

**Міністерство освіти і науки України**  
Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

**Кафедра** Інформаційно-комунікаційних технологій ім.О.О. Зеленського (№ 504)

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**  
Гарант освітньої програми

  
(підпис)

Віктор МАКАРЧЕВ

26 серпня 2024 р.

**РОБОЧА ПРОГРАМА ОBOB'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Сучасні методи обробки сигналів»  
(назва навчальної дисципліни)

**Галузь знань:** 17 «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації»  
(шифр і найменування галузі знань)

**Спеціальність:** 172 «Електронні комунікації та радіотехніка»  
(код та найменування спеціальності)

**Освітньо-наукова програма:** «Інформаційні мережі зв'язку»

**Форма навчання:** денна

**Рівень вищої освіти:** другий (магістерський)

**Харків 2024 рік**

Розробник: зав.каф. 504, д.т.н., професор Володимир ЛУКІН  
(посада, науковий ступінь і вчене звання, ім'я та прізвище)



(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри № 504  
інформаційно-комунікаційних технологій ім. О.О. Зеленського

(назва кафедри)

Протокол № 1 від 26 серпня 2024 р.

Завідувач кафедри д.т.н., професор  
(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Володимир ЛУКІН  
(ім'я та прізвище)

## 1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 4	<p style="text-align: center;"><b>Галузь знань</b> «Електроніка, автоматизація та електронні комунікації» (шифр і найменування)</p> <p style="text-align: center;"><b>Спеціальність</b> 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» (код і найменування)</p> <p style="text-align: center;"><b>Освітньо-наукова програма</b> «Інформаційні мережі зв'язку» (найменування)</p> <p style="text-align: center;"><b>Рівень вищої освіти:</b> другий (магістерський)</p>	Обов'язкова
Кількість модулів – 1		<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 2		2024/2025
Індивідуальне завдання – не передбачене		<b>Семестр</b>
Загальна кількість годин 48*/120		1-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3 самостійної роботи здобувача – 4,5		<b>Лекції*</b>
		32 години
		<b>Практичні*</b>
		<b>Лабораторні*</b>
		16 - годин
	<b>Самостійна робота</b>	
72 години		
<b>Вид контролю</b>	модульний контроль, залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 48/72

\*Аудиторне навантаження може бути зменшене або збільшене на одну годину залежно від розкладу занять.

## 2. Мета та завдання навчальної дисципліни

**Мета вивчення:** формування теоретичних та практичних знань та звичок, що необхідні для розробки та аналізу ефективності методів і алгоритмів цифрової обробки багатовимірних сигналів і зображень у радіотехнічних та телекомунікаційних системах різного призначення.

**Завдання:** вивчення методів детермінованого та ймовірнісного моделювання та обробки багатовимірних сигналів при розробці систем різного призначення.

### Компетентності, які набуваються

#### Загальні компетентності:

- здатність виявляти наукову сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв'язання;
- здатність досліджувати проблеми з використанням системного аналізу, синтезу, комп'ютерного моделювання та методів оптимізації;
- здатність генерувати нові ідеї (креативність), виявляти, ставити та вирішувати проблеми, знаходити оптимальні шляхи щодо їх вирішення.

#### Фахові компетентності:

- здатність організувати і проводити експериментальні дослідження;
- здатність визначати ефективність рішень в сфері розподілу і обробки інформації з використанням аналітичних методів і методів моделювання;
- здатність застосовувати математичну теорію організації і планування експерименту, розробляти плани проведення досліджень, вибирати алгоритми опрацювання інформації, а також застосовувати необхідне програмне забезпечення для автоматизації обчислень;
- вдосконалювати методи та технічні засоби оцінювання якості продукції та послуг з використанням інформаційних технологій.

#### Очікувані результати навчання:

- знання сучасних методів і програмного забезпечення побудови адекватних теоретичних моделей і способів їх обґрунтування;
- спроможність аналізувати складні інженерні задачі, процеси і системи відповідно до спеціалізації; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; уміння інтерпретувати результати таких досліджень;
- знання основ професійно-орієнтованих дисциплін спеціальності, технологій та загальних положень проектування інформаційних систем та мереж, їх складових частин, методики розрахунків;
- здатність ефективно застосовувати роботу з комп'ютером, його технічним та програмним забезпеченнями (носіями інформації, базами даних тощо).

