

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

Кафедра Аерокосмічних радіоелектронних систем (№ 501)

**«ЗАТВЕРДЖУЮ»**

Гарант освітньої програми

Анатолій ПОПОВ

(підпис)

(ініціали та прізвище)

« 01 » вересня 2025 р.

**СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ  
НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**

**СУЧАСНІ МЕТОДИ ТА СИСТЕМИ ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ**

(назва навчальної дисципліни)

**Галузь знань:** G Інженерія, виробництво та будівництво  
(шифр і найменування галузі знань)

**Спеціальність:** G5 Електроніка, електронні комунікації, приладобудування та радіотехніка  
(код і найменування спеціальності)

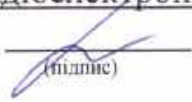
**Освітня програма** Радіоелектронні пристрої, системи та комплекси  
(найменування освітньої програми)

**Рівень вищої освіти:** другий (магістерський)

**Силабус введено в дію з 01.09.2025**

**Харків 2025 рік**

Розробник: ПОПОВ А.В., професор кафедри аерокосмічних радіоелектронних систем (№ 501) д.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:

Студентка групи 566

  
(підпис)

Анна КОВАЛЕВСЬКА

(ім'я та ПРІЗВИЩЕ)

## 1. Загальна інформація про викладача



---

ПІБ: Попов Анатолій Владиславович

---

Посада: професор каф. 501

---

Науковий ступінь: доктор технічних наук

---

Вчене звання: доцент

---

Перелік дисциплін, які викладає:

Формування та обробка зображень у оптичних та радіолокаційних системах

Сучасні методи та системи дистанційного зондування

---

Напрями наукових досліджень:

Розроблення, випробування та експериментальні дослідження радіотехнічних систем аерокосмічного дистанційного зондування

---

Контактна інформація:

---

[a.v.popov@khai.edu](mailto:a.v.popov@khai.edu)

---

## 2. Опис навчальної дисципліни

|                                                 |                                                                                                                             |
|-------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Форма здобуття освіти                           | Денна                                                                                                                       |
| Семестр                                         | 2                                                                                                                           |
| Мова викладання                                 | Українська                                                                                                                  |
| Тип дисципліни                                  | Обов'язкова                                                                                                                 |
| Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин | 8 кредитів ЄКТС / 240 годин (80 аудиторних, з яких: лекції – 48, практичні заняття – 32; СРЗ – 160).                        |
| Види навчальної діяльності                      | Лекції, практичні заняття, самостійна робота                                                                                |
| Види контролю                                   | Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит                                                         |
| Пререквізити                                    | Математичні методи моделювання і оптимальних рішень, Формування та обробка зображень у оптичних та радіолокаційних системах |
| Кореквізити                                     | Проектування вбудованих систем цифрової обробки сигналів                                                                    |
| Постреквізити                                   | Кваліфікаційна робота магістра                                                                                              |



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

**Мета:** Підготовка фахівців здатних до самостійної науково-дослідної діяльності в галузі дистанційного зондування поверхні Землі з аерокосмічних носіїв у оптичному, інфрачервоному та радіодіапазонах.

**Завдання:** сформувати у здобувачів уявлення про сучасні методи та засоби дистанційного зондування (ДЗ) поверхні Землі з аерокосмічних носіїв у оптичному, інфрачервоному та радіодіапазонах, надати знання про методи оброблення даних дистанційного ДЗ з метою визначення електрофізичних характеристик об'єктів спостереження та їх подальшого використання у системах прийняття рішень та штучного інтелекту.

#### 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:

- здатність виявляти сутність проблем у професійній сфері, знаходити адекватні шляхи щодо їх розв'язання (ЗК1);
- здатність аналізувати, оцінювати наявну інформацію в ході професійної діяльності, за необхідності доповнювати й синтезувати відсутню інформацію й працювати в умовах невизначеності (ЗК2);
- здатність генерувати нові ідеї (креативність), знаходити оптимальні шляхи щодо їх реалізації (ЗК3);
- здатність до самостійного пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел (ЗК4);
- здатність до самостійного освоєння нових методів дослідження, зміни наукового й науково-виробничого профілю своєї діяльності (ЗК5);
- здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово (ЗК11);
- здатність вести професійну, у тому числі науково-дослідну діяльність, у міжнародному середовищі (ЗК13);
- навички роботи з ПК (ЗК15).

