

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

Кафедра № 501 «Аерокосмічних радіоелектронних систем»
(назва кафедри)



РОБОЧА ПРОГРАМА ВИБІРКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Цифрова обробка радіолокаційної інформації (назва навчальної дисципліни)

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

Спеціальність: 172. «Радіотехніка та телекомунікації»
(код та найменування спеціальності)

Освітня програма: «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»
(найменування спеціалізації)

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

Харків 2021 рік

Розробник: Баришев І.В. професор каф. 501, д.т.н., професор
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь та вчене звання)


(підпис)

Робочу програму розглянуто та затверджено на засіданні кафедри
“Аерокосмічних радіоелектронних систем”

Протокол № 12/20-21 від “ 25 ” СЕРПНЯ 2021 р.

Завідувач кафедри «Аерокосмічних радіоелектронних систем»,

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


(підпис)

С.С. Жила
(ініціали та прізвище)

1. Опис навчальної дисципліни
«Цифрова обробка радіолокаційної інформації»
(назва 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> (шифр і найменування)	Вибіркова	
Кількість модулів – 1		Навчальний рік	
Кількість змістовних модулів – 2			
Індивідуальне завдання <hr/> (назва)	Спеціальність <u>172 «Телекомунікації та радіотехніка»</u> (код і найменування)	2021/2022	
Загальна кількість годин – 150 денна – кількість годин аудиторних занять ^{*)} - 56/ загальна кількість годин - 150 Кількість тижневих годин для денної форми навчання: аудиторних – 3,5 год.; самост. роботи здобувача- 5,9 год.	Освітня програма <u>«Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси»</u> (найменування)	Семестр	
		1-й	
		Лекції^{*)}	
			40 год.
		Рівень вищої освіти: <u>другий (магістерський)</u>	Практичні^{*)}
			Лабораторні^{*)}
			16 год.
			Самостійна робота
			94 год.
			Вид контролю
		модульний контроль, іспит	

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

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

2. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета вивчення: формування у студентів знань про призначення та принципи здійснення цифрової обробки радіолокаційної інформації, про можливість застосування цифрової обробки радіолокаційної інформації в інформаційних радіотехнічних системах; засвоєння методів перетворень Фур'є (дискретного та швидкого), Z-перетворень, проектування цифрових фільтрів з кінцевою та нескінченною імпульсними характеристиками та операцій над спектрами сигналів в техніці зв'язку.

Завдання: вивчення процесів та теоретичних закономірностей, які складають основу побудови сучасних цифрових пристроїв різноманітного призначення.

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 генерувати нові ідеї (креативність), знаходити оптимальні шляхи щодо їх реалізації.
- здатність до самостійного пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.
- здатність застосовувати отримані знання у практичній роботі.
- здатність спілкуватися з представниками інших професійних груп різного рівня.
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- здатність спілкуватися іноземною мовою.
- здатність вести професійну, у тому числі науково-дослідну діяльність, у міжнародному середовищі.
- навик роботи з ПК.
- 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 схмотехнічних рішень для радіоелектронних пристроїв та систем, мікрохвильової та антенної техніки.
- здатність застосовувати знання методів обробки інформації в сучасних електронних системах та демонструвати вміння 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 здійснювати патентні дослідження з метою забезпечення патентної чистоти нових проектних рішень і їхньої патентоспроможності з визначенням показників технічного рівня проєктованих виробів
- здатність готувати рукопис дисертаційного дослідження, науково-технічного звіту та публікації для фахового видання.
- здатність застосовувати сучасні методи для розроблення енергозберігаючих і

екологічно чистих технологій у галузі радіоелектроніки, що забезпечують безпеку життєдіяльності людей та їхній захист від можливих наслідків аварій, катастроф і стихійних лих, застосовувати способи раціонального використання сировинних, енергетичних та інших видів ресурсів

Очікувані результати навчання:

– вміти аналізувати інженерні задачі, процеси і системи; обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; застосовувати необхідний математичний апарат та алгоритми при дослідженні та проектуванні радіотехнічних пристроїв, систем та комплексів.

– знати принципи побудови і функціонування радіоелектронних систем та комплексів та їх математичні моделі. Розуміти методи синтезу радіотехнічних систем на основі критеріїв оптимальності, методи оптимального виявлення, розрізнення і розпізнавання сигналів в радіотехнічних системах, методи оцінювання параметрів сигналів. Вміти визначати критерії оптимальності проектування радіотехнічних систем. Вміти формулювати вимоги до технічних параметрів, проводити розрахунок і побудову, проводити розрахунок радіоелектронних систем та комплексів.

– вміти розробляти фізичні, математичні й імітаційні моделі радіоелектронних пристроїв та систем що проектуються та досліджуються, виконувати їх моделювання з використанням сучасних апаратно-програмних середовищ.

– 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.

– Знати сутність і зміст, особливості педагогічної моралі, категорій, норм, принципів, функції у процесі педагогічної діяльності, характеристики педагогічного процесу вищої школи, форми організації навчального процесу та використання педагогічних технологій.

