

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра Аерокосмічних радіоелектронних систем (№ 501)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми

(підпис) Сергій ОЛІЙНИК
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

«01» вересня 2025 р.

**СИЛАБУС ОBOB'ЯЗKОВОЇ
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ РАДІОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 17 «Електроніка та телекомунікації», G «Інженерія,
виробництво та будівництво»

(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 172 «Телекомунікації та радіотехніка», G5 «Електроніка,
електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка»

(код і найменування спеціальності)

Освітня програма Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси

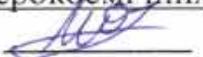
(найменування освітньої програми)

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2025

Харків – 2025 р.

Розробник: МАЗУРЕНКО О.В., доцент кафедри аерокосмічних радіоелектронних систем (№ 501) к.т.н., доцент


(підпис)

Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри аерокосмічних радіоелектронних систем (№ 501)

(назва кафедри)

Протокол № _13/24-25_ від « 28 » серпня 2025 р.

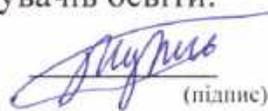
В.о.завідувача кафедри


(підпис)

Віктор БАРОВСЬКИЙ
(ім'я та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

Студент групи 546


(підпис)

Павло ТУРКОВСЬКИЙ
(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Мазуренко Олександр Володимирович

Посада: доцент кафедри 501

Науковий ступінь: к.т.н.

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає:

- Інформаційно-вимірювальні радіотехнічні системи

- Аналогова схемотехніка

Напрями наукових досліджень: методи і засоби цифрової обробки сигналів в системах радіозв'язку і радіокерування, системи широкосмугового радіозв'язку наземного та бортового базування, систем радіокерування літальними апаратами

Контактна інформація:

o.mazurenko@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	Денна
Семестр	5 (гр. 536-ст), 7 (гр. 546, 546а)
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	Обов'язкова
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 5 кредитів ЄКТС / 150 годин (72 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні заняття – 16, лабораторні роботи – 24; СРЗ – 78)
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні та лабораторні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	Електродинаміка та пристрої мікрохвильового діапазону, Антенні пристрої, Основи теорії цифрового зв'язку
Кореквізити	Авіоніка, Статистична теорія радіотехнічних систем,
Постреквізити	Програмовані пристрої формування, прийому та обробки сигналів, Випускна робота бакалавра

3. Мета та завдання навчальної дисципліни, переліки компетентностей та очікуваних результатів навчання

Мета – засвоєння здобувачами фізичних основ та принципів побудови радіотехнічних інформаційно-вимірвальних: РТС радіолокації, навігації, зв'язкових систем.

Завдання – надати знання щодо фізичних основ радіотехнічних та радіолокаційних вимірювань, основних понять радіолокації та радіонавігації, методів та засобів визначення дальності, швидкості та кутових параметрів радіолокаційних об'єктів, принципу дії супутникових радіонавігаційних систем.

Компетентності, які набуваються:

Інтегральна компетентність: Здатність розв'язувати складні задачі та проблеми у галузі радіотехніки та електронних комунікацій, що передбачає проведення досліджень, виконання проектних та експлуатаційних робіт, та/або здійснення інновацій, та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК):

- здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу (ЗК1);
- здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях (ЗК2);
- знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності (ЗК4);
- здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями (ЗК7);
- вміння виявляти, ставити та вирішувати проблеми. (ЗК8).

Спеціальні компетентності:

- здатність розуміти сутність і значення інформації в розвитку сучасного інформаційного суспільства (ФК-1);
- здатність використовувати базові методи, способи та засоби отримання, передавання, обробки та зберігання інформації (ФК-3);
- здатність здійснювати комп'ютерне моделювання пристроїв, систем і процесів (ФК-4);
- здатність проводити інструментальні вимірювання в інформаційно-телекомунікаційних мережах, телекомунікаційних та радіотехнічних системах з використанням універсальних пакетів прикладних програм (ФК-6);

- готовність до вивчення науково-технічної інформації, вітчизняного і закордонного досвіду з тематики телекомунікацій та радіотехніки (ФК-14);
- здатність проводити розрахунки у процесі проектування телекомунікаційних та радіотехнічних систем, відповідно до технічного завдання з використанням методів, прийомів і програмних засобів автоматизації проектування (ФК-15).

