



## НАЗВА КУРСУ

# Засоби та методи дистанційного зондування Землі

## Робоча програма навчальної дисципліни (Силабус)

### Реквізити навчальної дисципліни

Рівень вищої освіти	<i>Другий (магістерський)</i>
Галузь знань	<i>13 Механічна інженерія</i>
Спеціальність	<i>134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка</i>
Освітня програма	<i>Інженерія авіаційних та ракетно-космічних систем</i>
Статус дисципліни	<i>Нормативна</i>
Форма навчання	<i>очна(денна)</i>
Рік підготовки, семестр	<i>1 курс, осінній</i>
Обсяг дисципліни	<i>54 год</i>
Семестровий контроль/ контрольні заходи	<i>Екзамен</i>
Розклад занять	<i>В розкладі на сайті rozklad.kpi.ua представлено згідно навчального плану лекції- 2 год. лабораторні роботи 1 год. кожного тижня рівномірно протягом семестру</i>
Мова викладання	<i>Українська</i>
Інформація про керівника курсу / викладачів	Лектор: Кандидат технічних наук, доцент Мариношенко Олександр Петрович, т.м. +380675013011, e-mail: <a href="mailto:a_marin@ukr.net">a_marin@ukr.net</a> , Доктор технічних наук, професор Кохан Світлана Станіславівна, т.м. +380681974100, e-mail: <a href="mailto:svitlana.skokhan@gmail.com">svitlana.skokhan@gmail.com</a> Практичні / Семінарські: Кандидат технічних наук, доцент Мариношенко Олександр Петрович, т.м. +380675013011, e-mail: <a href="mailto:a_marin@ukr.net">a_marin@ukr.net</a> , Доктор технічних наук, професор Кохан Світлана Станіславівна, т.м. +380681974100, e-mail: <a href="mailto:svitlana.skokhan@gmail.com">svitlana.skokhan@gmail.com</a>
Розміщення курсу	<i>Платформа «Сікорський»</i>

### Програма навчальної дисципліни

#### 1. Опис навчальної дисципліни, її мета, предмет вивчення та результати навчання

Навчальна дисципліна «Засоби та методи дистанційного зондування Землі» передбачає засвоєння теоретичних положень дистанційного зондування Землі та набуття практичних навичок попередньої і тематичної обробки даних ДЗЗ. Дисципліна поглиблює знання майбутнього фахівця для рішення різноманітних задач, що вирішуються за даними ДЗЗ із застосуванням космічної та авіаційної техніки, у природокористуванні, моніторингу земельних ресурсів на основі самостійного вибору необхідних даних ДЗЗ, технологій їх приймання, обробки і зберігання.

Метою дисципліни є засвоєння теоретичних положень концепції ДЗЗ та одержання даних ДЗЗ, вивчення загальних характеристик сенсорів оптичного діапазону, опанування методів цифрового оброблення даних ДЗЗ, вивчення і закріплення вміння застосовувати теорію положень дистанційного зондування Землі та застосування різноманітних сенсорів і багатоспектральних

камер, встановлених на несучих платформах, які включають як космічні носії, так і різноманітну авіаційну техніку. Вивчення дисципліни забезпечує набуття наступних компетентностей згідно із освітньою програмою:

- ЗК 5. Здатність використовувати новітні інформаційні технології;
- ЗК 6. Здатність до адаптації та дії в новій ситуації;
- ЗК 10. Здатність до самостійного освоєння нових методів дослідження, зміни наукового й науково-виробничого профілю своєї діяльності;
- ФК 7. Здатність реалізовувати фізичні та математичні моделі систем та процесів за допомогою методів і засобів сучасних інформаційних технологій;
- ФК 10. Здатність проектувати та використовувати сучасні системи авіаційних і космічних об'єктів.

Практична діяльність передбачає вивчення і закріплення практичних навичок роботи в середовищі програмного засобу Erdas Imagine (версія 14) і вимагає вмінь здійснювати попередню та тематичну обробку даних ДЗЗ, включаючи геометричні, радіометричні поліпшувальні перетворення та атмосферне корегування космічних знімків, та обробку даних, які отримані з безпілотних літальних апаратів. Це дозволяє здійснювати прив'язку даних ДЗЗ до конкретної території, створювати та аналізувати спектральні сигнатури об'єктів за даними ДЗЗ, ідентифікувати класи об'єктів на основі візуальних дешифрувальних ознак та інструментальних вимірювань багатоспектральних космічних знімків високого і середнього просторового розрізнення і даних з БПЛА.

Тобто, майбутні фахівці отримують знання не тільки попереднього й тематичного оброблення даних ДЗЗ, але й підготовки даних, які необхідні для прийняття рішень при плануванні розвитку територій та забезпечення моніторингу земельних ресурсів.

Крім того, практична робота в середовищі Erdas Imagine забезпечує практичні навички для самостійного вивчення та використання програмних засобів Quantum GIS та ENVI.

Програмними результатами згідно із освітньою програмою навчання є:

- ПРН 3. Вміння використовувати новітнє спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання складних задач у професійній (науково-технічній) діяльності відповідно до освітньої програми;

- ПРН 13. Вміння застосовувати вимоги галузевих та міжнародних нормативних документів щодо формулювання та розв'язання науково-технічних задач проектування, виробництва, ремонту, складання, випробування та (або) сертифікації елементів та об'єктів ракетно-космічної техніки на всіх етапах її життєвого циклу;

- ПРН 15. Вміння організовувати виконання складних завдань у професійній діяльності шляхом послідовного та якісного виконання їхніх окремих етапів, в тому числі з залученням колективу виконавців;

а також вміння майбутнього фахівця самостійно проводити пошук безкоштовних даних ДЗЗ, складати заявки на проведення космічних зйомок та зйомок з БПЛА; створювати адекватні розрахункові схеми реальних конструкцій літальних апаратів, як несучих платформ, для розташування та забезпечення роботи сенсорних систем та багатоспектральних камер з необхідною точністю визначення координат і застосовувати для їх розрахунку відповідні методи.

