

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

Кафедра «Аерокосмічних радіоелектронних систем» (№501)



РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ФОРМУВАННЯ ТА ОБРОБКА ЗОБРАЖЕНЬ У ОПТИЧНИХ ТА РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

(назва навчальної дисципліни)

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

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

Освітня програма: «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»

Форма навчання: денна

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021 рік

Розробники: Волосяк В. К., професор каф. 501, д.т.н., професор
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)




(підпис)

Робочу програму розглянуто на засіданні кафедри 501 аерокосмічних радіоелектронних систем

(назва кафедри)

Протокол № 12/20-21 від « 25 » серпня 2021 р.

Завідувач кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь та вчене звання)



(підпис)

С.С. Жила
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни (денна форма навчання)
Кількість кредитів – 5	Галузь знань <u>17 «Електроніка та телекомунікації»</u> <small>(шифр і найменування)</small> Спеціальність <u>172 «Телекомунікації та радіотехніка»</u> <small>(код і найменування)</small> Освітня програма <u>«Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»</u> <small>(найменування)</small> Рівень вищої освіти: другий (магістерський)	Вибіркова
Кількість модулів – 1		Навчальний рік:
Кількість змістовних модулів – 2		2021/ 2022
Індивідуальне науково-дослідне завдання _____ <small>(назва)</small>		Семестр
Загальна кількість годин – 150 кількість годин аудиторних занять*) - 56/ загальна кількість годин - 150		1-й
Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,5 самостійної роботи здобувача – 5,9		Лекції**) 40 год.
		Практичні, семінарські**) 16 год.
	Лабораторні -	
	Самостійна робота 94 год.	
	Вид контролю модульний контроль, залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:
для денної форми навчання – 56/94.

*) Аудиторне навантаження може бути збільшене або зменшене на одну годину в залежності від розкладу занять

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: викладання навчальної дисципліни «Формування та обробка зображень у оптичних та радіолокаційних системах» є дати уявлення, знання та вміння щодо визначення структур, побудови, моделювання та обробки когерентних та некогерентних зображень в авіаційно-космічних радіотехнічних та оптико-електронних системах.

Завдання: навчальної дисципліни «Формування та обробка зображень у оптичних та радіолокаційних системах» є вивчення математичного опису когерентних та некогерентних зображень, вивчення алгоритмів їх обробки та моделювання.

Компетентності, які набуваються:

- здатність виявляти сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв'язання.
- здатність аналізувати, оцінювати наявну інформацію в ході професійної діяльності, за необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності.
- здатність до самостійного пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- здатність до самостійного освоєння нових методів дослідження, зміни наукового й науково-виробничого профілю своєї діяльності.
- здатність застосовувати отримані знання у практичній роботі.
- визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- здатність спілкуватися іноземною мовою.
- навички роботи з ПК.
- навички здійснення безпечної діяльності.
- здатність виявляти адекватну сутність науково-технічних проблем в професійній галузі, та застосовувати для їх вирішення відповідні математичні, наукові і технічні методи, а також технічні засоби і комп'ютерне програмне забезпечення.
- здатність продемонструвати та використовувати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для підтримки проектних і дослідницьких рішень.
- здатність використовувати знання сучасних комп'ютерних та інформаційних технологій для обробки та аналізу даних.
- здатність демонструвати, аналізувати і використовувати знання друкованих та електронних ресурсів (в тому числі іншомовних) науково-технічної, довідникової та наукової інформації щодо стану, та тенденцій розвитку радіоелектронних пристроїв та систем.
- здатність до аналізу, розрахунку та синтезу схемотехнічних рішень для радіоелектронних пристроїв та систем, мікрохвильової та антенної техніки.
- здатність застосовувати знання методів обробки інформації в сучасних електронних системах та демонструвати уміння проектування, розрахунку та програмування мікропроцесорних електронних засобів та систем.
- здатність розробляти фізичні, математичні й імітаційні моделі радіоелектронних пристроїв та систем що проектуються та досліджуються, виконувати їх моделювання.
- здатність і вміння проведення досліджень у галузі обробки цифрових та аналогових сигналів і зображень.
- здатність готувати рукопис дисертаційного дослідження, науково-технічного звіту та публікації для фахового видання.

