

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ імені ІВАНА ФРАНКА

Кафедра (циклова комісія)  
оптоелектроніки та інформаційних технологій

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Декан факультету \_\_\_\_\_

доц. Юрій ФУРГАЛА

“ ”

2022 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

Цифрова обробка зображень

(шифр і назва навчальної дисципліни)

спеціальність 121 – Інженерія програмного забезпечен-

ня

(шифр і назва спеціальності)

спеціалізація \_\_\_\_\_

(назва спеціалізації)

факультет електроніки та комп’ютерних технологій

(назва інституту, факультету, відділення)

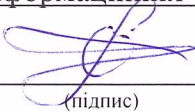
Робоча програма “Цифрова обробка зображень” для студентів  
(назва навчальної дисципліни)  
галузі знань “12 – Інформаційні технології”  
за спеціальністю “121 Інженерія програмного забезпечення”

Розробник: Половинко І.І. професор кафедри оптоелектроніки та інформаційних технологій, доктор фіз.-мат наук, професор  
(вказати авторів, їхні посади, наукові ступені та вчені звання)

Робочу програму схвалено на засіданні кафедри (циклової комісії) кафедри оптоелектроніки та інформаційних технологій

Протокол від “ 29 ” 08 2022 року № 9

Завідувач кафедри кафедри оптоелектроніки та інформаційних технологій

  
(підпис) ( Кушнір О.С. )  
(прізвище та ініціали)

Ухвалено Вченою радою факультету електроніки та комп'ютерних технологій

Протокол від “ 31 ” 08 2022 року № 28/22

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, освітньо-кваліфікаційний рівень	Характеристика навчальної дисципліни	
		денна форма навчання	заочна форма навчання
Кількість кредитів <b>4</b>	Галузь знань <u>12 Інформаційні технології</u> (шифр і назва)	Нормативна (за вибором)	
Модулів – <i>немає</i>	Спеціальність: <u>121 Інженерія програмного забезпечення</u>	Рік підготовки	
Змістових модулів – <b>2</b>		<b>3-й</b>	
Індивідуальне науково-дослідне завдання <u>немає</u> (назва)		Семестр	
Загальна кількість годин – <b>120</b>		<b>6-й</b>	
Тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – <b>4</b> самостійної роботи студента – <b>3,5</b>	Освітній ступінь <u>бакалавр</u>	Лекції	
		<b>32 год.</b>	
		Практичні, семінарські	
		<i>немає</i>	
		Лабораторні	
		<b>32 год.</b>	
		Самостійна робота	
		<b>56 год.</b>	
		Індивідуальні завдання:	
		<i>немає</i>	
Вид контролю:			
<i>залік</i>			

### 1. Мета та завдання навчальної дисципліни

#### **Мета:**

Основною метою викладання дисципліни є надання студентам необхідних теоретичних та практичних аспектів комп'ютерної обробки зображень. Ряд із розглянутих алгоритмів реалізовані і широко використовуються у відомих пакетах цифрової обробки зображень. Розглядаються основні напрямки обробки і аналізу зображень, включаючи основні теорії сприйняття і реєстрації відеоінформації, методи фільтрації, мало хвильові перетворення, покращення, відновлення і стиску чорно-білих і кольорових зображень. Розглядаються також питання сегментації, морфологічний аналіз зображення

#### **Цілі:**

У результаті викладання дисципліни «Цифрова обробка зображень» слухачі повинні засвоїти особливості цифрової обробки реальних оптичних сигналів, ефективні алгоритми обчислення дискретного двовимірного перетворення

Фур'є, згортки і цифрового спектрального аналізу; Освоїти методи розрахунку і розробки цифрових оптичних фільтрів. Оволодіти основами розробки цифрових пристроїв і систем обробки зображень на базі сучасної комп'ютерної техніки і процесорів цифрової обробки сигналів. Базові методи і алгоритми цифрової обробки зображень, особливостями цифрового двовимірного спектрального аналізу

### **В результаті вивчення цього курсу студент**

#### **повинен знати:**

Після лекційного курсу і лабораторного практикуму студент повинен знати як застосовувати на практиці отримані знання, зокрема для вирішення задач цифрової обробки зображень за допомогою різноманітних пакетів прикладного програмного забезпечення; розробляти спеціалізовані цифрові пристрої на базі процесорів цифрової обробки зображень, використовувати базові методи і алгоритми цифрової обробки зображень; аналізувати з точки зору практичного використання різноманітні методи розрахунку і проектування цифрових оптичних пристроїв;

