостійна робота – 142 год.; разом – 240 год.

Форми (методи) навчання: проблемного навчання і візуалізації (лекції); індивідуальні завдання (лабораторні заняття, самостійна робота).

Форми оцінювання результатів навчання: захист лабораторних та практичних робіт, усне опитування, тестування.

Вид семестрового контролю: залік.

Навчальні ресурси:

1. Конспект лекцій з дисципліни «Цифрове оброблення зображень» для здобувачів вищої освіти другого (магістерського) рівня./Укл.: С'янов О.М. - Кам'янське; ДДТУ, 2023 р. – 87с.
2. Кобилін О.А., Творошенко І.С. Методи цифрової обробки зображень: навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2021. – 124 с.
3. Chityala R., Pudipeddi S., Image Processing and Acquisition using Python, CRC Press, - 388p
4. Електронна бібліотека університету. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://msn.khnu.km.ua/>
http://lib.khnu.km.ua/asp/php_f/page_lib.php.

Викладач: д-р. філософії., доцент Павлова О.О.