

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

Радіотехнічні системи управління і наведення  
(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 освітньої програми)

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**  
**«Радіотехнічні системи управління і наведення»**

(назва дисципліни)

Найменування показників		Галузь знань, спеціальність, освітня програма, рівень вищої освіти	Характеристика навчальної дисципліни Денна форма навчання
Кількість кредитів – 10		<b>Галузь знань</b> 17 «Електроніка та телекомунікації» (шифр і найменування)	Обов'язкова
Кількість модулів – 2			<b>Навчальний рік</b>
Кількість змістовних модулів – 2			
Індивідуальне завдання курсовий проект (назва)		<b>Спеціальність</b> 172 «Радіотехніка та телекомунікації» (код і найменування)	2021/2022
			<b>Семестр</b>
			2-й
Загальна кількість годин – 300 денна – кількість годин аудиторних занять <sup>*)</sup> - 96/ загальна кількість годин - 300		<b>Освітня програма</b> «Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси» (найменування)	<b>Лекції<sup>*)</sup></b>
Кількість тижневих годин для денної форми навчання:			48 год.
<b>Семестр 2</b>			<b>Практичні<sup>*)</sup></b>
аудиторних – 6 год.	самост. роботи здобувача- 12,8 год.		16 год.
			<b>Лабораторні<sup>*)</sup></b>
			32
		<b>Самостійна робота</b>	
		204 год.	
		<b>Вид контролю</b>	
		модульний контроль, іспит, диф. залік	

Співвідношення кількості годин аудиторних занять до самостійної роботи становить:  
для денної форми навчання – 96/204.

<sup>\*)</sup> 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 побудови систем РТН та РТУ; про методи наведення і види сигналів, які використовуються в системах радіоуправління і забезпечення завадостійкості цих систем; засвоєння методів аналізу замкнених систем автоматичного регулювання, бортової та наземної радіоапаратури, що використовується в системах радіоуправління і наведення літальними апаратами.

**Завдання:** вивчення процесів та теоретичних закономірностей, які складають основи створення сучасних РТС управління літальними апаратами. Специфічною особливістю радіотехнічних пристроїв у системах управління є те, що ці пристрої входять як окремі ланцюги до складу замкненого контуру регулювання, котрим і є система управління.

### Компетентності, які набуваються:

- здатність виявляти сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв'язання.
- здатність генерувати нові ідеї (креативність), знаходити оптимальні шляхи щодо їх реалізації.
- 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.
- здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт.
- визначеність і наполегливість щодо поставлених завдань і взятих обов'язків.
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.
- 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 до аналізу, розрахунку та синтезу схемотехнічних рішень для радіоелектронних пристроїв та систем, мікрохвильової та антенної техніки.
- здатність розробляти фізичні, математичні й імітаційні моделі радіоелектронних пристроїв та систем що проектуються та досліджуються, виконувати їх моделювання.
- здатність готувати рукопис дисертаційного дослідження, науково-технічного звіту та публікації для фахового видання.

### Очікувані результати навчання:

- знати і розуміти сучасні фізико-математичні та технічні методи дослідження та аналізу складних технічних систем, об'єктів та процесів, що застосовуються в інженерній і дослідницькій практиці.
- 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.

– 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.

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

– вміти представляти та обговорювати наукові результати іноземною мовою (англійською або іншою, відповідно до специфіки спеціальності) в усній та письмовій формах, приймати участь у наукових дискусіях і конференціях.

– вміти розробляти робочу проектну й технічну документацію, оформляти закінчені дослідницькі та проектно-конструкторські роботи в галузі радіоелектроніки з перевіркою відповідності розроблювальних проектів і технічної документації стандартам, технічним умовам та іншим нормативним документам.

– Мати знання щодо забезпечення безпечних умов праці та захисту навколишнього середовища при проведенні досліджень та у виробничій діяльності.

**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”, “Системи управління”

## 2. Зміст навчальної дисципліни

### Модуль 1

**Змістовний модуль 1.** Принципи управління літальними апаратами та системи радіотеленаведення.

**Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни** “Радіотехнічні системи управління і наведення”. Предмет вивчення, цілі та завдання дисципліни. Місце дисципліни в навчальному плані. Загальна характеристика систем радіоуправління.

**Тема 2. Загальні визначення та класифікація систем радіоуправління.**

Призначення систем радіоуправління, введення понять про системи управління звязкового типу (командні системи), про системи незвязкового типу (формування команд управління на борту ЛА з використання рівносигнальної зони та площини рівних запізень).

**Тема 3. Системи самонаведення та автономного управління.**

Класифікація та загальна характеристика систем самонаведення та системи автономного управління.

