Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича

Навчально-науковий інститут фізико-технічних та комп'ютерних наук

Кафедра комп'ютерних систем та мереж

"ЗАТВЕРДЖУЮ"
Директор навчально-наукового інституту
фізико-технічних та комп'ютерних наук
_____**Петро ШПАТАР**
"__" _____ 2026 року

РОБОЧА ПРОГРАМА
навчальної дисципліни

ВК5 Методи цифрової обробки зображень
(назва навчальної дисципліни)

вибіркова
(вказати: обов'язкова / вибіркова)

Освітньо-наукова програма Комп'ютерна інженерія
(назва програми)

Спеціальність F7 Комп'ютерна інженерія
(вказати: код, назва)

Галузь знань F Інформаційні технології
(вказати: шифр, назва)

Рівень вищої освіти другий (магістерський)
(вказати: перший бакалаврський/другий магістерський)

фізико-технічних та комп'ютерних наук
(назва факультету/ навчально-наукового інституту,
на якому здійснюється підготовка фахівців за вказаною освітньо-професійною програмою)

Мова навчання українська

Чернівці 2026 рік

Робоча програма навчальної дисципліни «Методи цифрової обробки зображень» складена відповідно до освітньо-наукової програми «Комп'ютерна інженерія».

Розробник: Баловсяк Сергій Васильович, доцент кафедри КСМ, докт. техн. наук, доцент

(П.І.Б. авторів, посада, науковий ступінь, вчене звання)

Викладач (чі), що забезпечує читання даної навчальної дисципліни:
Баловсяк Сергій Васильович, доцент кафедри КСМ, докт. техн. наук, доцент

(П.І.Б. викладача (ів), посада, науковий ступінь, вчене звання)

Затверджено на засіданні кафедри *комп'ютерних систем та мереж*

Протокол № 2 від "31" серпня 2026 року

Завідувач кафедри _____ **Георгій ВОРОБЕЦЬ**
(підпис)

Схвалено методичною радою навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук

Протокол № 1/2 від "31" серпня 2026 року

Голова методичної ради навчально-наукового інституту фізико-технічних та комп'ютерних наук

_____ **Іван КОЗЯРСЬКИЙ**
(підпис)

1. Мета навчальної дисципліни

Мета: формування необхідного рівня теоретичної і практичної підготовки студентів для ефективного використання ними знань про принципи цифрової обробки зображень у комп'ютерних системах, що є необхідним при вивченні суміжних дисциплін та у майбутній професійній діяльності при виконанні практичних задач фільтрації, аналізу та розпізнавання зображень; для досягнення мети студентам надаються систематизовані знання про методи цифрової обробки зображень у просторовій і частотній областях, зокрема, про методи виділення контурів, сегментації, орієнтованої фільтрації, деконволюції та вейвлет-перетворення зображень.

Вивчення даної вибіркової дисципліни надає студентам ряд переваг, оскільки передбачає застосування засобів штучного інтелекту, зокрема, штучних нейронних мереж і генетичних алгоритмів, при вирішенні задач комп'ютерної обробки зображень. Завдяки застосуванню засобів штучного інтелекту можливо значно підвищити точність цифрової обробки зображень, наприклад, при фільтрації, сегментації і детектуванні зображень об'єктів, що є важливим для практичного використання.

2. Результати навчання

У результаті вивчення навчальної дисципліни студент отримує компетентності, у результаті чого повинен

2.1. Знати: сучасні методи та програмні засоби для зчитування, візуалізації та збереження зображень; основні моделі шумів і спотворень зображень; сучасні методи підвищення візуальної якості зображень; методи фільтрації зображень у просторовій і частотній областях; основні методи виділення контурів і деконволюції зображень; методи сегментації зображень і детектування відрізків прямих, кіл та еліпсів; основи вейвлет-фільтрація зображень; принципи побудови детекторів руху на зображеннях; методи виділення зображень облич.

2.2. Вміти: вибирати метод цифрової обробки зображень для вирішення прикладної задачі, виконувати його програмну реалізацію і тестування; оцінювати достовірність одержаних результатів при цифровій обробці зображень.

