

Національний аерокосмічний університет ім. М. С. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Проректор з наукової роботи
В. В. Павліков
(підпис) (ім'я та прізвище)
«20» 10 2020 р.
Відділ аспірантури і докторантури



**РОБОЧА ПРОГРАМА ВІБІРКОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Сучасні методи обробки багатовимірних сигналів»
(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
(код та найменування спеціальності)

Освітньо-наукова програма: «Телекомунікації та радіотехніка»

Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)

Форма навчання: денна

Харків 2020 рік

**РОБОЧА ПРОГРАМА
ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

«Сучасні методи обробки багатовимірних сигналів»
(назва дисципліни)

для здобувачів за спеціальністю 172 «Телекомунікації та радіотехніка»
освітньої програми «Телекомунікації та радіотехніка»

05 липня 2020 р., – 9 с.

Розробник: зав. каф., д.т.н., професор
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

В.В. Лукін
(ініціали та прізвище)

Гарант ОНП: зав. каф., д.т.н., професор
(посада, науковий ступінь та вчене звання)

(підпис)

В.В. Лукін
(ініціали та прізвище)

Протокол № 1 від 31 серпня 2020 р. засідання кафедри № 504

Завідувач кафедри зав. каф., д.т.н., професор В.В. Лукін
(посада, науковий ступінь та вчене звання) (підпис) (прізвище та ініціали)

ПОГОДЖЕНО:

Завідувач відділу
аспірантури і докторантури

(підпис)

В.Б. Селевко

Голова наукового товариства
студентів, аспірантів,
докторантів і молодих вчених

(підпис)

Т.П. Старовойт

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показника	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 7	Галузь знань <u>«Електроніка та телекомунікації»</u> (шифр і найменування) Спеціальність <u>172 «Телекомунікації та радіотехніка»</u> (код і найменування) Освітньо-наукова програма <u>«Телекомунікації та радіотехніка»</u> (найменування) Рівень вищої освіти: третій (освітньо-науковий)	Вибіркова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік
Кількість змістовних модулів – 2		2020/2021
Індивідуальне завдання – не передбачене		Семестр
Загальна кількість годин 80*/210		1-й
		Лекції*
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 4,5 самостійної роботи студента –7		48 годин
		Практичні*
		32 години
		Лабораторні*
	- годин	
	Самостійна робота	
	130 годин	
	Вид контролю	
	модульний контроль, іспит	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить: 80/130

*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.

Згідно з вимогами освітньо-професійної програми студенти повинні досягти таких **компетентностей:**

Загальні компетентності:

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу;
- здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел;
- здатність працювати в міжнародному контексті.;
- здатність розробляти проекти та управляти ними.

Фахові компетентності:

- здатність виконувати оригінальні дослідження, досягати наукових результатів, які створюють нові знання у комп'ютерній науці та дотичних до неї міждисциплінарних напрямках і можуть бути опубліковані у провідних наукових виданнях з комп'ютерних наук та суміжних галузей;
- здатність усно і письмово презентувати та обговорювати результати наукових досліджень;
- здатність застосовувати сучасні інформаційні технології, бази даних та інші електронні ресурси, спеціалізоване програмне забезпечення у науковій та навчальній діяльності;
- здатність виявляти, ставити та вирішувати проблеми дослідницького характеру у науковому пізнанні, оцінювати та забезпечувати якість виконуваних досліджень;
- здатність ініціювати, розробляти і реалізовувати комплексні інноваційні проекти в комп'ютерній науці та дотичні до неї міждисциплінарні проекти, лідерство під час їх реалізації;
- здатність дотримуватись етики досліджень, а також правил академічної доброчесності в наукових дослідженнях та науково-педагогічній діяльності;
- здатність до формування системного наукового світогляду, професійної етики та загального культурного кругозору;
- здатність до продукування нових ідей і розв'язання комплексних проблем наукового пізнання, а також до застосування сучасних методологій, методів та інструментів педагогічної та наукової діяльності в комп'ютерних науках.