#### Фахові компетентності:

- здатність виявляти адекватну сутність науково-технічних проблем в професійній галузі, та застосовувати для їх вирішення відповідні ма-



тематичні, наукові і технічні методи, а також технічні засоби і комп'ютерне програмне забезпечення (ФК-1);

- здатність продемонструвати та використовувати знання і розуміння математичних принципів і методів, необхідних для підтримки проектних і дослідницьких рішень (ФК-2);
- здатність використовувати знання сучасних комп'ютерних та інформаційних технологій для обробки та аналізу даних (ФК-3);
- 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 (ФК-4);
- здатність до аналізу, розрахунку та синтезу схемотехнічних рішень для радіоелектронних пристроїв та систем, мікрохвильової та антенної техніки (ФК-6);
- здатність використовувати знання в галузі інформатики й сучасних інформаційних технологій, а також навичок у програмуванні при розробках та дослідженнях в професійної галузі (ФК-8);
- здатність брати участь у роботах з розрахунку, проектуванню та дослідженню радіоелектронних виробів та систем відповідно до технічних завдань з використанням сучасних засобів та програмних систем проектування (ФК-9);
- здатність розробляти фізичні, математичні й імітаційні моделі радіоелектронних пристроїв та систем що проектуються та досліджуються, виконувати їх моделювання (ФК-10);
- здатність і вміння проведення досліджень у галузі обробки цифрових та аналогових сигналів і зображень (ФК-11);
- здатність застосовувати математичну теорію організації і планування експерименту та обробки його результатів, розробляти плани проведення досліджень, вибирати алгоритми опрацювання вимірювальної інформації, а також застосовувати необхідне програмне забезпечення для автоматизації обчислень (ФК-12);
- 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 (ФК-19).



### **Програмні 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 (ПРН1);
- вміти формулювати мету і завдання дослідження, складати план дослідження, вести бібліографічний пошук із застосуванням сучасних інформаційних технологій, використовувати сучасні методи наукового дослідження (ПРН2);
- 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 (ПРН3);
- 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 радіоелектронних систем та комплексів. (ПРН4);
- 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 (ПРН5);
- знати базові методи цифрової обробки сигналів (у тому числі просторово-часових) та зображень (у тому числі – теплових та радіозображень), які застосовуються в радіоелектронних системах різного призначення - РТС радіолокації і навігації, РТС дистанційного зондування, телевізійних системах, системах керування та зв'язку; вміти здійснювати програмну реалізацію найбільш розповсюджених процедур обробки сигналів та зображень (ПРН6);
- знати методологію наукових досліджень, процес і підходи до обробки теоретичної та практичної інформації; знати порядок апробації основних елементів наукової новизни; вміти вести бібліографічний пошук із застосуванням сучасних інформаційних технологій, використовувати сучасні методи наукового дослідження (ПРН7);

- вміти розробляти фізичні, математичні й імітаційні моделі радіоелектронних пристроїв та систем що проектуються та досліджуються, виконувати їх моделювання з використанням сучасних апаратно-програмних середовищ (ПРН8)
- вміти аналізувати, розраховувати та синтезувати схемотехнічні рішення для мікрохвильової та антенної техніки (ПРН9);
- знати сутність і зміст, особливості педагогічної моралі, категорій, норм, принципів, функції у процесі педагогічної діяльності, форми організації навчального процесу та використання педагогічних технологій (ПРН15).



#### 4. Зміст навчальної дисципліни

##### Модуль 1.

##### Змістовий модуль 1. Сучасні системи дистанційного зондування.

##### Тема 1. Вступ до дисципліни.

###### *Лекційні заняття.*

Поняття дистанційного зондування. Аерокосмічні носії засобів ДЗ. Шкала електромагнітних хвиль, вікна прозорості атмосфери, класифікація систем ДЗ за довжиною електромагнітних хвиль, що використовуються. Основні характеристики засобів ДЗ. Оптичні засоби ДЗ та їх особливості. Інфрачервоні засоби ДЗ. Радіометрія та радіометричні засоби ДЗ. Активні засоби ДЗ. Особливості та різновиди бортових радарів. Радари переднього огляду, радіолокаційні приціли. Метеорологічні та навігаційні радари. Радари бокового огляду. Радари з синтезованою апертурою. Поляриметричні радари. Порівняльний аналіз даних ДЗ різних типів. Перспективні напрямки розвитку засобів ДЗ. Напрямки наукових досліджень в галузі ДЗ. Предмет вивчення, структура та задачі дисципліни. Бібліографія.