2.3. Набути компетентностей:

ЗК - загальних

ЗК2. Здатність до абстрактного мислення, аналізу і синтезу.

ЗК4. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК6. Здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми.

ЗК7. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

СК – фахових (спеціальних)

СК2. Здатність розробляти алгоритмічне та програмне забезпечення, компоненти комп'ютерних систем та мереж, Інтернет додатків, кіберфізичних систем з використанням сучасних методів і мов програмування, а також засобів і систем автоматизації проектування.

СК4. Здатність будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем та мереж.

СК5. Здатність будувати архітектуру та створювати системне і прикладне програмне забезпечення комп'ютерних систем та мереж.

СК6. Здатність використовувати та впроваджувати нові технології, включаючи технології розумних, мобільних, зелених і безпечних обчислень, брати участь в модернізації та реконструкції комп'ютерних систем та мереж, різноманітних вбудованих і розподілених додатків, зокрема з метою підвищення їх ефективності.

СК12. Здатність вирішувати завдання комп'ютерної інженерії з використанням апаратно-програмної обробки даних, засобів штучного інтелекту, хмарних технологій, Інтернету речей та комп'ютеризованих інформаційно-вимірювальних систем і комплексів.

ПРН - програмних результатів навчання

ПРН2. Знаходити необхідні дані, аналізувати та оцінювати їх.

ПРН3. Будувати та досліджувати моделі комп'ютерних систем і мереж, оцінювати їх адекватність, визначати межі застосовності.

ПРН7. Вирішувати задачі аналізу та синтезу комп'ютерних систем та мереж.

ПРН9. Розробляти програмне забезпечення для вбудованих і розподілених застосувань, мобільних і гібридних систем.

ПРН10. Здійснювати пошук інформації в різних джерелах для розв'язання задач комп'ютерної інженерії, аналізувати та оцінювати цю інформацію.

3. Опис навчальної дисципліни

3.1. Загальна інформація

Форма навчання	Рік підготовки	Семестр	Кількість		Кількість годин						Вид підсумкового контролю
			кредитів	всього годин	лекції	практичні	семінарські	лабораторні	самостійна робота	індивідуальні завдання	
Денна	1(5)	2(10)	3	90	14	-	-	16	60	-	Залік
Заочна	1(5)	2(10)	3	90	4	-	-	4	82	-	Залік

3.2. Структура змісту навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем навчальних занять	Кількість годин											
	денна форма						Заочна форма					
	усього	у тому числі					усього	у тому числі				
		лекц.	практ.	лаб.	інд.	срс.		лекц.	практ	лаб.	інд.	срс.
1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**
Змістовий модуль 1. Методи формування, перетворення та фільтрації зображень												
Тема 1. Вступ. Основи цифрової обробки зображень. Методи формування та візуалізації зображень.	12	2		2		8	11	0.5		0.5		10
Тема 2. Методи підвищення візуальної якості зображень.	12	2		2		8	11	0.5		0.5		10
Тема 3. Методи фільтрації зображень у просторовій області	12	2		2		8	11	0.5		0.5		10
Тема 4. Методи фільтрації зображень у частотній області.	10	2		2		6	13	0.5		0.5		12
Разом за ЗМ 1	46	8		8		30	46	2		2		42
Змістовий модуль 2. Методи аналізу та розпізнавання зображень												
Тема 5. Методи виділення контурів, орієнтованої фільтрації та деконволюції зображень	12	2		2		8	11	0.5		0.5		10
Тема 6. Методи сегментації зображень. Детектування відрізків прямих, кіл методом Хафа, використання засобів штучного інтелекту для обробки зображень.	12	2		2		8	11	0.5		0.5		10
Тема 7. Дискретне і неперервне вейвлет-перетворення.	11	1		2		8	11	0.5		0.5		10
Тема 8. Детектори руху на зображеннях. Цифрова фотограмметрія. Методи виділення особливих точок та областей.	9	1		2		6	11	0.5		0.5		10
Разом за ЗМ 2	44	6		8		30	44	2		2		40
Усього годин	90	14		16		60	90	4		4		82