**Тема 4. Загальна характеристика методів наведення.**

Класифікація методів наведення, формулювання вимог до траекторій. Аналіз кривизни та умови застосування методу кривої переслідування.

**Тема 5. Характеристика упереджених методів наведення та методу суміщення.**

Загальна характеристика. Графічна побудова траекторій для упереджених методів та методу суміщення. Аналіз кривизни та умови застосування.

**Тема 6. Система бокової радіокорекції.**

Постановка задачі, загальна характеристика системи, побудова внутрішнього та зовнішнього контурів управління.

**Тема 7. Замкнений контур системи бокової радіокорекції.**

Визначення передаточних функцій керованого об'єкта, кінематичних ланок, “радіозони” та всього контура управління.

### **Тема 8. Структура системи бокової радіокорекції.**

Склад передавального та приймального трактів, спектр корисного сигналу, окремі елементи тракту формування командного сигналу, дія завад в зовнішньому контурі управління, одержання середньоквадратичної похибки кута візування.

### **Тема 9. Принципи побудови каналів разових команд.**

Дія завад на канали разових команд, ймовірність утворення помилкової команди, ймовірність подавлення корисної команди, ймовірність правильного спрацювання каналу разової команди, рекомендації по структурі каналу разової команди.

### **Тема 10. Моделювання замкнених контурів системи радіоуправління.**

Особливості математичного та напівнатурного моделювання внутрішнього та зовнішнього контурів автоматичного регулювання систем радіоуправління на прикладі системи БРК.

### **Тема 11. Система управління за радіопроменем.**

Постановка задачі, склад апаратури та принцип побудови, окремі елементи тракту формування команди управління.

### **Тема 12. Особливості системи управління за радіопроменем.**

Принципи переведення управляючого сигналу з полярної в декартову системи координат.

### **Тема 13. Дія завад на системи радіоуправління.**

Вплив флуктуацій сигналу, відбитого від цілі на точність наведення. Аналіз динамічних та флуктуаційних похибок.

### **Тема 14. Системи радіотеленаведення.**

Система радіотеленаведення в площині рівних запізнь. Склад апаратури та принцип дії.

### **Модульний контроль**

**Змістовний модуль 2. Системи радіотелеуправління та системи самонаведення**

### **Тема 15. Загальна характеристика систем командного управління.**

Структура систем командного радіоуправління.

**Тема 16. Використання методу паралельного зближення в системах командного управління.**

Структура ЕОМ для командної системи радіоуправління з використанням методу паралельного зближення.

### **Тема 17. Радіолінія управління з методом модуляції ШІМ-ЧМн-АМ.**

Склад передавального та приймального трактів. Принцип роботи, вибір основних параметрів радіолінії управління, окремі елементи тракту формування команди управління.

### **Тема 18. Радіолінія управління з методом модуляції ЧІМ-ІЧК-АМ.**

Склад передавального та приймального трактів. Принцип роботи, вибір основних параметрів радіолінії управління, окремі елементи тракту формування команди управління.

### **Тема 19. Цифрові радіолінії управління з методом модуляції КІМ-АМ.**

Використання методу модуляції КІМ-АМ та КЧМ-АМ для побудови цифрових систем радіоуправління, принцип дії, окремі елементи тракту формування команди управління.

### **Тема 20. Радіолінія управління з методом модуляції КЧМ-АМ.**

Склад передавального та приймального трактів. Принцип роботи, вибір основних параметрів радіолінії управління, окремі елементи тракту формування команди управління.

### **Тема 21. Загальна характеристика систем самонаведення.**

Постановка задачі, кінематичні співвідношення при самонаведенні на наземну та повітряну цілі, структурні схеми контурів управління при деяких способах формування командного сигналу.

### **Тема 22. Види радіовізирів, що використовуються в системах самонаведення.**

Радіовізир з нерухою антеною, з стежачою антеною, з компенсацією сигналу, моноімпульсні радіовізир.

**Тема 23. Характеристика р адіоавад системам радіоуправління.**

Класифікація радіоавад, організація та дія на системи радіоуправління частотно-модульованих, прицільних, загороджувальних та ретрансляційних авад.

**Тема 24. Питання авадостійкості систем радіоуправління.**

Підвищення авадостійкості та скритності роботи систем радіоуправління.