Програмні результати навчання:

- знання теорії та методів загальноінженерних наук в об'ємі необхідному для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності (ПРН-1);
- вміння застосовувати знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій, обчислювальної і мікропроцесорної техніки та програмування, програмних засобів для розв'язання спеціалізованих задач та практичних проблем у галузі професійної діяльності (ПРН-3);
- вміння проводити розрахунки елементів телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних та телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення, згідно технічного завдання у відповідності до міжнародних стандартів, з використанням засобів автоматизації проектування, в т.ч. створених самостійно (ПРН-5);
- вміння схемотехнічно проектувати нові (модернізувати існуючі) елементи (модулі, блоки, вузли) телекомунікаційних та радіотехнічних систем, систем телевізійного й радіомовлення тощо (ПРН-6);
- здатність брати участь у проектуванні нових (модернізації існуючих) телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем авіаційного та космічного базування, систем телевізійного й радіомовлення тощо (ПРН-7);
- вміння застосовувати сучасні досягнення у галузі професійної діяльності з метою побудови перспективних телекомунікаційних систем, інфокомунікаційних, телекомунікаційних мереж, радіотехнічних систем та систем телевізійного й радіомовлення тощо (ПРН-8).

4. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Радіотехнічні методи вимірювання радіолокаційних параметрів

Тема 1. Основні задачі курсу. Основні поняття і визначення. Типи інформаційно-вимірювальних радіосистем

Лекційні заняття.

Предмет вивчення, цілі та завдання дисципліни. Місце дисципліни в навчальному плані. Основні відомості про радіотехнічні системи. Бібліографія.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульної контрольної роботи.

ТЕМА 2. Основні методи вимірювання дальності. Імпульсний метод

Лекційні заняття.

Фізичні основи вимірювання дальності. Принцип вимірювання дальності імпульсним методом: основні характеристики, структурна схема, принцип дії РЛС (з використанням епюр), його переваги та недоліки.

Практичне заняття 1. Імпульсний метод вимірювання дальності.

Лабораторна робота 1. Моделювання імпульсного вимірювача дальності.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання контрольного завдання практичного заняття, підготовка до захисту лабораторної роботи, підготовка до модульної контрольної роботи.

ТЕМА 3. Метод частотної модуляції при неперервному випромінюванні дальності (висоти)

Лекційні заняття.

Фізичні основи вимірювання висоти. Принцип вимірювання дальності (висоти) частотним методом: основні характеристики, структурна схема, принцип дії (з використанням епюр) радовисотомірів з частотним методом вимірювання, його переваги та недоліки.

Практичне заняття 2. Частотний метод вимірювання висоти.

Лабораторна робота 2. Моделювання радіовисотоміра малих висот.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульної контрольної роботи, підготовка до захисту лабораторної роботи.

ТЕМА 4. Методи вимірювання кутових координат

Лекційні заняття.

Фізичні основи вимірювання кутових координат. Фазові та амплітудні методи вимірювання кутових координат: основні характеристики, структурні схеми та принцип дії РТС для різних методів вимірювання, їх переваги та недоліки.

Практичне заняття 3. Фазовий метод вимірювання кутових координат.

Лабораторна робота 3. Моделювання роботи фазового моноімпульсного пеленгатора.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульної контрольної роботи, підготовка до захисту лабораторної роботи.

ТЕМА 5. Методи вимірювання радіальної швидкості

Лекційні заняття.

Фізичні основи вимірювання швидкості. Ефект Доплера. Принцип дії РЛС вимірювання радіальної швидкості.

Практичне заняття 4. Ефект Доплера.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання контрольного завдання практичного заняття, підготовка до модульної контрольної роботи.

ТЕМА 6. Доплерівські вимірювачі швидкості і кута зносу

Лекційні заняття.

Методи вимірювання шляхової швидкості і кута зносу на борту літальних апаратів на основі ефекту Доплера.

Лабораторна робота 4. Моделювання доплерівського вимірювача швидкості і кута зносу.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульної контрольної роботи, підготовка до захисту лабораторної роботи.

ТЕМА 7. Проблема розгортки фази. Розрахункові методи визначення дальності, кутових координат, швидкості руху та висоти цілі

Лекційні заняття.

Розрахунок дальності через радіальну швидкість. Розрахунок дальності через кутові координати. Розрахункові методи визначення кутових координат.

Розрахункові методи визначення швидкості. Розрахункові методи визначення висоти.