###### *Практичні заняття.*

Характеристики сучасних засобів ДЗ аерокосмічного базування.

*Самостійна робота:* опрацювання матеріалу лекцій, виконання завдань практичних занять. Підготовка до модульних контрольних робіт.

##### Тема 2. Задачі дистанційного зондування.

###### *Лекційні заняття.*

Класифікація завдань дистанційного зондування. Задачі моніторингу льодової обстановки, рослинності, землекористування, надзвичайних ситуацій. Задачі картографування поверхні Землі, інфраструктури, населених пунктів, тощо. Підповерхневе зондування. Актуальні проблеми систем ДЗ. Проблеми моніторингу та картографування. Аерокосмічна підтримка пошуково-рятувальних робіт. Аерокосмічна розвідка. Задачі виявлення об'єктів на фоні моря і суші. Задачі розпізнавання об'єктів. Інтелектуалізація засобів ДЗ.

###### *Практичні заняття.*

Типові завдання сучасних засобів ДЗ аерокосмічного базування та шляхи їх вирішення.

*Самостійна робота:* опрацювання матеріалу лекцій, виконання завдань практичних занять. Підготовка до модульних контрольних робіт.



### **Тема 3. Пасивні системи аерокосмічного дистанційного зондування.**

#### *Лекційні заняття.*

Сучасні системи оптичного та інфрачервоного дистанційного зондування різних країн світу. Типова структура системи оптичного ДЗ. Характеристики багатоканальних оптичних сенсорів. Роздільна здатність, смуги огляду сучасних космічних засобів оптичного ДЗ. Типові задачі, що вирішуються оптичними засобами ДЗ. Приклади зображень, отриманих сучасними системами оптичного та інфрачервоного ДЗ.

Сучасні системи радіометричного дистанційного зондування різних країн світу. Типові структури сучасних радіометрів космічного базування. Зв'язок радіометричних сигналів з електрофізичними параметрами поверхні Землі. Характеристики багатоканальних оптичних сенсорів. Роздільна здатність, смуги огляду сучасних космічних засобів радіометричного ДЗ. Типові задачі, що вирішуються радіометричними засобами ДЗ. Приклади зображень, отриманих сучасними системами радіометричного ДЗ.

#### *Практичні заняття.*

Принципи побудови радіометрів. Моделювання радіометричних систем на мові програмування Python.

*Самостійна робота:* опрацювання матеріалу лекцій, виконання завдань практичних занять. Підготовка до модульних контрольних робіт.

### **Тема 4. Активні системи аерокосмічного дистанційного зондування.**

Сучасні системи радіолокаційного дистанційного зондування різних країн світу. Частотні діапазони радіохвиль, що використовуються. Характеристики радіолокаційних сенсорів. Режими роботи, роздільна здатність, смуги огляду сучасних космічних засобів радіолокаційного ДЗ. Типова структура радару з синтезованою апертурою антени (РСА) та стисненням сигналів. Сучасна елементна база для реалізації РСА. Приклади зображень, отриманих сучасними системами радіолокаційного ДЗ.

Сучасні системи поляриметричного дистанційного зондування різних країн світу. Частотні діапазони радіохвиль, що використовуються. Характеристики радіолокаційних сенсорів. Поляризаційні характеристики сигналів. Режими роботи, роздільна здатність, смуги огляду сучасних космічних засобів поляриметричного ДЗ. Типова структура поляриметричного радару з синтезованою апертурою антени (РСА) та стисненням сигналів. Сучасна елементна база для реалізації поляриметричного РСА. Статистика запуску супутників активного ДЗ різних країн світу. Приклади зображень, отриманих сучасними системами поляриметричного ДЗ.



### *Практичні заняття.*

Принципи роботи радара з синтезованою апертурою антени. Моделювання стиснення сигналів та апертурного синтезу на мові програмування Python.

*Самостійна робота:* опрацювання матеріалу лекцій, виконання завдань практичних занять. Підготовка до модульних контрольних робіт.