#### **повинен вміти:**

- застосовувати на практиці отримані знання;
- застосовувати для вирішення задач цифрової обробки зображень відомі пакети прикладного програмного забезпечення;
- розробляти спеціалізовані цифрові пристрої на базі процесорів цифрової обробки зображень.
- використовувати базові методи і алгоритми цифрової обробки зображень;
- аналізувати з точки зору практичного використання різноманітні методи розрахунку і проектування двовимірних цифрових фільтрів;

Після вивчення даного курсу «Цифрова обробка зображень» здобувачі набудуть таких Загальних та Фахових компетентностей та Програмних результатів навчання:

K01. Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

K02. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

K03. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

K04. Здатність спілкуватися іноземною мовою мовою як усно, так і письмово.

K14. Здатність брати участь у проектуванні програмного забезпечення для цифрової обробки зображень, включаючи проведення моделювання (формальний опис) його структури, поведінки та процесів функціонування.

K15. Здатність розробляти архітектури, модулі та компоненти програмних систем.

K20. Здатність застосовувати фундаментальні і міждисциплінарні знання для успішного розв'язання завдань інженерії програмного забезпечення.

K26. Здатність до алгоритмічного та логічного мислення

ПР05: Знати і застосовувати відповідні математичні поняття, для розробки програмного забезпечення щодо розробки різноманітних оптичних фільтрів.

ПР23: Вміти документувати та презентувати результати розробки програмного забезпечення.

### *3. Програма навчальної дисципліни*

#### **ВСТУП. СТРУКТУРА ТА ЗАВДАННЯ КУРСУ.**

Історія розвитку задач цифрової обробки зображень. Основні поняття і задачі цифрової обробки зображень. Предмет обробки зображень. Електромагнітний спектр обробки зображень. Історія розвитку методів і систем цифрової обробки зображень. Основні стадії та системи обробки зображень

#### **Змістовий модуль 1. ЦИФРОВЕ ПРЕДСТАВЛЕННЯ ТА МЕТОДИ ПОКРАЩЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ.**

##### **Тема 1. Основи цифрового представлення зображень**

**Елементи зорового сприйняття.** Будова людського ока. Формування зображення в оці. Яскрава адаптація і контрастна чутливість.

##### **Опрацювання сигналів та даних.**

Фізичні сигнали та технології їх опрацювання. Дискретизація та квантування аналогових сигналів. Квантування дискретних сигналів. Дискретизація та квантування неперервних зображень. Робота в режимі реального часу. Інформаційні технології і системи.

##### **Тема 2. Операції із зображеннями.**

**Зчитування і реєстрація зображень.** Реєстрація зображення за допомогою одиничного сенсора. Реєстрація за допомогою лінійки і матриці сенсорів. Модель формування зображення. Міри віддалей. Поелементні операції над зображеннями. Лінійні і нелінійні перетворення.

**Дискретизація і квантування зображення.** Основні поняття. Представлення цифрового зображення. Просторове і яскравне розділення. Ефекти муара і накладання спектрів. Збільшення і зменшення цифрових зображень.

**Співвідношення між пікселями.** Сусіди окремого елемента. Суміжність, зв'язність, області і границі.

##### **Тема 3. Просторові і частотні методи покращення зображень.**

**Градаційні перетворення.** Перетворення зображення в негатив. Логарифмічне перетворення. Ступеневі перетворення. Кусково-лінійні функції.

**Видозміна гістограм.** Еквалізація гістограми. Приведення гістограми. Локальне покращення. Гістограмні статистики.

**Покращення з використанням арифметично-логічних операцій та просторової фільтрації.** Віднімання зображень. Усереднення зображень. Лінійні згладжуючі фільтри. Порядкова статистика. Просторові фільтри підвищення яскравості. Використання других похідних Лапласіана та перших похідних градієнтів. Комбінування методів просторового покращення.

#### **Змістовий модуль 2. ВІДНОВЛЕННЯ І ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ**

##### **Тема 1. ВІДНОВЛЕННЯ ЗОБРАЖЕНЬ.**

Модель шуму у процесі спотворення/відновлення зображення. Просторові і частотні властивості шуму. Функції густини розподілу ймовірностей для деяких важливих типів шуму. Періодичний шум. Побудова оцінок для параметрів шуму. Гасіння шумів методами просторової фільтрації. Усереднюючі фільтри. Фільтри що базуються на порядкових статистиках. Адаптивні фільтри. Гасіння шумів за допомогою частотної фільтрації.