Практичне заняття 5. Розрахункові методи визначення радіолокаційних параметрів.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання контрольного завдання практичного заняття, підготовка до модульної контрольної роботи.

Модульний контроль 1

Змістовний модуль 2. Характеристики відбиття і розповсюдження радіохвиль радіолокаційними об'єктами

ТЕМА 8. Загальні властивості і класифікація радіолокаційних об'єктів. Ефективна площа розсіювання простих радіолокаційних об'єктів

Лекційні заняття.

Загальні відомості і класифікація радіолокаційних об'єктів (цілей), поняття ефективної площі розсіювання та діаграми перевідбиття. Приклади ЕПР простих радіолокаційних об'єктів.

Практичне заняття 6. Розрахунок ЕПР простих цілей.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання контрольного завдання практичного заняття, підготовка до модульної контрольної роботи.

ТЕМА 9. Ефективна площа розсіювання складних радіолокаційних об'єктів

Лекційні заняття.

Класифікація складних радіолокаційних об'єктів (цілей). Механізми перевідбиття від складних радіолокаційних об'єктів. ЕПР розподілених цілей. Питома ефективна поверхня розсіювання розподілених цілей і їх приклади. Вплив різних чинників на визначення питомої ЕПР цілей. Приклад розрахунку питомої ЕПР площадного об'єкту.

Лабораторна робота 5. Моделювання відбиття від площадного об'єкту і розрахунок його питомої ЕПР.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульної контрольної роботи, підготовка до захисту лабораторної роботи.

ТЕМА 10. Властивості сигналів, відбитих рухомими радіолокаційними об'єктами

Лекційні заняття.

Траєкторії цілей та їх вплив на параметри РЛС. Кінематика обертального руху цілей навколо їх центру маси та його вплив на характер відбитого сигналу. Закон розподілу амплітуд сигналів, відбитих від різних складних цілей.

Лабораторна робота 6. Моделювання траєкторії руху надманеврених літальних апаратів і розрахунок розподілу амплітуд сигналів відбитих від нього.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, підготовка до модульної контрольної роботи, підготовка до захисту лабораторної роботи.

ТЕМА 11. Дальність дії РТС

Лекційні заняття.

Розрахунок дальності дії пасивної, активної РЛС і РЛС з активною відповіддю, а також РТС зв'язкового типу у вільному просторі. Вплив середовища розповсюдження радіохвиль на дальність дії РЛС.

Практичне заняття 6. Розрахунок дальності дії РЛС (пасивної, активної РЛС і РЛС з активною відповіддю, а також РТС зв'язкового типу) у вільному просторі і з врахуванням впливу Землі і її атмосфери.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання контрольного завдання практичного заняття, підготовка до модульної контрольної роботи.

ТЕМА 12. Основи розрізнення та функція невизначеності радіолокаційних сигналів

Лекційні заняття.

Поняття роздільної здатності та неоднозначність відліку радіолокаційного параметру. Критерії розрізнення. Функція невизначеності при розрізненні радіолокаційних сигналів.

Практичне заняття 7. Розрахунок функції невизначеності сигналів з лінійною частотною модуляцією (ЛЧМ) при використанні узгодженої фільтрації.

Самостійна робота: опрацювання матеріалу лекцій, виконання контрольного завдання практичного заняття, підготовка до модульної контрольної роботи.

Модульний контроль 2

5. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальним планом.

6. Методи навчання

Навчання за допомогою пояснювально-ілюстративного матеріалу (лекції), технічних та програмних засобів (практичні та лабораторні заняття), індивідуальні консультації, самостійна робота студентів з навчально-методичною літературою, технічною документацією (довідники), інтернет-ресурсами. Технологія змішаного та/або дистанційного навчання.

7. Методи контролю

Поточний контроль – виконання завдань практичних занять і контрольних робіт, оформлення звітів і захист лабораторних робіт.

Модульний контроль – проведення модульних контрольних робіт у вигляді тестових завдань.

Семестровий контроль – іспит проводиться у формі написання відповідей і захисту тестових завдань екзаменаційного білету.

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Таблиця 8.1 – Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Модуль 1			
Змістовний модуль 1			
Робота на лекціях	0...0,5	8	0...4
Виконання контрольних завдань практичних занять	0...3	3	0...9
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	4	0...20
Модульний контроль	0...17	1	0...17
Змістовний модуль 2			
Робота на лекціях	0...0,5	6	0...3
Виконання контрольних завдань практичних занять	0...3	3	0...9
Виконання і захист лабораторних робіт	0...5	2	0...10
Модульний контроль	0...28	1	0...28
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач освіти має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних запитань (максимальна кількість балів за кожне – 25 балів) та одного практичного запитання, яке складається з трьох практичних завдань (максимальна кількість балів за практичне запитання – 50 балів), сума – 100 балів.