### Модульний контроль №1

## **Змістовий модуль 2. Сучасні методи дистанційного зондування.**

### **Тема 5. Теоретичні основи дистанційного зондування.**

#### *Лекційні заняття.*

Електромагнітні хвилі. Інтерференція електромагнітних хвиль. Комплексна діелектрична проникність речовин. Електромагнітні хвилі у речовині. Електромагнітні хвилі на межі поділу двох середовищ. Граничні умови Леонтовича. Коефіцієнти Френеля. Поздовжні хвилі. Відбиття ЕМХ. Типи поверхонь. Рівна поверхня. Критерії шорсткості поверхні. Дрібношорстка поверхня. Крупношорстка поверхня. Реальна поверхня. Поляризація відбитих сигналів. Математичні моделі поверхонь. Просторова кореляція реальних поверхонь. Методи моделювання поверхонь.

#### *Практичні заняття.*

Коефіцієнти Френеля. Моделювання поверхонь різних типів та відбитих ними сигналів на мові програмування Python.

*Самостійна робота:* опрацювання матеріалу лекцій, виконання завдань практичних занять. Підготовка до модульних контрольних робіт.

### **Тема 6. Методи поляриметричного дистанційного зондування.**

Поняття поляризації ЕМХ. Рівняння Максвела. Ортогонально поляризовані компоненти ЕМХ. Еліптичність та орієнтація ЕМХ. Графічне подання поляризації сигналів. Матричне подання поляризації ЕМХ. Подання поляризації на подвійній комплексній площині. Поняття поляризаційного базису. Перетворення поляризаційного базису. Приведення ЕМХ до довільного базису.

Рівняння радіолокації та ефективна поверхня розсіювання об'єкту ДЗ. Поляризаційна матриця розсіювання (ПМР). Перетворення ПМР при зміні поляризаційного базису. Власні та нульові поляризації об'єкту ДЗ. Наукові школи радіолокаційної поляриметрії. Оптичний та сигнальний наукові напрямки.



Шляхи отримання поляризаційних ознак об'єктів ДЗ. Поляризаційна модель об'єкта ДЗ для теоретичних досліджень. Поняття поляризаційної характеристики (ПХ) (ознаки, signature) об'єкта ДЗ. Відносні ПХ об'єктів ДЗ. ПХ об'єктів на основі феноменологічної декомпозиції ПМР. ПХ об'єктів на основі інваріантної декомпозиції ПМР. Оператор розсіювання. Коваріаційна матриця розсіювання. ПХ об'єктів на основі декомпозиції коваріаційної матриці розсіювання. Матриця когерентності ЕМХ. ПХ об'єктів на основі декомпозиції матриці когерентності. Приклади поляризаційних характеристик реальних об'єктів ДЗ за експериментальними даними.

#### *Практичні заняття.*

Поляризаційна модель об'єкта ДЗ для теоретичних досліджень. Моделювання та оцінка поляризаційних характеристик об'єктів ДЗ на мові програмування Python.

*Самостійна робота:* опрацювання матеріалу лекцій, виконання завдань практичних занять. Підготовка до модульних контрольних робіт.

### **Тема 7. Статистичні моделі у дистанційному зондуванні.**

Випадкові сигнали та процеси. Ймовірнісні моделі випадкових сигналів та процесів. Типові статистичні моделі та їх використання у теорії систем ДЗ.

Статистичні моделі ПХ об'єктів ДЗ. Нелінійні перетворення законів розподілу. Негаусівські статистичні моделі. Багатовимірні негаусівські статистичні моделі. Багатомодові статистичні моделі характеристик об'єктів ДЗ.

#### *Практичні заняття.*

Побудова негаусівських статистичних моделей характеристик об'єктів ДЗ на мові програмування Python.

*Самостійна робота:* опрацювання матеріалу лекцій, виконання завдань практичних занять. Підготовка до модульних контрольних робіт.

### **Тема 8. Статистична теорія прийняття рішень у системах ДЗ.**

Задача виявлення сигналів. Виявлення об'єктів ДЗ за енергетичними параметрами. Відношення правдоподібності. Помилки прийняття рішень. Виявлення об'єктів ДЗ за неенергетичними параметрами. Метод імовірнісної фільтрації.



Задача класифікації об'єктів ДЗ. Поняття класу та кластеру. Методи класифікації даних ДЗ. Ідентифікація результатів кластеризації.

Задача розпізнавання об'єктів ДЗ. Статистичний опис об'єктів ДЗ. Априорна та апостеріорна імовірності. Формула Байєса. Критерій максимуму апостеріорної імовірності. Матриця рішень. Матриця імовірностей прийняття рішень. Методи послідовного прийняття рішень. Розпізнавання об'єктів ДЗ за багатовимірними ознаками.