**Модульний контроль****Модуль 2**

Виконання курсового проекту

**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. Принципи управління літальними апаратами та системи радіотеленаведення</b>					
Тема 1. Вступ до навчальної дисципліни	5	1			4
Тема 2. Загальні визначення та класифікація систем радіоуправління	5	1			4
Тема 3. Системи самонаведення та автономного управління	8	2			6
Тема 4. Загальна характеристика методів наведення	8	2			6
Тема 5. Характеристика упереджених методів наведення та методу суміщення	8	2			6
Тема 6. Система бокової радіокорекції	8	2			6
Тема 7. Замкнений контур системи бокової радіокорекції	8	2			6
Тема 8. Структура системи бокової радіокорекції	8	2			6
Тема 9. Принципи побудови каналів разових команд	8	2			6
Тема 10. Моделювання замкнених контурів системи радіоуправління	14	2		6	6
Тема 11. Система управління за радіопроменем	10	2		2	6
Тема 12. Особливості системи управління за радіопроменем	8	2			6
Тема 13. Дія авад на системи радіоуправління	10	2		2	6
Тема 14. Системи радіотеленаведення	8	2			6
<b>Разом за змістовим модулем 1</b>	<b>116</b>	<b>26</b>	<b>–</b>	<b>10</b>	<b>80</b>
<b>Змістовний модуль 2. Системи радіотелеуправління та системи самонаведення</b>					
Тема 15. Загальна характеристика	10	2			8

систем командного управління					
Тема 16. Використання методу паралельного зближення в системах командного управління	14	2		4	8
Тема 17. Радіолінія управління з методом модуляції ШІМ-ЧМн-АМ	16	2		6	8
Тема 18. Радіолінія управління з методом модуляції ЧІМ-ІЧК-АМ	10	2			8
Тема 19. Цифрові радіолінії управління з методом модуляції КІМ-АМ	16	2		6	8
Тема 20. Радіолінія управління з методом модуляції КЧМ-АМ	10	2			8
Тема 21. Загальна характеристика систем самонаведення	10	2			8
Тема 22. Види радіовізорів, що використовуються в системах самонаведення	18	4		6	8
Тема 23. Характеристика радіозавод системам радіоуправління	10	2			8
Тема 24. Питання заводостійкості систем радіоуправління	10	2			8
<b>Разом за змістовим модулем 2</b>	<b>124</b>	<b>22</b>	<b>–</b>	<b>22</b>	<b>80</b>

<b>Модуль 2</b>					
Виконання курсового проекту	60	-	16	-	44
<b>Контрольний захід</b>					
<b>Усього годин за предметом</b>	<b>300</b>	<b>48</b>	<b>16</b>	<b>32</b>	<b>204</b>

### 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	Дослідження системи наведення з використанням метода кривої переслідування	4
2	Дослідження системи наведення з використанням метода паралельного зближення	4
3	Дослідження системи наведення з використанням метода суміщення з ціллю	4



4	Дослідження системи бокового радіоуправління	4
5	Дослідження радіолінії управління з методом модуляції сигналу ШІМ-ЧМн-АМ	4
6	Дослідження радіолінії управління з методом модуляції сигналу КІМ-АМ	4
7	Дослідження амплітудного моноімпульсного пеленгатора	4
8	Дослідження замкнених контурів управління систем радіотеленаведення, радіотелеуправління та самонаведення	4
	<b>Разом</b>	<b>32</b>

### 8. Самостійна робота

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	2	3
1	Вступ до навчальної дисципліни (Тема 1)	4
2	Загальні визначення та класифікація систем радіоуправління (Тема 2)	4
3	Системи самонаведення та автономного управління (Тема 3)	6
4	Загальна характеристика методів наведення (Тема 4)	6
5	Характеристика упереджених методів наведення та методу суміщення (Тема 5)	4
6	Система бокової радіокорекції (Тема 6)	6
7	Замкнений контур системи бокової радіокорекції (Тема 7)	6
8	Структура системи бокової радіокорекції (Тема 8)	6
9	Принципи побудови каналів разових команд (Тема 9)	6
10	Моделювання замкнених контурів системи радіоуправління (Тема 10)	6
11	Система управління за радіопроменем (Тема 11)	6
12	Особливості системи управління за радіопроменем (Тема 12)	6
13	Дія завод на системи радіоуправління (Тема 13)	6
14	Системи радіотеленаведення (Тема 14)	6
15	Загальна характеристика систем командного управління (Тема 15)	8
16	Використання методу паралельного зближення в системах командного управління (Тема 16)	8
17	Радіолінія управління з методом модуляції ШІМ-ЧМн-АМ (Тема 17)	8
18	Радіолінія управління з методом модуляції ЧІМ-ІЧК-АМ (Тема 18)	8
19	Цифрові радіолінії управління з методом модуляції КІМ-АМ (Тема 19)	8
20	Радіолінія управління з методом модуляції КЧМ-АМ (Тема 20)	8
21	Загальна характеристика систем самонаведення (Тема 21)	8
22	Види радіовізорів, що використовуються в системах самонаведення (Тема 22)	8
23	Характеристика радіозавод систем радіоуправління (Тема 23)	8
24	Питання заводостійкості систем радіоуправління (Тема 24)	8
25	Виконання курсового проекту	44
	<b>Разом</b>	<b>204</b>