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

Кореквізити: “Пристрої генерування та формування сигналів”, “Пристрої приймання та обробки сигналів”, “Основи теорії передачі інформації”, “Пристрої НВЧ та антени”

3. Зміст навчальної дисципліни

Змістовний модуль № 1. Принципи побудови системи збору й обробки РЛІ. Первинна обробка цифрових радіолокаційних сигналів

ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни “Цифрова обробка радіолокаційної інформації”.

Предмет вивчення, цілі та завдання дисципліни. Місце дисципліни в навчальному плані.

ТЕМА 2. Основні етапи та операції цифрової обробки РЛІ.

Про основні поняття первинної, вторинної обробки РЛІ, а також про об'єднання РЛІ від декількох джерел (третинна обробка РЛІ). Математичне формулювання обробки РЛІ.

ТЕМА 3. Використання операції – прийняття рішення в задачах первинної та вторинної обробки РЛІ.

Рішення задач оптимального виявлення та оцінки параметрів руху повітряного об'єкту.

ТЕМА 4. Дискретизація та квантування радіолокаційних сигналів.

Формування пачки квантованого сигналу. Статистичні характеристики квантованого сигналу.

ТЕМА 5. Статистичний синтез і аналіз оптимальних алгоритмів виявлення та оцінки азимуту.

Синтезуються цифрові алгоритми обробки РЛІ з урахуванням та застосуванням функцій правдоподібності і дискретних вагових функцій. Аналізується якість розв'язання цих задач.

ТЕМА 6. Обробка квантованих радіолокаційних сигналів цифровими логічними виявниками.

Принцип роботи цифрових логічних виявників. Абстрактні схеми логічних виявників.

ТЕМА 7. Статистичний аналіз логічних виявників.

Надається принцип побудови матриці перехідних ймовірностей (стохастична матриця переходів) та застосування результатів теорії простих ланцюгів Маркова. Метою аналізу виявлення є визначення його якісних характеристик.

Модульний контроль

Змістовний модуль № 2. Вторинна обробка цифрових радіолокаційних сигналів. Об'єднання РЛІ від декількох джерел (третинна обробка)

ТЕМА 8. Основні характеристики процесів вторинної обробки РЛІ.

Надаються основні операції вторинної обробки РЛІ, виявлення траєкторії рухомого повітряного об'єкту, сигнали та їх характеристики на вході системи вторинної обробки РЛІ.

ТЕМА 9. Моделювання траєкторії руху повітряного об'єкту.

Застосовується метод математичного моделювання у просторі станів для дискретних лінійних систем. Надається состав векторів стану та збурювань для рівняння, яке описує динаміку руху повітряного об'єкту, а також модель процесу вимірювання.

ТЕМА 10. Оцінка параметрів траєкторії руху повітряного об'єкту.

Надається синтез оптимального нерекурентного вінеровського оцінювання та оптимального рекурентного калмановського оцінювання.

ТЕМА 11. Цифрова селекція рухомих об'єктів.

Способи реалізації цифрової селекції рухомих об'єктів при застосуванні фільтрів з кінцевою й нескінченною імпульсними характеристиками. Їх аналіз.

ТЕМА 12. Операції, що виконуються у процесі об'єднання інформації.

Математичне формулювання задач об'єднання і ототожнення інформації для кожного об'єкту. Надаються основні операції, які виконуються в процесі об'єднання інформації.

ТЕМА 13. Статистичний синтез алгоритму ототожнення РЛІ.

Наведені вичерпні гіпотези ототожнення інформації, рішення (алгоритми обробки) яких надається методом максимальної правдоподібності, вважаючи повідомлення статистично незалежним.

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
Змістовний модуль № 1. Принципи побудови системи збору й обробки РЛІ. Первинна обробка цифрових радіолокаційних сигналів					
ТЕМА 1. Вступ до навчальної дисципліни “Цифрова обробка радіолокаційної інформації”.	6	2			4
ТЕМА 2. Основні етапи та операції цифрової обробки РЛІ.	6	2			4
ТЕМА 3. Використання операції – прийняття рішення в задачах первинної та вторинної обробки РЛІ.	8	2			6
ТЕМА 4. Дискретизація та квантування радіолокаційних сигналів.	8	2			6
ТЕМА 5. Статистичний синтез і аналіз оптимальних алгоритмів виявлення та оцінки азимуту.	12	4			8
ТЕМА 6. Обробка квантованих радіолокаційних сигналів цифровими логічними виявниками.	12	4			8
ТЕМА 7. Статистичний аналіз логічних виявників.	18	2			8
Разом за змістовим модулем 1	62	18			44
Змістовний модуль № 2. Вторинна обробка цифрових радіолокаційних сигналів. Об'єднання РЛІ від декількох джерел (третинна обробка)					
ТЕМА 8. Основні характеристики процесів вторинної обробки РЛІ.	8	2			6
ТЕМА 9. Моделювання траєкторії руху повітряного об'єкту.	12	4		4	8
ТЕМА 10. Оцінка параметрів траєкторії руху повітряного об'єкту	18	4		4	10
ТЕМА 11. Цифрова селекція рухомих об'єктів.	18	4		4	10
ТЕМА 12. Операції, що виконуються у процесі об'єднання інформації.	16	4		2	10
ТЕМА 13. Статистичний синтез алгоритму ототожнення РЛІ.	12	4		2	6
Разом за змістовим модулем 2	88	22		16	50
Контрольний захід					
Усього годин за предметом	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	2	3