Програмні результати навчання:

- мати передові концептуальні та методологічні знання з комп'ютерних наук і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідної галузі, отримання нових знань та/або здійснення інновацій;
- вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми комп'ютерної науки державною та іноземною мовами, кваліфіковано відображати результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях;
- формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень (опитувань, спостережень, ...) і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані;
- розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі процесів і систем, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у комп'ютерній науці та дотичних міждисциплінарних напрямках;
- планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з комп'ютерних наук та дотичних міждисциплінарних напрямків з використанням сучасних інструментів, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми;

- застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи;
- розуміти загальні принципи та методи комп'ютерних наук, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у сфері радіотехніки та телекомунікацій та викладацькій практиці;
- вивчати, узагальнювати та впроваджувати в навчальний процес інновації в сфері радіотехніки та телекомунікацій;
- здійснювати пошук та критичний аналіз інформації, концептуалізацію та реалізацію наукових проектів з комп'ютерних наук;
- уміти управляти змістом, розкладом, вартістю, якістю, ризиками, людськими ресурсами та комунікаціями науково-технічних проектів в аерокосмічній галузі з відповідністю вимогам міжнародних стандартів;
- знати сучасні підходи та засоби моделювання досліджуваних об'єктів та процесів управління, в тому числі в аерокосмічній галузі, вміти створювати нові, вдосконалювати та розвивати методи математичного і комп'ютерного моделювання складних систем, оптимізації та прийняття рішень;
- знати, розуміти та вміти застосовувати методи та засоби створення інформаційних технологій та програмного забезпечення у сфері радіотехніки та телекомунікацій, в тому числі в аерокосмічній галузі.

Міждисциплінарні зв'язки

Моделювання великих систем та комплексів. Технології передачі та обробки інформації в телекомунікаційних системах.

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. Області 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 нестаціонарних 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 по компонентній та тривимірній 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 о канальної х перетворень та ДКП. Декореляція даних з використанням РСА та перетворення Карунена-Лоева. Вимоги до стиснення. Їх пріоритет.

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

Покавальне та векторне стиснення. Формування груп. Метрики якості. Забезпечення якості. Забезпечення інших параметрів. Порівняльний аналіз параметрів стиснення для о канальної 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
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.	14	2	2		10
Тема 2. Причини появи завад та викривлень. Їх статистичні та кореляційні характеристики.	14	4			10
Тема 3. Моделювання та оцінювання характеристик.	17	4	4		9
Тема 4. Оцінювання характеристик завад для реальних даних.	14	4	2		8
Тема 5. Векторна фільтрація у ковзному вікні.	12	2	2		8
Тема 6. Обробка на основі ортогональних перетворень.	14	4	2		8
Тема 7. Нелокальна фільтрація.	12	2	2		8
Модульний контроль	1	1			
Разом за змістовним модулем 1	98	23	14		61
Змістовний модуль 2. Стиснення багатоканальних сигналів. Інтелектуальна обробка.					
Тема 1. Особливості стиснення без втрат. Стиснення багатоканальних сигналів.	14	4			10
Тема 2. Стиснення з втратами. Сучасні підходи.	15	2	4		9
Тема 3. Методи стиснення багатоканальних зображень. Контроль якості. Контроль коефіцієнту стиснення.	16	4	2		10
Тема 4. Суміщення зображень. Автоматизація суміщення.	16	4	4		8
Тема 5. Прогнозування ефективності фільтрації.	12	2	2		8
Тема 6. Прогнозування параметрів стиснення.	12	2	2		8
Тема 7. Розпізнавання та класифікація даних.	14	4	2		8
Тема 8. Багатоетапна обробка.	12	2	2		8
Модульний контроль	1	1			
Разом за змістовним модулем 2	112	25	18		69
Усього годин	210	48	32	-	130
Модуль 2					
Індивідуальне завдання	-	-	-	-	-
Контрольний захід	-	-	-	-	-
Усього годин	210	48	32	-	130

5. Теми семінарських занять

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

6. Теми практичних занять

№ п/п	Назва теми	Кількість годин
1	Візуалізація багатоканальних сигналів та їх попередній аналіз.	2
2	Моделювання негаусових та нестационарних випадкових процесів.	4
3	Характеристики завад в реальних багатоканальних сигналах та зображеннях.	2
4	Порівняльний аналіз векторних фільтрів.	2
5	Фільтри на основі ДКП.	4
6	Проблеми нелокальної фільтрації.	2
7	Вимоги до стиснення. Їх пріоритет.	4
8	Забезпечення бажаних характеристик стиснення	2
9	Суміщення на основі афінних перетворень. Вибір контрольних точок.	2
10	Аналіз ефективності фільтрації. Фактори, що впливають на ефективність.	2
11	Стиснення в околі оптимальної робочої точки.	2
12	Нейромережі та їх застосування.	2
13	Вплив фільтрації на характеристики стиснення.	2
	Разом	32