**Пререкевізити** - Цифрова обробка даних, Обробка мультимедійних даних

**Кореквізити** - Сучасні інформаційні технології в науці та освіті.

**Постреквізити** – Інтелектуальна обробка даних дистанційного зондування

## 3. Програма навчальної дисципліни

### Модуль 1.

**Змістовний модуль 1. Багатоканальні сигнали, їх властивості та моделювання. Фільтрація багатовимірних сигналів та зображень.**

#### Тема 1. Види багатоканальних сигналів, їх основні застосування та властивості.

Одновимірні, багатовимірні та багатоканальні сигнали. Области застосування таких сигналів та відповідні системи. Властивості багатоканальних сигналів. Кореляційні характеристики. Візуалізація багатоканальних сигналів та їх попередній аналіз.

#### Тема 2. Причини появи завад та викривлень. Їх статистичні та кореляційні характеристики.

Гаусові й негаусові завади. Фактори, що на це впливають. Типи викривлень. Їх характеристики. Спектри та кореляційні функції.

### **Тема 3. Моделювання та оцінювання характеристик.**

Особливості моделювання негаусових процесів. Причини можливої зміни відношення сигнал-шум у часі та просторі. Моделювання негаусових та нестационарних випадкових процесів. Стійкі методи оцінювання. Оцінки зсуву, оцінки масштабу. Міріада та меридіанна оцінки. Бутстреп.

### **Тема 4. Оцінювання характеристик завад для реальних даних.**

Оцінювання закону розподілу. Визначення типу завад. Оцінювання характеристик адитивних та сигнально-залежних завад. Оцінювання відношення сигнал-шум. Характеристики завад в реальних багатоканальних сигналах та зображеннях. Автоматичне оцінювання. Вимоги та існуючі методи.

### **Тема 5. Векторна фільтрація у ковзному вікні.**

Векторний медіанний фільтр. Векторний альфа-урізаний фільтр. Кутові векторні фільтри. Основні характеристики. Порівняльний аналіз.

### **Тема 6. Обробка на основі ортогональних перетворень.**

Ортогональні перетворення, що застосовуються. Вибір ортогонального перетворення. Умови використання. Попередня обробка. Гомоморфні та варіаційно-стабілізуючі перетворення. Порівняльний аналіз покомпонентної та тривимірної обробки.

### **Тема 7. Нелокальна фільтрація.**

Суть нелокальної фільтрації. Відомі нелокальні фільтри. Проблеми нелокальної фільтрації. Застосування для обробки гіперспектральних зображень та відео.

## **Модульний контроль**

### **Змістовний модуль 2. Стиснення багатоканальних сигналів. Інтелектуальна обробка.**

#### **Тема 1. Особливості стиснення без втрат. Стиснення багатоканальних сигналів.**

Підходи до стиснення без втрат. Характеристики стиснення, що досягнуті на даний час. Стиснення багатоканальних ЕКГ та інших типів багатоканальних сигналів. Попередня обробка.

#### **Тема 2. Стиснення з втратами. Сучасні підходи.**

Стиснення на основі поканальних перетворень та ДКП. Декореляція даних. Вимоги до стиснення. Їх пріоритет.

#### **Тема 3. Методи стиснення багатоканальних зображень. Контроль якості. Контроль коефіцієнту стиснення.**

Поканальне та векторне стиснення. Формування груп. Метрики якості. Забезпечення якості. Забезпечення інших параметрів. Порівняльний аналіз параметрів стиснення для поканальної та векторної обробки. Стандарти, що розробляються.

#### **Тема 4. Суміщення зображень. Автоматизація суміщення.**

Стартові умови суміщення. Вимоги до методів та алгоритмів. Типи перетворень, що використовуються. Пошук подібних фрагментів. Оптимізація параметрів перетворень. Характеристики точності.

#### **Тема 5. Прогнозування ефективності фільтрації.**

Вимоги до прогнозування. Підходи до прогнозування. Вхідні та вихідні показники. Регресія за допомогою скатерограм. Точність прогнозування та її підвищення. Прийняття рішень про доцільність використання фільтрації.

#### **Тема 6. Прогнозування параметрів стиснення.**

Вимоги до прогнозування. Підходи до прогнозування. Вхідні та вихідні показники. Регресія за допомогою скатерограм. Точність прогнозування та її підвищення. Прийняття рішень про характеристики стиснення.

#### **Тема 7. Розпізнавання та класифікація даних.**

Підходи до розпізнавання та класифікації. Вимоги. Критерії ефективності. Відомі класифікатори. Їх порівняльний аналіз. Приклади для реальних даних.