Режекторні фільтри. Смугові фільтри. Вузькосмугові фільтри. Оптимальна вузько смугова фільтрація. Лінійні трансляційно-інваріантні спотворення. Оцінка спотворюючої функції. Візуальний аналіз зображення. Експеримент. Моделювання. Інверсна фільтрація. Вінерівська фільтрація. Мінімізація згладжую чого потенціалу зі зв'язком. Середньо геометричний фільтр. Геометричні перетворення. Просторові перетворення. Інтерполяція значень яскравості.

## **Тема 2. ОБРОБКА КОЛЬОРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ.**

Основи теорії кольору. Колірні моделі. Модель RGB, CMY, CMYK, HIS.

Обробка зображень по псевдокольорах. Квантування за яскравістю. Перетворення яскравості в колір. Колірні перетворення. Колірне доповнення. Вирізання колірного діапазону. Яскрава і колірна корекція. Обробка гістограм. Обробка гістограм. Згладжування і підвищення різкості кольорових зображень. Колірна сегментація. Сегментація в колірних просторах HIS і RGB. Виявлення контурів на кольорових зображеннях. Шум на кольорових зображеннях. Стиск кольорових зображень.

## **Тема 3 МАЛОХВИЛЬОВІ ПЕРЕТВОРЕННЯ І КОРОТКОМАСШТАБНА ОБРОБКА**

Піраміди зображень. Субсмугове кодування. Перетворення Хаара. Коротко масштабні розклади. Розклади в ряди. Масштабуючі функції. Малохвильові функції. Одномірні мало хвильові перетворення. Розклад в ряди. Дискретне мало хвильове перетворення. Інтегральне мало хвильове перетворення. Швидке та двомірне мало хвильове перетворення. Мало хвильові пакети.

**Тема 4. СТИСК ЗОБРАЖЕНЬ.** Кодова, надлишкова та візуальна надлишковості. критерії правильності відтворення. Моделі стиску зображень. Кодер і декодер джерела. Кодер і декодер каналу. Особливості передачі інформації. Вимірювання інформації. Канал передачі інформації. Основні теореми кодування і використання теорії інформації. Стиск без втрат. Нерівномірне кодування. LZW- кодування. Кодування бітових площин. Трансформаційне кодування. Мало хвильове кодування. Стандарти стиску зображень. Стиск двійкових зображень. Стиск півтонових нерухомих зображень. Телевізійні стандарти стиску.

**Тема 5. МОРФОЛОГІЧНА ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ.** Основи теорії множин. Логічні операції над двійковими зображеннями. Дилатація і ерозія. Розмикання і замикання. Перетворення успіх-невдача. Основні морфологічні алгоритми. Виділення границь. Заповнення областей. Виділення зв'язних компонент. Випукла оболонка. Уточнення. Потовщення. Побудова остову. Відсікання. Зведена таблиця морфологічних операцій. Розширення морфологічних алгоритмів на півтонові зображення. Дилатація, ерозія, розмикання і замикання.

## **Тема 6. СЕГМЕНТАЦІЯ ЗОБРАЖЕНЬ.**

Виявлення розривів яскравості. Виявлення точок, ліній і перепадів. Зв'язування контурів і знаходження границь. Локальна обробка. Глобальний аналіз за

допомогою за допомогою перетворень Хара і методу теорії графів. Порогова обробка. Роль освітлення. Обробка глобальним і адаптивними порогоми. Використання характеристик границі для покращення гістограми і локальної порогової обробки. Пороги що базуються на декількох змінних. Сегментація на окремі області. Вирощування, розділення і злиття областей. Сегментація по морфологічних водорозділах. Побудова перегородок. Алгоритм сегментації по водорозділах. Використання маркерів і руху при сегментації. Простоові і частотні методи.

#### **Тема 7. ПРЕДСТАВЛЕННЯ І ОПИС.**

Ланцюгові коди. Апроксимація ломаною лінією. Сигнатури. Сегменти границі. Остови областей. Дескриптори границь. Топологічні і текстурні дескриптори. Моменти двомірних функцій. Використання головних компонентів для опису. Реляційні дескриптори.