#### *Практичні заняття.*

Моделювання виявлення об'єктів ДЗ за енергетичними параметрами на мові програмування Python. Моделювання виявлення об'єктів ДЗ за неенергетичними параметрами методом імовірнісної фільтрації на мові програмування Python. Кластеризація об'єктів ДЗ на мові програмування Python. Розпізнавання об'єктів ДЗ методом максимуму апостеріорної імовірності на мові програмування Python.

*Самостійна робота:* опрацювання матеріалу лекцій, виконання завдань практичних занять. Підготовка до модульних контрольних робіт.

### **Тема 8. Методи теорії інформації та штучного інтелекту у задачах ДЗ.**

Базові поняття теорії інформації. Поняття невизначеності. Зв'язок невизначеності з імовірністю. Поняття кількості інформації. Умовна кількість інформації. Критерії кількості інформації Шенона та Кульбака. Поняття мінімально достатньої кількості інформації. Методи прийняття рішень за теоретико-інформаційними критеріями. Розрізнюваність двох класів об'єктів. Дивергенція Кульбака, її властивості. Узагальнена дивергенція Кульбака. Мінімально достатня розрізнюваність. Виявлення замаскованих класів об'єктів. Оцінка інформативності ознак об'єкта ДЗ.

Технології штучного інтелекту у задачах ДЗ. Поняття нейронної мережі. Типові структури нейронних мереж. Задача навчання нейронної мережі. Верифікація результатів навчання. Розпізнавання об'єктів ДЗ методами нейронних мереж. Приклади роботи нейронних мереж на реальних даних ДЗ.

#### *Практичні заняття.*

Аналіз інформативності сукупності ознак об'єктів ДЗ на мові програмування Python.

*Самостійна робота:* опрацювання матеріалу лекцій, виконання завдань практичних занять. Підготовка до модульних контрольних робіт.



## 5. Індивідуальні завдання

Не передбачені навчальним планом.

## 6. Методи навчання

Навчання за допомогою пояснювально-ілюстративного матеріалу (лекції), технічних та програмних засобів (практичні 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, оформлення звітів та здача матеріалу тем практичних занять.

Модульний контроль – проведення модульних контрольних робіт у вигляді комп'ютерного тесту.

Семестровий контроль – іспит проводиться у формі комп'ютерного тесту.

## 8. 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>             |                                 |                            |                         |
| <b>Змістовний модуль 1</b>  |                                 |                            |                         |
| Робота на лекціях           | 0...0,5                         | 10                         | <b>0...5</b>            |
| Виконання практичних занять | 0...3                           | 6                          | <b>0...18</b>           |
| Модульний контроль          | 0...18                          | 1                          | <b>0...18</b>           |
| <b>Змістовний модуль 2</b>  |                                 |                            |                         |
| Робота на лекціях           | 0...0,5                         | 14                         | <b>0...7</b>            |
| Виконання практичних занять | 0...3                           | 10                         | <b>0...30</b>           |
| Модульний контроль          | 0...22                          | 1                          | <b>0...22</b>           |
| <b>Усього за семестр</b>    |                                 |                            | <b>0...100</b>          |

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача освіти від балів підсумкового контролю й за наявності допуску до іспиту.

Іспит проводиться у вигляді комп'ютерного тесту. Студенту надається 20 запитань (теоретичних питань та практичних завдань) з 5 варіантами відповідей. Тільки один варіант відповіді є вірним. За кожен вірну відповідь студент отримує 5 балів. На здачу комп'ютерного тесту відводиться фіксований час – 120 хвилин. Всього (за умов надання всіх вірних відповідей) студент отримує:

$$20 \times 5 = 100 \text{ балів.}$$



### 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 |

#### Критерії оцінювання роботи здобувача 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 60% завдань та здати модульне тестування з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на елементарному рівні в межах конспекту лекцій. Мати загальне уявлення щодо предметної області, методів дистанційного зондування з аерокосмічних носіїв у оптичному, інфрачервоному та радіодіапазонах 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 всі завдання та здати модульне тестування з навчальної дисципліни. Відповідати на теоретичні питання на достатньому рівні в межах конспекту лекцій та рекомендованих підручників. Знати предметні області, методи дистанційного зондування з аерокосмічних носіїв у оптичному, інфрачервоному та радіодіапазонах. Вміти реалізовувати методи моделювання та оброблення даних ДЗ на мові програмування 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; формувати висновки і узагальнення. Виконати всі завдання та здати модульне тестування 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, методи дистанційного зондування з аерокосмічних носіїв у оптичному, інфрачервоному та радіодіапазонах. Вміти реалізовувати методи моделювання та оброблення даних ДЗ на мові програмування на високому рівні.