#### **Тема 8. Багатоетапна обробка.**

Етапи обробки. Автоматизація обробки. Взаємний зв'язок етапів та методів обробки. Вплив результатів попередньої обробки на ефективність розв'язання кінцевих задач. Перспективи розвитку.

## **Модульний контроль**

#### 4. Структура навчальної дисципліни

Назва змістовного модуля і тем	Кількість годин				
	Усього	У тому числі			
		л	п	лаб.	с. р.
1	2	3	4	5	6
<b>Модуль 1</b>					
<b>Змістовний модуль 1. Багатоканальні сигнали, їх властивості та моделювання. Фільтрація багатовимірних сигналів та зображень.</b>					
Тема 1. Види багатоканальних сигналів, їх основні застосування та властивості.	10	2		4	4
Тема 2. Причини появи завад та викривлень. Їх статистичні та кореляційні характеристики.	8	2			6
Тема 3. Моделювання та оцінювання характеристик.	6	2			4
Тема 4. Оцінювання характеристик завад для реальних даних.	14	4		4	6
Тема 5. Векторна фільтрація у ковзному вікні.	6	2			4
Тема 6. Обробка на основі ортогональних перетворень.	10	2			8
Тема 7. Нелокальна фільтрація.	5	1			4
Модульний контроль	1	1			
<b>Разом за змістовним модулем 1</b>	<b>60</b>	<b>16</b>		<b>8</b>	<b>36</b>
<b>Змістовний модуль 2. Стиснення багатоканальних сигналів. Інтелектуальна обробка.</b>					
Тема 1. Особливості стиснення без втрат. Стиснення багатоканальних сигналів.	14	2			4
Тема 2. Стиснення з втратами. Сучасні підходи.	15	2		4	8
Тема 3. Методи стиснення багатоканальних зображень. Контроль якості. Контроль коефіцієнту стиснення.	16	2			4
Тема 4. Суміщення зображень. Автоматизація суміщення.	16	2			4
Тема 5. Прогнозування ефективності фільтрації.	12	2			4
Тема 6. Прогнозування параметрів стиснення.	12	2			4
Тема 7. Розпізнавання та класифікація даних.	14	2		4	4
Тема 8. Багатоетапна обробка.	12	1			4
Модульний контроль	1	1			
<b>Разом за змістовним модулем 2</b>	<b>112</b>	<b>16</b>		<b>8</b>	<b>36</b>
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>32</b>		<b>16</b>	<b>72</b>
<b>Модуль 2</b>					
Індивідуальне завдання	-	-	-	-	-
Контрольний захід	-	-	-	-	-
<b>Усього годин</b>	<b>120</b>	<b>32</b>		<b>16</b>	<b>72</b>

#### 5. Теми семінарських занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачені навчальними планами.	
	<b>Разом</b>	

### 6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Не передбачені навчальними планами.	
	<b>Разом</b>	

### 7. Теми лабораторних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Види багатоканальних сигналів, їх основні застосування та властивості	4
2	Методи і алгоритми оцінювання характеристик завад для реальних даних	4
3	Методи і засоби стиснення з втратами.	4
4	Методи і засоби класифікації даних багатоканального дистанційного зондування	4
	<b>Разом</b>	<b>16</b>

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Види багатоканальних сигналів, їх основні застосування та властивості.	4
2	Причини появи завад та викривлень. Їх статистичні та кореляційні характеристики.	6
3	Моделювання та оцінювання характеристик.	4
4	Оцінювання характеристик завад для реальних даних.	6
5	Векторна фільтрація у ковзному вікні.	4
6	Обробка на основі ортогональних перетворень.	8
7	Нелокальна фільтрація.	4
8	Особливості стиснення без втрат. Стиснення багатоканальних сигналів.	4
9	Стиснення з втратами. Сучасні підходи.	8
10	Методи стиснення багатоканальних зображень. Контроль якості. Контроль коефіцієнту стиснення.	4
11	Суміщення зображень. Автоматизація суміщення.	4
12	Прогнозування ефективності фільтрації.	4
13	Прогнозування параметрів стиснення.	4
14	Розпізнавання та класифікація даних.	4
15	Багатоетапна обробка.	4
	<b>Разом</b>	<b>72</b>

## 9. Індивідуальні завдання

Не передбачені.

## 10. Методи навчання

Методи стимулювання і мотивації навчально-пізнавальної діяльності:

- 1) переконання у значущості навчання;
- 2) вимоги;
- 4) створення ситуації зацікавленості.