7. Теми лабораторних занять

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Математичне моделювання у просторі станів для дискретних лінійних систем	2
2	Вектор стану та збурювань для рівняння, яке описує динаміку руху повітряного об'єкту, моделювання процесу вимірювання	2
3	Синтезування оптимального нерекурентного вінеровського оцінювання	2
4	Синтезування оптимального рекурентного калмановського оцінювання	2
5	Комп'ютерна реалізація цифрової селекції рухомих об'єктів при застосуванні фільтрів з кінцевою імпульсними характеристиками	2
6	Комп'ютерна реалізація цифрової селекції рухомих об'єктів при застосуванні фільтрів з нескінченною імпульсними характеристиками	2
7	Математичне моделювання задач об'єднання і ототожнення інформації для кожного об'єкту.	2
8	Алгоритми обробки гіпотез ототожнення інформації методом максимальної правдоподібності	2
	Разом	16

8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Вступ до навчальної дисципліни (Тема 1)	4
2	Основні етапи та операції цифрової обробки РЛІ. (Тема 2)	4
3	Використання операції – прийняття рішення в задачах первинної та вторинної обробки РЛІ (Тема 3)	6
4	Дискретизація та квантування радіолокаційних сигналів. (Тема 4)	6
5	Статистичний синтез і аналіз оптимальних алгоритмів виявлення та оцінки азимуту (Тема 5)	8
6	Обробка квантованих радіолокаційних сигналів цифровими логічними виявниками (Тема 6)	8
7	Статистичний аналіз логічних виявників (Тема 7)	8
8	Основні характеристики процесів вторинної обробки РЛІ (Тема 8)	6
9	Моделювання траєкторії руху повітряного об'єкту (Тема 9)	8
10	Оцінка параметрів траєкторії руху повітряного об'єкту (Тема 10)	10
11	Цифрова селекція рухомих об'єктів (Тема 11)	10
12	Операції, що виконуються у процесі об'єднання інформації (Тема 12)	10
13	Статистичний синтез алгоритму ототожнення РЛІ (Тема 13)	6
	Разом	94

9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми

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 іспитів.

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	2	8	16
Модульний контроль	25	1	25
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	2	8	16
Виконання і захист лабораторних робіт	4,5	4	18
Модульний контроль	25	1	25
Усього за семестр			100

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

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань. Максимум балів за кожне теоретичне питання – 50.

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74). Показати мінімум знань та умінь. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Знати основи роботи систем цифрової обробки радіолокаційної інформації. Мати знання і розуміння основних положень.

Добре (75-89). Твердо володіти мінімумом знань, виконати усі завдання в обумовлений викладачем строк. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Знати сучасні методи цифрової обробки сигналів, деякі операції над спектрами сигналів, можливості варіації частоти дискретизації цифрового сигналу.

Відмінно (90-100). Повно знати основний та додатковий матеріал. Знати усі теми. Орієнтуватися у підручниках та посібниках. Відпрацювати та захистити всі лабораторні роботи. Вміти використовувати набуті знання і вміння для прийняття рішень у різних ситуаціях, переконливо аргументувати свої відповіді на запитання з дисципліни. Вміти реалізовувати основні алгоритми цифрової обробки радіолокаційної інформації на ЕОМ.

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. Баришев І.В., Медведєв В.К. та ін. Цифрова обробка радіолокаційної інформації. Ч.1, 2. Навчальний посібник, Харків, ХІВПС, 2002 р.

14. Рекомендована література

Базова

1. Кузьмін С.З. Цифровая обработка радиолокационной информации. – М.: Сов. радио, 1967 г.
2. Кузьмін С.З. Основы теории цифровой обработки РЛИ. – М.: Сов. радио, 1974 г.
3. Кузьмін С.З. Основы проектирования систем и цифровой обработки РЛИ. М.: Сов. радио, 1986 г.
4. Дж. Медич. Статистически оптимальные линейные оценки и управление. М. – Энергия, 1973 г.
5. Сергиенко А.Б. Цифровая обработка сигналов. Учебник для вузов. 2002 г.

Допоміжна

1. Бондарев В., Трестер Г., Чернега В. Цифровая обработка сигналов: методы и средства. Учебник для вузов. 2001 г.
2. Аппаратные и программные средства ЦОС. ТИИЭР, 1987 г., Т. 75, №9.
3. Айфичерс Э.С., Джервис Б.У. Цифровая обработка сигналов. М: Вильямс, 2004 г.

15. Інформаційні ресурси

<https://library.khai.edu>