Очікувані результати навчання:

- знати призначення, принципи побудови та структуру інформаційно-вимірювальних радіонавігаційних систем та комплексів, радіотехнічних систем управління і наведення, бортових багатофункціональних радіолокаційних комплексів, радіолокаційних систем з синтезованою апертурою, систем радіобачення.
- знати і вміти використовувати загальні положення права інтелектуальної власності, її інститутів, понять та видів об'єктів і суб'єктів права інтелектуальної власності, підстав виникнення, умов і порядку використання її результатів, порядку та способів захисту порушених прав.

Пререквізити: Вища математика, Фізика, Теорія електричних кіл, Сигнали та процеси, Цифрова обробка сигналів, Електродинаміка та розповсюдження радіохвиль, Статистична теорія радіотехнічних систем

Кореквізити: Радіотехнічні системи управління і наведення, Математичні методи моделювання і оптимальних рішень, Проектування вбудованих систем цифрової обробки сигналів.

3. Зміст навчальної дисципліни

Модуль 1.

Змістовний модуль 1. Формування та обробка некогерентних та когерентних оптичних зображень.

Тема 1. Некогерентні зображення та методи їх обробки.

Основні поняття та визначення. Яркість, контрастність, гістограма та методи їх оцінок. Можливі закони зміни контрасту. Методи лінійної фільтрації зображень. Приклади масок фільтрів. Вид згладжувальних вікон. Сглажування зображень при наявності завад. Лінійні та нелінійні фільтри. Медіанний фільтр. Послідовність операцій, що виконуються при медіанній фільтрації. Підкреслення контурів. Фільтрація в частотній області. Просторові фільтри низьких частот (ФНЧ). Просторові фільтри високих частот (ФВЧ). Режекторні фільтри. Фільтри Літа Фроста. Локально адаптивні фільтри подавлення аддитивного шуму. Критерії якості оброблення зображень. Вейвлет-аналіз зображень.

Тема 2. Когерентні оптичні зображення.

Когерентність сигналів. Побудова зображень у ближній зоні Френеля та дальній зоні Фраунгофера. Визначення когерентного зображення в вигляді залежності від просторових координат комплексного коефіцієнта розсіювання протяжного об'єкту. Теореми Кірхгофа і Релея - Зоммерфельда. Скалярна та векторна формули Кірхгофа. Функція Гріна. Умова Зоммерфельда. Електродинамічні моделі коефіцієнта розсіювання. Модель коефіцієнта розсіювання в наближенні малих збурень. Модель коефіцієнта розсіювання в наближенні Кірхгофа. Двухмасштабна і багатомасштабні моделі. Феноменологічні моделі. Ефективне січення розсіювання як енергетичний (некогерентний) еквівалент когерентного зображення. Моделювання коефіцієнта розсіювання комплексним нестационарним білим шумом (дельтакорелірованим випадковим процесом). Роздільна здатність когерентних зображень в зонах Френеля і Кірхгофа. Хвильова границя роздільної здатності. Лінза як когерентний оптичний пристрій перетворення Фур'є. Голографічні зображення. Голограмми Фур'є та Габора. Відновлення голограм. Спекл-структура когерентного зображення. Методи згладжування шумових структур когерентних зображень.