7. Теми лабораторних занять

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

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Види багатоканальних сигналів, їх основні застосування та властивості.	10
2	Причини появи завад та викривлень. Їх статистичні та кореляційні характеристики.	10
3	Моделювання та оцінювання характеристик.	9
4	Оцінювання характеристик завад для реальних даних.	8
5	Векторна фільтрація у ковзному вікні.	8
6	Обробка на основі ортогональних перетворень.	8
7	Нелокальна фільтрація.	8
8	Особливості стиснення без втрат. Стиснення багатоканальних сигналів.	10
9	Стиснення з втратами. Сучасні підходи.	9
10	Методи стиснення багатоканальних зображень. Контроль якості. Контроль коефіцієнту стиснення.	10
11	Суміщення зображень. Автоматизація суміщення.	8
12	Прогнозування ефективності фільтрації.	8
13	Прогнозування параметрів стиснення.	8
14	Розпізнавання та класифікація даних.	8
15	Багатоетапна обробка.	8
	Разом	130

9. Індивідуальні завдання

Не передбачені.

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота за матеріалами, наданими кафедрою.

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 іспиту.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують студенти

12.1. Розподіл балів, які отримують студенти (кількісні критерії оцінювання)

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...1	11	0...11
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...3	7	0...21
Модульний контроль	0...14	1	0...14
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...1	12	0...12
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	0...3	9	0...27
Модульний контроль	0...15	1	0...15
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови студента від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту/заліку. Під час складання семестрового іспиту студент має можливість отримати максимум 100 балів.

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

12.2. Якісні критерії оцінювання

Необхідний обсяг знань для одержання позитивної оцінки:

різні сучасні методи обробки багатоканальних сигналів;
особливості моделювання завад 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.

Необхідний обсяг вмінь для одержання позитивної оцінки:

проводити аналіз основних властивостей інформаційних процесів та завад 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.

12.3 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 завад 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 завад 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. Обработка случайных сигналов и процессов/ А.Н. Беседин,. А.А. Зеленский, Г.П. Кулемин, В.В.Лукин/ – Учеб. пособие. – Харьков: Нац. аэрокосм. ун-т, 2005.
2. Навчально-методичне забезпечення дисципліни "Сучасні методи обробки багатовимірних сигналів" для докторів філософії / 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

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. Воробель, Р. А. Логарифмічна обробка зображень [Текст] : [монографія] / Р. А. Воробель. – К. : Наукова думка, 2012. – 230 с.
3. Наконечний А.Й. Обробка сигналів: навчальний посібник /Наконечний А.Й., Стахів Р.І., Наконечний Р.А. - Львів :Растр-7, 2017 – 218 с.
4. Цифрова обробка сигналів в телекомунікаційних системах: підручник/ Г. Г. Бортник, В. М. Кичак. – Вінниця : ВНТУ, 2014. – 232с.

Допоміжна

1. Селомон Д. Сжатие данных, изображений и звука / Д. Селомон. – М.: Техносфера, 2004. – 368 с.
2. Гонсалес Р. Цифровая обработка изображений в среде MATLAB / Р. Гонсалес, Р. Вудс, С. Эддинс. – Москва.: Техносфера, 2006. – 616с.
3. <https://www.twirpx.com/file/846791/>
4. https://www.google.com/search?rlz=1C1SQJL_ruUA912UA912&ei=EJQNYP_bCaGMrwSqqI6oDg&q=%D0%A7%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D1%83+%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B5+pdf&oq=%D0%A7%D0%BE%D0%B1%D0%B0%D0%BD%D1%83+%D0%BC%D0%BD%D0%BE%D0%B3%D0%BE%D1%81%D0%BA%D0%BE%D1%80%D0%BE%D1%81%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B5+pdf&gs_lcp=CgZwc3ktYWlQAZoECAAQRzoGCAAQBxAeOgcIABCxAXBDogQIABBDUOYyWJ2qAWCDzwFoAHADeACAAAb0BiAHSHJIBBDauMjeYACGAAQGGqAQdnd3Mtd2l6yAEDwAEB&sclient=psy-ab&ved=0ahUKEwj_o46E87TuAhUhxosKHSqIA-UQ4dUDCA0&uact=5