3.3. Тематика лекційних занять із переліком питань

№	Назва теми (завдання)
1	**Вступ. Основи цифрової обробки зображень. Методи формування та візуалізації зображень.** Основні поняття цифрової обробки зображень. Формування та оброблення цифрових зображень у комп'ютеризованих системах. Дискретизація та квантування цифрових зображень. Комп'ютерна обробка кольорових зображень. Способи візуалізації зображень. Геометричні перетворення зображень. Методи масштабування зображень. Перетворення яскравості зображень.
2	**Методи підвищення візуальної якості зображень.** Моделі шумів сигналів. Математичні моделі імпульсного та гаусового шумів. Гістограма зображення. Підвищення візуальної якості зображень шляхом зміни їх яскравості та контрасту.
3	**Методи фільтрації зображень у просторовій області.** Математична модель просторової фільтрації зображень. Операція згортки. Гаусівська фільтрація зображень. Урахування крайових ефектів при фільтрації.
4	**Методи фільтрації зображень у частотній області.** Двомірне пряме та зворотне дискретне перетворення Фур'є. Обчислення та аналіз енергетичного спектру Фур'є зображення. Низькочастотні та високочастотні фільтри: ідеальний, Баттерворта, Гауса. Смугові та режекторні фільтри.
5	**Методи виділення контурів, орієнтованої фільтрації та деконволюції зображень.** Виділення контурів зображень методами Превітта, Собела, Кенні. Фільтрація зображень з використанням орієнтованого двовимірного розподілу Гауса. Орієнтована фільтрація зображень в частотній області. Алгоритми деконволюції: з гаусовим шумом та Річардсона-Люсі.
6	**Методи сегментації зображень. Детектування відрізків прямих, кіл методом Хафа, використання засобів штучного інтелекту для обробки зображень.** Основні методи сегментації зображень. Сегментація зображення методами нарощування областей та водорозділів. Аналіз параметрів сегментів. Детектування відрізків прямих, кіл та еліпсів методом Хафа. Використання засобів штучного інтелекту для видалення шумів та масштабування зображень.
7	**Дискретне і неперервне вейвлет-перетворення.** Неперервні та дискретні вейвлет-перетворення. Області застосування та сімейства вейвлетів. Пряме та зворотне вейвлет-перетворення зображень. Фільтрація шумів на зображеннях за допомогою вейвлет-перетворень.
8	**Детектори руху на зображеннях. Цифрова фотограмметрія. Методи виділення особливих точок та областей.** Детектори руху на зображеннях. Методи виділення особливих точок та областей. Побудова тривимірних (3D) моделей об'єктів методом фотограмметрії. Побудова тривимірних моделей об'єктів на основі зображень з використанням штучних нейронних мереж.

3.4. Тематика лабораторних занять із переліком питань

№	Назва теми (завдання)	Кількість годин
1	Формування, візуалізація та зберігання цифрових зображень	3
2	Підвищення візуальної якості зображень із використанням гістограм	3
3	Геометричні перетворення та цифрова фільтрація зображень у просторовій області	3
4	Цифрова фільтрація зображень у частотній області	3
5	Дискретне вейвлет-перетворення цифрових зображень	4
	Всього	16

3.5. Самостійна робота студента

№	Назва теми	Завдання для самостійної роботи	К-ть год.
1	Вступ. Основи цифрової обробки зображень. Методи формування та візуалізації зображень.	Основні формати цифрових зображень	8
2	Методи підвищення візуальної якості зображень.	Підвищення візуальної якості зображень методами штучного інтелекту	8
3	Методи фільтрації зображень у просторовій області	Практичне застосування цифрової фільтрації зображень у просторовій області	8
4	Методи фільтрації зображень у частотній області.	Практичне застосування цифрової фільтрації зображень у частотній області	8
5	Методи виділення контурів, орієнтованої фільтрації та деконволюції зображень	Застосування методів деконволюції зображень	8
6	Методи сегментації зображень. Детектування відрізків прямих, кіл методом Хафа, використання засобів штучного інтелекту для обробки зображень.	Виділення зображень об’єктів методом Віоли-Джонса. Використання засобів штучного інтелекту для видалення шумів та масштабування зображень	8
7	Дискретне і неперервне вейвлет-перетворення.	Застосування вейвлет-перетворень для стиснення зображень	6
8	Детектори руху на зображеннях. Цифрова фотограмметрія. Методи виділення особливих точок та областей.	Детектори руху на зображеннях. Методи виділення особливих точок та областей. Практичне застосування цифрової фотограмметрії	6
	Всього		60