Модульний контроль

Змістовний модуль 2. Формування когерентних та некогерентних зображень у активних радіолокаційних та пасивних радіометричних пасивних системах радіобачення

Тема 3. Формування зображень в некогерентних радарх бічного огляду (РБО) і в когерентних радіолокаційних системах (РЛС) з синтезуванням апертури (РСА)

Принципи огляду земної поверхні в панорамних РЛС і РБО. Структури некогерентних РЛС та випромінюваних в них сигналів. Принципи синтезування апертури. Синтез апертури як стиснення ЛЧМ сигналу. Структури когерентних РЛС та випромінюваних в них сигналів. Бічний, передньобоківий, прожекторний і др. огляди земної поверхні. Формування траєкторного сигналу (радіоголограми). Формування когерентного зображення в РСА (відновлення з радіоголограми). Представлення когерентного зображення в РСА у вигляді комплексного нестационарного дельта-корельованого процесу, згорнутого з функцією невизначеності РСА. Представлення некогерентного зображення в вигляді залежності від просторових координат ефективного січення розсіювання. Згладжування спекл-структури зображення. Моделювання когерентних зображень, які формуються в РСА.

Тема 4. Формування зображень в пасивних радіометричних системах апертурного синтезу.

Фізика радіотеплового випромінювання. Радіояскравісна температура. Формула Релея-Джинса. Когерентний опис структури некогерентних радіометричних зображень. Функція когерентності. Антенні решітки та їх характеристики спрямованості. Системи послідовного та паралельного огляду досліджуваної області простору. Умова просторово-часової вузькосмуговості (квазімонохроматичного наближення). Теорема Ван-Циттерта Цернике. Модифікації теорем Ван-Циттерта на випадки обробки надширокосмугових радіометричних сигналів. Особливості формування функцій когерентності. Функція спектральної чутливості антен. Особливості заповнення області спектральної чутливості антен. Алгоритми апертурного синтезу. Особливості апертурного синтезу алгоритмів просторово-часової обробки сигналів у задачах радіоастрономії та дистанційного зондування.

Модульний контроль

4. Структура навчальної дисципліни

Назви змістових модулів і тем	Кількість годин				
	денна форма				
	усього	у тому числі			
		л	п	лаб	с.р.
1	2	3	4	5	7
Змістовний модуль 1. Формування та обробка некогерентних та когерентних оптичних зображень					
Тема 1. Некогерентні зображення та методи їх обробки.	36	10	4		22
Тема 2. Когерентні оптичні зображення	38	10	4		24
Разом за змістовим модулем 1	74	20	8		46
Змістовний модуль 2. Інформаційні сигнали та структура повідомлень глобальних радіонавігаційних супутникових систем. Обробка сигналів в апаратурі споживачів. Диференціальна корекція вимірювальної інформації.					
Тема 3. Формування зображень в некогерентних радарах бічного огляду (РБО) і в когерентних радіолокаційних системах (РЛС) з синтезуванням апертури (РСА)	38	10	4		24
Тема 4. Формування зображень в пасивних радіометричних системах апертурного синтезу	38	10	4		24
Разом за змістовим модулем 2	76	20	8		48
Усього годин	150	40	16		94

5. Теми семінарських занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

6. Теми практичних занять

№ з/п	Назва теми	Кільк. год.
1	Моделювання некогерентних зображень в середовищі МАТЛАБ. Кількісні комп'ютерні оцінки яскравості, контрастності некогерентних зображень. Побудова гістограм.	2
2	Лінійна фільтрація зображень з використанням масок методами дискретних згорток. Комп'ютерна фільтрація зображень нелінійними медіанними фільтрами.	2
3	Фільтрація фільтрами Лі та Фроста. Фільтрація зображень в частотній області з використанням алгоритмів просторового перетворення Фур'є	2
4	Підкреслювання (виділення) контурів на зображеннях. Вейвлет-аналіз зображень. Моделювання комплексних когерентних зображень, що формуються в РСА.	2
5	Видалення спекл-структур когерентних зображень. Моделювання зображення в вигляді залежностей від просторових координат ефективного січення розсіювання.	2
6	Комп'ютерні дослідження функцій невизначеності, які характеризують роздільну здатність РСА. Дослідження діаграм спрямованості антенних решіток з різними АФР та їх функціями спектральної чутливості	2
7	Моделювання алгоритму апертурного синтезу, відповідного теоремі Ван Циттерта- Цернике	2
8	Дослідження функції невизначеності радіометричної системи, що реалізує алгоритм апертурного синтезу.	2
	Разом	16