## 9. Індивідуальні завдання

№ з/п	Назва теми
Виконання курсового проекту за тематикою, яка спрямована на засвоєння основних принципів практичної побудови систем радіоуправління	
1	Проектирование передающего и приёмного трактов радиолинии управления с использованием следующих видов модуляции: ШИМ-ЧМ <sub>н</sub> -АМ; ВИМ-ИВК-АМ; КИМ-АМ; КИМ-ИВК-АМ; КИМ-ЧМ <sub>н</sub> -АМ; КИМ-ШПС; ШПС-ФМ <sub>н</sub> -ФМ; КИМ-ФМ <sub>н</sub> -ФМ (16 тем).
2	Проектирование передающего и приёмного трактов системы «Боковая радиокоррекция» (БРК) (2 темы)
3	Проектирование передающего и приёмного трактов радиолинии наведения по радиолучу (2 темы)
4	Разработка корреляционно-экстремальной системы: для измерения расстояния при наведении методом параллельного сближения; для управления движением объекта по заданному курсу; для измерения скорости движения объектов в системах радиоуправления (3 темы)
5	Разработка математических моделей и структурных схем непрерывных и дискретных систем радиоуправления методом пространства состояний: командная система управления при наведении методом совмещения и параллельного сближения; - система самонаведения при наведении прямым методом, методом параллельного сближения, пропорциональным методом (6 тем)
6	Проектирование командных систем радиоуправления с применением видов модуляции, указанных в пункте 1, в MATLAB (16 тем)

## 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
<b>Модуль 1</b>			
Робота на лекціях	1	12	12
Модульний контроль	25	1	25
<b>Модуль 2</b>			
Робота на лекціях	1	12	12
Виконання і захист лабораторних робіт	1,5	16	26
Модульний контроль	25	1	25
<b>Усього за семестр</b>			<b>100</b>

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 управління та наведення. 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 структуру та характеристики систем РТУ.

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

Розподіл балів, які отримують здобувачі за виконання курсової роботи (проекту)

Пояснювальна записка	Ілюстративна частина	Захист роботи	Сума
до 50	до 25	до 25	100

### 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. І. В. Барішев, О. В. Мазуренко, В. Барішев, О. А. Горбуненко. Моделювання систем радіокерування в інструментальному додатку Simulink середовища Matlab : навч. посіб. до лаб. практикуму, 2018.
2. Барышев И.В. Использование метода пространства состояний в РТС управления и самонаведения. Учебное пособие. 1994.
3. Барышев И.В., Федоров С.А. Исследование методов наведения летательных аппаратов радиотехническими системами управления. Учебное пособие по лабораторному практикуму. 1994.
4. Барышев И.В., Мазуренко А.В. Моделирование систем радиоуправления в среде Matlab. Учебное пособие по лабораторному практикуму. 2002.

5. Барышев И.В., Горбуненко О.А., Жеребятьев Д.П. Радиотехнические системы управления и наведения. Ч.1. Учебное пособие по практическим занятиям. Харьков, Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2009.

#### **14. Рекомендована література**

##### **Базова**

1. Типугин В.Н., Вейцель В. А. Радиоуправление. – М.: Сов. Радио, 1962.
2. Максимов М.В., Горгонов Г.И. Радиоуправление ракетами. – М.: Сов. Радио, 1964.
3. Вейцель В.А., Волковский С.А. и др. Радиосистемі управления. М.:Дрофа, 2005.

##### **Допоміжна**

1. Меркулов В.И., Дрогалин В.В., Канащенков А.И. и др. Авиационные системы ралиоуправления. Т 1. Принципы построения систем радиоуправления. Основы синтеза и анализа. М.: Радиотехника, 2003.
2. Меркулов В.И., Дрогалин В.В., Канащенков А.И. и др. Авиационные системы ралиоуправления. Т 2. Радиоэлектронные системы самонаведения. М.: Радиотехника, 2003.
3. Меркулов В.И., Дрогалин В.В., Канащенков А.И. и др. Авиационные системы ралиоуправления. Т 3. Системы командного радиоуправления. Автономные и комбинированные системы наведения. М.: Радиотехника, 2004.
4. Канащенков А.И., Меркулов В.И., Самарин О.Ф. Обмен перспективных бортовых радиолокационных систем. М.: ИПРЖР, 2002.

#### **15. Інформаційні ресурси**

<https://library.khai.edu>