4. Форми і методи навчання

Основними формами організації навчання є лекційні та лабораторні заняття, а також самостійна робота здобувачів вищої освіти. Самостійна робота спрямована на опрацювання матеріалів лекцій та літературних джерел.

У процесі вивчення дисципліни застосовуються такі методи навчання:

- Пояснювально-ілюстративний метод – виклад теоретичного матеріалу з використанням прикладів схем, діаграм, таблиць і мультимедійних презентацій для пояснення основних понять, принципів і методологій.
- Демонстраційний метод – показ прикладів розробки та реалізації комп’ютерних систем.
- Практичний метод – виконання лабораторних завдань, спрямованих на формування навичок роботи з апаратно-програмними засобами комп’ютерних систем.
- Проблемно-пошуковий метод – постановка практичних проблем і ситуацій, пов’язаних розробкою та застосуванням комп’ютерних систем.
- Аналіз практичних ситуацій – розгляд прикладів побудови комп’ютерних систем для вирішення прикладних завдань із застосуванням мікроконтролерів, мікрокомп’ютерів та комп’ютерних кластерів.
- Обговорення та навчальні дискусії – колективний аналіз проблемних питань, обговорення результатів виконання лабораторних робіт, порівняння можливих підходів до побудови комп’ютерних систем.
- Презентація результатів виконаних завдань – представлення та захист розроблених програмних моделей комп’ютерних систем, обґрунтування прийнятих рішень і формулювання висновків.

Застосовуються інноваційні освітні технології, зокрема, інформаційно-комунікаційні та студентоцентрованого навчання. Освітні технології передбачають використання мультимедійних матеріалів для лекційних занять, методичних вказівок для виконання лабораторних робіт, мов та середовищ розробки комп’ютерних програм, комп'ютерної та телекомунікаційної техніки, відеоконференцій, системи електронного навчання Moodle з метою розвитку навичок аналізу, розробки та використання комп’ютерних систем штучного інтелекту.

5. Система контролю та оцінювання

Система контролю та оцінювання передбачає перевірку рівня засвоєння теоретичних знань, сформованості практичних умінь і здатності застосовувати цифрові інструменти для виконання навчальних завдань. Оцінювання здійснюється систематично протягом семестру з урахуванням своєчасності, самостійності, правильності та якості виконаних робіт.

Форми та методи контролю

***Поточний контроль*:** *усне опитування* студента на лекційних заняттях (фронтальне, індивідуальне); *письмовий контроль* (звіти із виконання лабораторних робіт); *практичний контроль* (захист лабораторних робіт); *тестовий/машинний контроль* (тести у системі Moodle).

Рубіжний контроль: письмові контрольні роботи у кінці змістових модулів №1 - №3.

Підсумковий контроль – залік.

6. Критерії оцінювання поточного та підсумкового контролю

Розподіл балів, які отримують студенти

Поточне оцінювання (аудиторна та самостійна робота)								**Підсумковий контроль (залік)**	**Сумарна кількість балів**
Змістовий модуль 1				**Змістовий модуль 2**					
Т1	Т2	Т3	М1	Т4	Т5	М2	Т6		
	5	7	8	8	9	8	5	40	100

Т1, Т2 ... Т8 – теми змістових модулів; М1, М2 – модульні контрольні роботи

Залежно від характеру відповіді здобувача освіти зазначена кількість балів може бути скоригована за наступними критеріями:

К-ть балів	**Критерії оцінки**
max	здобувач освіти дає вичерпну відповідь на поставлене запитання;
0,8 · max	здобувач освіти при відповіді на поставлене запитання припустився незначних неточностей, які не впливають на суть відповіді;
0,6 · max	здобувач освіти при відповіді на поставлене запитання припустився помилок, які виправляє за допомогою викладача; в середньому може дати правильні відповіді на 50% питань теми;
0,4 · max	здобувач освіти при відповіді на поставлене запитання припустився суттєвих помилок, які все ж таки виправляє за допомогою викладача; дає правильні відповіді на 30% питань теми;
0,2 · max	отримує здобувач освіти, який за допомогою викладача фрагментарно відповідає на запитання, проте не в повній мірі володіє мінімальним рівнем знань з даного питання;
0	якщо характер відповідей дає підставу стверджувати, що здобувач освіти неправильно зрозумів суть питання чи не знав правильної відповіді, а тому відповідав, припускаючись грубих помилок.

Примітка: за max прийнято максимальну оцінку для даного виду діяльності. Заокруглення проводиться до одиниць балу.

Згідно шкали ECTS загальна кількість балів, яку здобувач освіти може отримати у процесі вивчення дисципліни, становить 100 балів, з яких 60 балів здобувач освіти набирає при поточних видах контролю і 40 балів – у процесі підсумкового контролю (залік).

Шкала оцінювання: національна та ЄКТС (Європейська кредитна трансферно-накопичувальна система, ECTS)

Оцінка за шкалою ЄКТС	Оцінка за 100-бальною шкалою	Пояснення	Оцінка за національною шкалою (іспит)	Оцінка за національною шкалою (залік)
A	**90 – 100**	відмінно	**відмінно**	**зараховано**
B	**80-89**	дуже добре	**добре**	
C	**70-79**	добре		
D	**60-69**	задовільно	**задовільно**	
E	**50-59**	достатньо		
FX	**35-49**	(незадовільно) з можливістю повторного складання	**незадовільно**	**не зараховано**
F	**1-34**	(незадовільно) з обов'язковим повторним курсом		

7. Перелік питань для самоконтролю та підсумкового контролю навчальних досягнень студентів

Змістовий модуль 1. Методи формування, перетворення та фільтрації зображень

1. Основні характеристики цифрових зображень, сфера використання цифрової обробки зображень.
2. Принципи формування зображень в цифрових фото- та відеокамерах.
3. Дискретизація та квантування зображень.
4. Принципи програмної обробки цифрових зображень.
5. Які системи координат застосовуються при візуалізації цифрових зображень?
6. Які особливості кольорового зору людини?
7. Як обчислити профіль цифрового зображення?
8. Навести класифікацію шумів на цифрових зображеннях.
9. Пояснити, як обчислюється гістограма цифрового зображення.
10. Як використовуються гістограми для корекції яскравості та контрасту зображень?
11. Описати математично процес фільтрації зображень у просторовій області.
12. Як виконується розширення зображень перед їх згортанням з ядром фільтра?

13. Описати математично пряме і зворотне дискретне двовимірне перетворення Фур'є зображень.
14. Як обчислюються значення просторових частот і періодів на спектрі Фур'є зображення?
15. Розглянути способи фільтрації цифрових зображень у частотній області за допомогою ідеального фільтра, фільтрів Гауса та Баттерворта.
16. Описати низькочастотні та високочастотні, режекторні та смугові фільтри зображень.
17. Яке ядро фільтра використовується при орієнтованій фільтрації зображень у просторовій області? Як визначається його напрямок?
18. Як виконується орієнтована фільтрація зображень у частотній області?