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1		

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Некогерентні зображення та методи їх обробки (Тема 1)	22
2	Когерентні оптичні зображення (Тема 2)	24
3	Формування зображень в некогерентних радарних бічного огляду (РБО) і в когерентних радіолокаційних системах (РЛС) з синтезуванням апертури (РСА) (Тема 3)	24
4	Формування зображень в пасивних радіометричних системах апертурного синтезу (Тема 4)	24
	Разом	94

9. Індивідуальна робота

10. Методи навчання

Проведення аудиторних лекцій, практичних занять, індивідуальні консультації (при необхідності), самостійна робота студентів за матеріалами, опублікованими кафедрою (методичні посібники).

11. Методи контролю

Проведення поточного контролю, письмового модульного контролю, фінальний контроль у вигляді заліку.

12. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...2	8	0...16
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...5	4	12...20
Модульний контроль	20...24	1	20...24
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...2	8	0...16
Виконання і захист лабораторних (практичних) робіт	3...5	4	12...20
Модульний контроль	20...24	1	20...24
Усього за семестр			64...100

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

Білет для іспиту/заліку складається з 2 теоретичних запитань. Максимальна кількість балів за одне запитання – 50 балів. Усього можливо отримати 100 балів.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Мати мінімум знань та умінь. Відпрацювати всі практичні заняття. Вміти самостійно давати характеристику існуючим методам лінійної фільтрації радіолокаційних та оптичних зображень.

Добре (75 - 89). Твердо знати мінімум знань, виконати усі завдання. Показати вміння виконувати всі практичні завдання в обумовлений викладачем строк з обґрунтуванням рішень та заходів, які запропоновано у роботах. Вміти пояснювати складні способи видалення спекл-структур когерентних зображень, моделювати зображення в вигляді залежностей від просторових координат ефективного січення розсіювання.

Відмінно (90 - 100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Досконально знати усі методи синтезу апертури та апертурного синтезу, які використовуються при проектуванні бортових систем радіобачення. Вміти досліджувати функції невизначеності та потенційні точності бортових радарів.

Шкала оцінювання: бальна та традиційна

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

13. Методичне забезпечення

1. В.К. Волосюк, В.В. Павликов, С.С. Жила. Методы оптимальной обработки сигналов в пассивных радиометрических устройствах и системах. ХАИ. Части 1,2,3, 2013 г., 200 с., 2014 г., 189 с., 2015 г. 89 с.
2. В.К. Волосюк, Р.П. Волощук, К.Н. Нежальская, В.В. Павликов, М.Л. Усс. Цифровые методы обработки информационных процессов. ХАИ. Части 1,2. 2011 г., 180 с., 2012 г., 78 с.

14. Рекомендована література

Базова

1. Р.Гонсалес. Р.Вудс. Цифровая обработка изображений. Изд-во. Техносфера. М: 2006. 1070 с.
2. Л.Д. Бахрах. А.П. Курочкин. Голография в микроволновой технике. М.: Сов. Радио. 1979. 320 с.
3. Г.Кондратенков, А.Ю. Фролов. Радиовидение. Радиолокационные системы дистанционного исследования Земли. М.: Радиотехника 2005. 368 с.

Допоміжна

1. В.Н. Антипов, В.Т. Горяинов и др. Радиолокационные станции с цифровым синтезированием апертуры антенны. М.: Радио и связь. 1988. 304 с.
2. В.К. Волосюк, В.В. Павликов, С.С. Жила. Методы оптимальной обработки сигналов в пассивных радиометрических устройствах и системах. Части 1,2,3, 2013 г., 200 с., 2014 г., 189 с., 2015 г. 89 с.

15. Інформаційні ресурси

<https://library.khai.edu/>