## 9. Політика навчального курсу

**Відвідування занять.** Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні 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 усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

**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, фабрикавання 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=9525/>
2. Волосяк, В. К. Формування некогерентних та когерентних зображень у аерокосмічних радіолокаційних системах [Текст] : навч. посібник / В. К. Волосяк, В. Г. Яковлев, Е. О. Церне, В. В. Кошарський. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2023. – 180 с.
3. Попов, А.В. Сучасні методи та системи дистанційного зондування: методичні вказівки до виконання практичних занять [Електронний ресурс]/ А.В. Попов. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харків. авіац. ін-т», 2024. – 80 с. Режим доступу: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=9525/>

## 11. Рекомендована література

### Базова

1. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування: навч. посіб. / С. О. Довгий, В. І. Лялько, С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма, О. В. Томченко, Л. Я. Юрків. – К.: ІОД НАПН України, 2019. – 316 с.
2. Волосяк, В. К. Формування некогерентних та когерентних зображень у аерокосмічних радіолокаційних системах [Текст] : навч. посібник / В. К. Волосяк, В. Г. Яковлев, Е. О. Церне, В. В. Кошарський. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2023. – 180 с.
3. Попов, А.В. Сучасні методи та системи дистанційного зондування: методичні вказівки до виконання практичних занять / А.В. Попов. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т «Харків. авіац. ін-т», 2024. – 80 с.

### Допоміжна

1. ДСТУ 4758:2007. Дистанційне зондування Землі з космосу. Оброблення даних. Терміни та визначення понять. – К.: ДЕРЖСПОЖИВСТАНДАРТ України, 2007. – 17 с.
2. Joseph, G., Jeganathan, C. Fundamentals of Remote Sensing / Universities Press, 2018. – 606 pp.
3. Sabins, F.F. Remote sensing: principles, interpretation, and applications: 4th edition / Floyd F. Sabins Jr., James M. Ellis. – Long Grove, Illinois: Waveland Press, Inc, 2020. – 524 p.
4. Yamaguchi Y. Polarimetric SAR imaging: theory and applications / Y. Yamaguchi. – CRC Press, 2020. – 334 p.
5. Lee J.-S. Polarimetric radar imaging: from basics to applications / J.-S. Lee, E. Pottier. – CRC press, 2009. – 398 p.
6. Cloude S.R. Polarisation: applications in remote sensing / S.R. Cloude. – Oxford University Press, 2009. – 352 p.
7. Richards J.A. Remote sensing with imaging radar / J.A. Richards. – Springer, 2009. – 361 p.

8. Основи програмування. Python. Частина 1: підручник / А. В. Яковенко ; КПІ ім. Ігоря Сікорського. – Київ : КПІ ім. Ігоря Сікорського, 2018. – 195 с.

## 12. Інформаційні ресурси

1. Розділ курсу у системі Ментор. Режим доступу: <https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=9525/>
2. Anaconda Distribution. The world's most popular open-source Python distribution platform. Режим доступу: <https://www.anaconda.com/products/distribution>
3. IEEE Xplore. Режим доступу: <https://ieeexplore.ieee.org/Xplore/home.jsp>
4. Top 10 Free Sources of Satellite Data. Режим доступу: <https://skywatch.com/free-sources-of-satellite-data/>
5. Remote Sensing Tutorials / Canada Centre for Remote Sensing. – Режим доступу: <https://natural-resources.canada.ca/science-data/science-research/geomatics/remote-sensing/tutorial-fundamentals-remote-sensing>
6. Fundamentals of Remote Sensing / NASA EarthData. – Режим доступу: <https://www.earthdata.nasa.gov/learn/trainings/fundamentals-remote-sensing>
7. Principles of remote sensing / Centre for Remote Imaging, Sensing & Processing. – Режим доступу: <https://crisp.nus.edu.sg/~research/tutorial/rsmain.htm>
8. Capella Space Documentation. – Режим доступу: <https://docs.capella-space.com/api/catalog>
9. Copernicus Programme. – Режим доступу: <https://sentinels.copernicus.eu/web/sentinel/copernicus>