Методи організації та здійснення навчально-пізнавальної діяльності:

- 1) пояснювально-ілюстративний;
- 2) словесний (розповідь, лекція, бесіда, пояснення);
- 3) наочний (ілюстрація, демонстрація);
- 4) практичний (вправи).

## 11. Методи контролю

Проведення поточного контролю на практичних заняттях, письмового та комп'ютерного модульного контролю, фінальний контроль у вигляді заліку.

## 12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
<b>Змістовний модуль 1</b>			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...3	4	0...12
Модульний контроль	0...30	1	0...30
<b>Змістовний модуль 2</b>			
Робота на лекціях	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...3	4	0...12
Модульний контроль	0...30	1	0...30
<b>Усього за семестр</b>			<b>0...100</b>

Білет для заліку складається з 2 теоретичних завдань. Максимальна кількість балів за одне завдання – 50

### Критерії оцінювання роботи студента протягом семестру

**Задовільно (60-74).** Показати мінімум знань та умінь. Здати модульні контрольні. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи та домашні завдання.

На початковому рівні застосовувати отримані знання на практиці.

**Добре (75-89).** Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати та захищати всі лабораторні роботи в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах.

– Знати основну інформацію про різні сучасні методи обробки багатоканальних сигналів, особливості моделювання завод та спотворень для таких типів даних, підходи до аналізу ефективності методів та алгоритмів, їх порівняльного аналізу, методи оптимізації методів обробки багатовимірних сигналів та відповідних систем або їх блоків.

– Уміти проводити аналіз основних властивостей інформаційних процесів та завод й викривлень у багатоканальних сигналах та зображеннях, формувати відповідні моделі, вибирати методи обробки з сімейств сучасних підходів, аналізувати можливості їх застосування, обирати найкращі з них, виконувати статистичний аналіз і синтез, проводити дослідження впливу різних чинників, зміни стану тощо, оптимізувати структуру алгоритму



обробки чи його параметри, приймати рішення, використовувати стандартні функції для програмування та вирішення задач моделювання та розробки методів обробки багатоканальних сигналів.

**Відмінно (90-100).** Здати всі контрольні точки з оцінкою «відмінно». Досконально знати всі теми та уміти застосовувати їх. Орієнтуватися у підручниках та посібниках.

### Шкала оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою	
	Іспит, диференційований залік	Залік
90 – 100	Відмінно	Зараховано
75 – 89	Добре	
60 – 74	Задовільно	
0 – 59	Незадовільно	Не зараховано

### 13. Методичне забезпечення

1. [Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Сучасні методи обробки багатовимірних сигналів" / Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т" ; розроб. В. В. Лукін. - Харків, 2019. - 287 с. - \[http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/\\\_1001Suchasn3.pdf\]\(http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/\_1001Suchasn3.pdf\)](http://library.khai.edu/library/fulltexts/doc/_1001Suchasn3.pdf)

### 14. Рекомендована література

#### Базова

1. Наконечний А. Й. Цифрова обробка сигналів: навч. посіб. / А. Й. Наконечний, Р. А. Наконечний, В. А. Павлиш; Нац. ун-т "Львів. політехніка". - Л., 2020.
2. Наконечний А.Й. Обробка сигналів: навчальний посібник /Наконечний А.Й., Стахів Р.І., Наконечний Р.А. - Львів :Растр-7, 2017 – 218 с.
3. Цифрова обробка сигналів в телекомунікаційних системах: підручник/ Г. Г. Бортник, В. М. Кичак. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 232с.

#### Допоміжна

1. Воробель, Р. А. Логарифмічна обробка зображень [Текст] : [монографія] / Р. А. Воробель. – К. : Наукова думка, 2012. – 230 с.
2. <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/151/267/298-1?inline=1>

### 15. Інформаційні ресурси

1. [https://kanyevsky.kpi.ua/wp-content/uploads/2017/11/DSP\\_LabS.pdf](https://kanyevsky.kpi.ua/wp-content/uploads/2017/11/DSP_LabS.pdf)
2. <https://archer.chnu.edu.ua/xmlui/bitstream/handle/123456789/4107/%D0%A3%D1%88%D0%B5%D0%BD%D0%BA%D0%BE%D0%9E%D1%81%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D0%B8%20%D1%82%D0%B0%20%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%BE%D0%B4%D0%B8%20%D1%86%D0%B8%D1%84%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D1%97%20%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BA%D0%B8%20%D1%81%D0%B8%D0%B3%D0%BD%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
3. <https://press.vntu.edu.ua/index.php/vntu/catalog/download/151/267/298-1?inline=1>