#### **4. Структура навчальної дисципліни**

Назви змістових модулів і тема	Кількість годин						
	Усього	Денна форма					
		у тому числі					
1	2	л	п	лаб	конс	Ср	залік
		3	4	5	6	7	8
<b>ВСТУП. СТРУКТУРА ТА ЗАВДАННЯ КУРСУ.</b> Історія розвитку задач цифрової обробки зображень. Основні поняття і задачі цифрової обробки зображень.	1	1		-			-
<b>Змістовий модуль 1. просторова фільтрація зображень.</b>							
<b>Тема 1.. Градаційні перетворення.</b> Перетворення зображення в негатив. Логарифмічне перетворення. Ступеневі перетворення. Кусково-лінійні функції.	3	2		0		1	
<b>Тема 2.. Видозміна гістограм.</b> Еквалізація гістограми. Приведення гістограми. Локальне покращення. Гістограмні статистики.	Лекція	2		2		1	
<b>Тема 3. Покращення з використанням арифметично-логічних операцій та просторової фільтрації.</b>	6	2		2		2	
<b>Тема 4. ОБРОБКА КОЛЬОРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ</b> Основи теорії кольору. Колірні моделі.	7	3		2		2	
<b>Тема 5</b> Згладжування і підвищення різкості кольорових зображень. Колірна сегментація.	5	3		0		2	
<i>Разом – зм. Модуль I</i>	<b>26</b>	<b>12</b>		<b>6</b>		<b>8</b>	<b>0</b>
<b>Змістовий модуль 2.. Частотна фільтрація і відновлення зображень</b>							



<b>Тема 1.</b> Піраміди зображень. Субсмугове кодування. Перетворення Хаара. Коротко масштабні розклади. Розклади в ряди.	7	4		2		1	
<b>Тема 2.</b> Дискретне двовимірне перетворення Фур'є.	6	2		2		2	
<b>Тема 3.</b> Фільтрація у частотній області. Відповідність між частотною і просторовою областями.	6	2		2		2	
<b>Тема 4</b> Низькочастотні оптичні фільтри							
<b>Тема 5</b> Високочастотні оптичні фільтри							
<b>Тема 6</b> Гомоморфна частотна фільтрація							
<b>Тема 7</b> Модель шуму у процесі спотворення/відновлення зображення.							
<b>Тема 8</b> Функції густини розподілу ймовірностей для деяких важливих типів шуму. Періодичний шум. Побудова оцінок для параметрів шуму							
<b>Тема 9</b> Гасіння шумів методами просторової фільтрації. Усереднюючі фільтри. Фільтри що базуються на порядкових статистиках.							
<b>Тема 10</b> Вінерівська фільтрація. Мінімізація згладжуючого потенціалу зі зв'язком.							
<i>Разом – зм. модуль 2</i>	<b>19</b>	<b>8</b>		<b>4</b>		<b>5</b>	

<b>Усього годин</b>	<b>122</b>	<b>32</b>		<b>32</b>	<b>0</b>	<b>56</b>	<b>2</b>
---------------------	------------	-----------	--	-----------	----------	-----------	----------

### **5. Темі семінарських занять**

Семінарських занять в курсі не передбачено

### **6. Темі практичних занять**

Практичні заняття в курсі не передбачені.

### **7. Темі лабораторних занять**

<b>№ п/п</b>	<b>Тема заняття, його зміст</b>	<b>Об'єм в годинах</b>
<b>1.</b>	Вступне заняття	2
<b>2.</b>	Градаційні перетворення зображень	2

3.	Згладжуючі просторові фільтри	2
4	Просторові фільтри покращення різкості	2
5.	Гістограмна обробка зображень	2
6.	Вейвлетна обробка зображень	2
7.	Колірна модель RGB	2
8	Колірні моделі CMYiCMYK	2
9	Колірна модель HSI. Зв'язок між моделями.	2
10	Пряме і зворотнє двовимірне перетворення Фур'є	2
11	Низькочастотні оптичні фільтри	2
12	Високочастотні оптичні фільтри	2
13	Зашумлення зображень	2
14	Відновлення зображень просторовими фільтрами	2
15	Відновлення зображень частотними фільтрами	2
16	Заключне заняття	2
Усього		<b>32</b>