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

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

Критерії оцінювання роботи здобувача освіти протягом семестру

Задовільно (60-74) – показати мінімально-достатній рівень знань та умінь. Вміти викладати отримані знання в усній чи письмовій формі; при цьому, неповний обсяг засвоєного навчального матеріалу не повинен перешкоджати засвоєнню наступного програмного матеріалу; допускаються окремі істотні помилки, виправлені за допомогою викладача. Виконати всі лабораторні роботи та модульне контрольне завдання з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на елементарному рівні в межах конспекту лекцій. Мати загальне уявлення щодо предметної області, принципів роботи та побудови радіолокаційних систем на базовому рівні.

Добре (75-89) – показати середній рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у достатньому обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (допускаються окремі несуттєві помилки, що виправляються студентом після указівки викладача). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; підкріплювати вивчений матеріал відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення, у яких можуть бути окремі несуттєві помилки. Виконати чотири контрольні завдання практичних занять, виконати та захистити всі лабораторні роботи та два модульні контрольні завдання з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на достатньому рівні в межах конспекту лекцій та рекомендованих підручників. Знати предметні області,

принципи роботи та побудови радіолокаційних систем. Вміти розраховувати основні характеристики радіолокаційних систем на середньому рівні.

Відмінно (90-100) – показати відмінний рівень знань та умінь. Викладати отримані знання в усній чи письмовій формі у повному обсягу, системно, відповідно до вимог навчальної програми (припустимими є одиничні несуттєві помилки, які студент виправляє самостійно). Виділяти істотні ознаки вивченого за допомогою операцій аналізу і синтезу; вільно оперувати відомими фактами і відомостями; виявляти причинно-наслідкові зв'язки досліджуваних процесів та явищ; формулювати висновки і узагальнення. Виконати та захистити всі лабораторні роботи та два модульні контрольні завдання з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на високому рівні в межах конспекту лекцій, рекомендованих підручників та додаткової літератури, вміти аналізувати надану інформацію та пропонувати нестандартні рішення, вміти їх обґрунтовувати. Знати предметні області, принципи роботи та побудови радіолокаційних систем. Вміти розраховувати основні характеристики радіолокаційних систем на високому рівні.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування лабораторних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати лабораторних заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється шляхом виконання завдання лабораторного заняття і його захисту.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf>). Очікується, що роботи здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброчесності. Виявлення ознак академічної недоброчесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (<https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/>).

10. Методичне забезпечення

1. Розділ курсу у системі Ментор. Режим доступу: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=2854>

2. Інформаційно-вимірювальні радіотехнічні системи [Електронний ресурс]: навч. посіб. до лаб. робіт / В.В.Павліков, О.С.Інкарбаєва, Д.В. Колесніков. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2023. – 73 с.

11. Рекомендована література

Базова

1. Радіотехнічні системи вимірювального типу: підручник. Ч.1. Основи теорії проектування радіотехнічних систем / В.К. Волосюк, М.В. Нечипорук, В.В. Павліков. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2019. – 118 с.
2. Радіотехнічні системи (Основи проектування. Частина 1): навч. посіб. / В.М. Кичак, А.Ю. Воловик, М.А. Шутило, О.П. Червак – Вінниця: ВНТУ, 2018. – 122 с.
3. Радіонавігаційні системи : підручник / В. М. Васильєв. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, Вид-во «Політехніка», 2023. – 338 с.

Допоміжна

1. Рассеяние электромагнитных волн воздушными и наземными радиолокационными объектами: монография / О.И. Сухаревский, В.А. Василец, С.В. Кукобко и др. // Под ред. О.И. Сухаревского. – Х.: ХУПС, 2009. – 468 с.
2. Канащенков А.И., Меркулов В.И., Самарин С.Ф. Облик перспективных радиолокационных систем. – ИП РЖР, 2002. – 176с.

12. Інформаційні ресурси

1. Інтегровані прийомопередавачі РЛС: <https://rfbeam.ch/products/>
2. Лабораторія надширококутної обробки сигналів університету Південної Каліфорнії: <http://ultra.usc.edu/>