Змістовий модуль 2. Методи аналізу та розпізнавання зображень

19. Перелічити основні методи виділення контурів зображень.
20. Виконати порівняння методів деконволюції зображень.
21. Навести класифікацію методів сегментації зображень.
22. Як виконується детектування відрізків прямих методом Хафа?
23. Як виконується детектування кіл та еліпсів методом Хафа?
24. Виконати порівняння дискретного і неперервного вейвлет-перетворення зображень.
25. Як виконується вейвлет-фільтрація зображень?
26. Які переваги вейвлет-фільтрації у порівнянні з Фур'є фільтрацією?
27. Описати принцип дії детекторів руху на зображеннях.
28. Як виконується вимірювання розмірів об'єктів методом цифрової фотограмметрії?
29. Описати методи виділення особливих точок та областей зображень.
30. Який принцип дії методів виділення зображень облич?

8. Зарахування результатів неформальної освіти

Відповідно до «Положення про взаємодію формальної та неформальної освіти, визнання результатів навчання (здобутих шляхом неформальної та/або інформальної освіти, в системі формальної освіти) у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича (протокол №16 від 25 листопада 2024 року) (https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/poriadok-vyznannia-u-chernivetskomu-natsionalnomu-universyteti-imeni-yuriia-fedkovycha-rezultativ-navchannia-zdobutykh-shliakhom-neformalnoi-taabo-informalnoi-osvity/) у процесі вивчення дисципліни здобувачу освіти може бути зараховано до 25% балів, отриманих за результатами неформальної та/ або інформальної освіти, які відповідають тематиці дисципліни.

9. Рекомендована література

Фахова (основна)

1. Методи цифрової обробки зображень: методичні вказівки до лабораторних робіт / уклад.: С.В. Баловсяк, Х.С. Одайська. Чернівці: ЧНУ, 2022. 48 с.
2. Кравченко І.В., Микитенко В.І. Цифрова обробка сигналів та зображень. Частина 1. Практикум. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 76 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/73975.
3. Кравченко І.В., Микитенко В.І. Цифрова обробка сигналів та зображень. Частина 2. Практикум. Київ: КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 85 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/74240.
4. Мельник Р.А. Алгоритми та методи опрацювання зображень: навчальний посібник. Нац. ун-т "Львів. політехніка". Львів : Вид-во Львів. політехніки, 2017. 217 с.
5. Микитенко В.І., Тимчик Г.С. Цифрова обробка сигналів та зображень. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 181 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/72900.
6. Рибальченко М.О., Єгоров О.П., Зворикін В.Б. Цифрова обробка сигналів: навчальний посібник. Дніпро: НМетАУ, 2018. 79 с. https://nmetau.edu.ua/file/navchalniy_posibnik_tsos.pdf.
7. Ушенко Ю. О., Деревянчук О. В., Дуболазов О. В. Методи й засоби інтелектуальної обробки сигналів: мор-фологічна обробка зображень: навч. посіб. Чернівці : Чернівец. нац. ун-т ім. Ю. Федьковича, 2025. 152 с. https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/handle/123456789/12363.
8. Філатова Г.Є. Проектування цифрових фільтрів : навч. посіб. за курсом "Обробка сигналів і зображень". Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". Харків : ХНАДУ : НТУ "ХПІ", 2017. 119 с.
9. Germanov A. How to Detect Objects in Images Using the YOLOv8 Neural Network. 2023. URL: https://www.freecodecamp.org/news/how-to-detect-objects-in-images-using-yolov8.
10. Gonzalez R., Woods R. Digital image processing. 4th edidion, Pearson/ Prentice Hall, NY, 2018. 1192 p.
11. Intelligent Imaging and Analysis / Ed. DaeEun Kim, Dosik Hwang. Switzerland, Basel: MDPI, 2020. 492 p. https://doi.org/10.3390/books978-3-03921-921-6.
12. Zampirolli F. Digital Image Processing and Computer Vision. Federal University of ABC. 2026. 397p. https://fzampirolli.github.io/pdi-vc/cpp.en/livro.en.cpp.pdf.