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	<i>Робота в середовищі Python, C# для візуалізації даних</i>	3,5
2	Піксельна арифметика	3,5
3	Аналіз зображень у різних частотних областях	3,5
4	Порівняння ефективності різноманітних градаційних перетворень	3,5
5	Розрахунок просторових згладжуючих фільтрів	3,5
6	Розрахунок просторових фільтрів різкості Аналіз ефективності просторових фільтрів	3,5
7	Двовимірне дискретне перетворення Фур'є і його обернення	3,5
8	Відповідність між просторовою і частотною фільтрацією	3,5
9	Використання фільтру низьких частот Баттерворта	3,5
10	Використання фільтру високих частот Баттерворта	3,5
11	Вивчення швидкого двовимірного перетворення Фур'є.	3,5
12	Аналіз і порівняння різноманітних видів шумів	3,5
13	Використання інверсних фільтрів придушення шумів	3,5
14	Порівняння ефективності колірних моделей	3,5
15	Перетворення Добеши.	3,5
16	Виділення певних особливостей зображень	3,5
	Разом	<b>56</b>

### 10. Методи навчання

Інформаційні методи (лекція, бесіда, ілюстрація, демонстрація); дедуктивні методи на основі узагальнень; евристичні методи (проблемна лекція); інтерактивні методи (дискусія).

### 11. Методи контролю

Поточний контроль здійснюється шляхом проведення усного опитування та написання письмових звітів по виконаних лабораторних роботах. У кінці курсу проводиться залік.

### 11. Розподіл балів, що присвоюються студентам

Приклад розподілу балів, які отримують студенти (для іспиту)

<b>Поточне тестування та самостійна робота</b>		<b>Робота на лабораторних</b>	<b>Підсумковий тест (залік)</b>	<b>Сума</b>
<b>Змістовий модуль 1</b>	<b>Змістовий модуль 2</b>			
15	15	50	20	100

**Шкала оцінювання: Університету, національна та ECTS**

<i>Оцінка в балах</i>	<i>Оцінка ECTS</i>	<i>Визначення</i>	<i>За національною шкалою</i>	
			<i>Екзаменаційна оцінка, оцінка в диференційній шкалі</i>	<i>іспит</i>
90–100	<b>A</b>	<i>Відмінно</i>	<i>Відмінно</i>	
81-89	<b>B</b>	<i>Дуже добре</i>	<i>Добре</i>	
71-80	<b>C</b>	<i>Добре</i>		
61-70	<b>D</b>	<i>Задовільно</i>	<i>Задовільно</i>	
51-60	<b>E</b>	<i>Достатньо</i>		

### **13. Рекомендована література**

<b>№ п/п</b>	<b>Автори</b>	<b>Назва</b>	<b>Рік</b>
--------------	---------------	--------------	------------

#### **Основна:**

1. A. Marion *An Introduction to Image Processing*, Chapman and Hall, 1991, p 274.
2. R.C. Gonzalez, E.R. Woods, “Digital Image Processing” Second Edition Prentice Hall Upper Saddle River, New Jersey 07458, P. 797, 2017.
3. А.Й. Наконечний, Р.А. Наконечний, В.А. Павлиш Цифрова обробка сигналів, В-во львівської політехніки, Львів, 2010, 308с.
4. Коханович Г.Ф., Пузиренко Ф.Ю. Комп’ютерна стеганографія. Теорія і практика-Київ:Київ- Прес, 2006.-288с
5. В. Бондарев, Г.Трестер, В. Чернега Цифрова обробка сигналів: методи і засоби. Учбовий посібник для вузів. Севастополь, 1999, 398с.

#### **Додаткова:**

1. Ihor Polovynko, Digital signature creation by using discrete cosine and wavelet transformations, Electronics and Information Technology., 2018- Issue10. – PP.86-98
2. Ihor Polovynko Marcing of the Color Imagies by Using Wavelet Transformations, Electronics and Information Technology – 2021 – Issue15. – PP.59-66 .
3. I. Polovynko, L. Kniazevich IMPROVEMENT OF IMAGES BY USING GRADUATE TRANSFORMATIONS OF THEIR FURIER DETIPTIONS. Technology Audit and Production Reserves, № 2(58) 2021, P.16-19

4 I.Polovynko, A. Kashuba Metod of space image improvement by using spatial optical mask and frequency filters. Collected scientific papers Electronics and information technologies . Issue 12 pp.55-63. 2019

5 І.Половинко, О. Семочко // Метод оцінки відновлення зображень із використання просторових і частотних фільтрів. International Science Journal of Engineering & Agriculture-1922 1(4) P8-18.

6. Проектування цифрових фільтрів. Методичні вказівки до курсового проектування. В.Г.Артюхов, А.А.Бритов, Київ, КПІ, 2008 р