Допоміжна

13. Balovsyak S., Borcha M., Hnatiuk Yu., Odaiska Kh., Fodchuk I. Scaling of Digital Images by Adaptive and Combined Application of Interpolation Algorithms // International Journal of Image, Graphics and Signal Processing (IJIGSP). 2026. Vol. 18, No. 2. P. 36-50. https://doi.org/10.5815/ijigsp.2026.02.03.
14. Balovsyak S., Hrynyk N., Hu Zh., Odaiska Kh., Yanchuk I. Improving accuracy of photogrammetry method using image segmentation by YOLO neural networks // IntelITSIS 2025: 6th International Workshop on Intelligent Information Technologies & Systems of Information Security with CEUR-WS, CEUR Workshop Proceedings. 2025. Vol. 3963. P. 125-138. https://doi.org/10.55056/ceur-ws.org/Vol-3963/paper11.pdf
15. Balovsyak S., Stets S. Preprocessing of object images before their detection using YOLO neural network // Security of Infocommunication Systems and Internet of Things. 2025. Vol. 3, No. 2, Paper 02002. P. 1-5. https://doi.org/10.31861/sisiot2025.2.02002.
16. Nickolas P. Wavelets: a student guide / P. Nickolas. UK: Cambridge University Press, 2017. 275 p.
17. Torralba A., Isola P., Freeman W.T. Foundations of Computer Vision. MIT Press, 2024. 840 p. https://visionbook.mit.edu.

18. Yakovliev S., Balovsyak S., Borcha M., Iakovlieva I., Yanchuk I. Automatic bilateral filtering of digital images using histograms // Proc. SPIE 13813, Seventeenth International Conference on Correlation Optics. 2025. Vol. 13813. P. 138130M-1 - 138130M-6. https://doi.org/10.1117/12.3091536.
19. Онищенко В.В., Нікітін В.А. Штучний інтелект в задачах обробки зображень. Лабораторний практикум. Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2025. 183 с. https://ela.kpi.ua/handle/123456789/74096.

10. Інформаційні ресурси

1. Навчальна платформа Moodle. URL: https://moodle.chnu.edu.ua/course/view.php?id=2542#section-1.
2. Освітні програми кафедри КСМ. URL: https://csn.chnu.edu.ua/about-us/ok-rivni/
3. ОПП "Комп'ютерна інженерія" (магістратура). URL: https://csn.chnu.edu.ua/spetsialnist-123-komp-yuterna-inzheneriya-opp-komp-yuterna-inzheneriya-magistratura-1-5-r/
4. Хмарне середовище розробки Colab. URL: https://colab.research.google.com.
5. Scientific Python Lectures. URL: https://lectures.scientific-python.org.

11. ПОЛІТИКА ЩОДО АКАДЕМІЧНОЇ ДОБРОЧЕСНОСТІ

Дотримання політики щодо академічної доброчесності учасниками освітнього процесу при вивченні освітнього компонента регламентовано чинними документами ЧНУ:

- «Етичний кодекс Чернівецького національного університету імені Юрія Федьковича» https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/etychnyi-kodeks-chernivetskoho-natsionalnoho-universytetu-imeni-yuriia-fedkovycha/
- «Положенням про виявлення та запобігання академічного плагіату у Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича» https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/polozhennia-pro-vyiavlennia-ta-zapobihannia-akademichnomu-plahiatu-u-chernivetskomu-natsionalnomu-universyteti-imeni-yuriia-fedkovycha/
- «Політика використання штучного інтелекту в Чернівецькому національному університеті імені Юрія Федьковича» https://www.chnu.edu.ua/universytet/normatyvni-dokumenty/polityka-vykorystannia-shtuchnoho-intelektu-v-chernivetskomu-natsionalnomu-universyteti-imeni-yuriia-fedkovycha/

Використання здобувачами освіти інструментів штучного інтелекту (ШІ) під час виконання навчальних завдань:

- допускається за умови дотримання принципів академічної доброчесності (здобувач освіти несе відповідальність за зміст, достовірність і результати поданої роботи, а у разі використання ШІ зобов'язаний зазначити факт і спосіб його застосування);
- не допускається використання ШІ як заміни самостійного виконання завдань або з метою порушення вимог академічної доброчесності;
- додаткові обмеження чи вимоги щодо використання ШІ можуть визначатися викладачем в освітньому процесі для конкретних видів навчальної діяльності відповідно до особливостей дисципліни.