## **2. Пререквізити та постреквізити дисципліни (місце в структурно-логічній схемі навчання за відповідною освітньою програмою)**

Курс базується на дисциплінах бакалаврської підготовки «Вища математика», «Фізика», «Інформаційні технології і основи програмування». Набуті знання при вивченні курсу «Засоби та методи дистанційного зондування Землі» використовуються при дипломному проектуванні, при вивченні вибіркового дисциплін професійного спрямування та у професійній практиці.

### 3. Зміст навчальної дисципліни

Теоретичний курс дисципліни складає 36 академічних годин і містить наступні теми:

РОЗДІЛ 1. Загальна концепція ДЗЗ

Тема 1.1. Загальні концепції дистанційного зондування Землі.

Тема 1.2. Електромагнітна радіація.

Тема 1.3. Сенсорні системи

РОЗДІЛ 2. Робота з растровими даними

Тема 2.1. Загальні принципи побудови растрових даних. Напрямки використання растрових даних. Основні методи прив'язки растрових зображень. Системи координат: UTM (Universal Transverse Mercator) та Система координат Пулково 1942 (СК42).

РОЗДІЛ 3. Інтерфейс програмного засобу ERDAS Imagine.

Тема 3.1. Інтерфейс ERDAS IMAGINE. Види і навігація.

Тема 3.2. Попередня обробка даних ДЗЗ

Тема 3.3. Геометрична трансформація знімків і координатна прив'язка.

Тема 3.4. Створення кольорових композитів. Вирізання частки зображення.

Тема 3.5. Просторові поліпшувальні перетворення знімків.

Тема 3.6. Основні типи багатоспектральних камер, які застосовуються в Україні та оброблення їх даних.

Тема 3.7. Попередня обробка даних з БПЛА

РОЗДІЛ 4. Тематична обробка даних ДЗЗ

Тема 4.1. Вегетаційні параметри рослинності.

Тема 4.2. Класифікація зображень. Некерована класифікація. Кластерний аналіз. Метод К-середніх.

Тема 4.3. Методика проведення керованої класифікації даних космічних зйомок. Еталонні ділянки. Вимоги до мінімальної статистично достатньої кількості одиниць. Вимоги до якості навчальних вибірок. Вирішальне правило класифікації. Алгоритми керованої класифікації

#### Навчальні матеріали та ресурси

Базова література:

1. Кохан С.С., Востоков А.Б. «Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи». Підручник. Київ «Вища школа». 2009
2. Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційний моніторинг земельних ресурсів. Київ. 2018.
3. Берлянт А.М. Картография. Аспект Пресс, М., 2002.
4. Токарева О.С. Обработка и интерпретация данных дистанционного зондирования Земли.
5. Практическое руководство по работе в Erdas Imagine. Перевод компании ДАТА+ М. 2007.

Додаткова література:

Електронний ресурс:

6. Сайт: [gis-lab.ru](http://gis-lab.ru)

Обов'язковими для прочитання є розділи з наведеної базової літератури, що тематично відповідають лекційному матеріалу. Факультативними з базової літератури є джерела 3-5; з додаткової літератури факультативними є джерело 6.

### Навчальний контент

#### 4. Методика опанування навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Дисципліна розрахована на один семестр. Аудиторне навантаження складається з лекцій - 36 ак. год. і лабораторних робіт - 18 ак. год. Аудиторні заняття рівномірно розподілені протягом семестру, що дозволяє здобувачам вищої освіти планомірно організовувати і планувати свою роботу.

Теоретична частина складається з 4 логічно пов'язаних тематичних розділів: 1 – Загальна концепція ДЗЗ (теми 1.1, 1.2, 1.3); 2 – Робота з растровими даними (тема 2.1); 3 Інтерфейс програмного засобу ERDAS Imagine. (теми 3.1, 3.2, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6, 3.7); 4 – Тематична обробка даних ДЗЗ (теми 4.1, 4.2, 4.3) . Для підготовки рекомендовано спиратися на джерела 1, 2, 3, 4, 5 з числа базової літератури, і джерело 6 з числа додаткової літератури.

Метою лекцій з дисципліни «Засоби та методи дистанційного зондування Землі» є набуття теоретичних знань та практичних навичок попередньої та тематичної обробки даних дистанційного зондування Землі та підготовки якісного матеріалу для прийняття управлінських рішень для сталого розвитку територій України. Складність і відсутність на цей час сталої теорії застосування даних ДЗЗ в різноманітних галузях народного господарства вимагають проблемного характеру їх вивчення. Це передбачає варіативний підхід до складних процесів і вимагає від здобувачів вищої освіти широкої ерудиції і розуміння взаємозв'язку з технологією виготовлення та застосування несучих платформ з можливістю розміщення як сенсорів, так і багатоспектральних камер з додатковим обладнанням.

Лекція 1. Загальні концепції дистанційного зондування Землі. Електромагнітна радіація.

Сенсорні системи (Тема 1.1, 1.2, 1.3)

Лекція 2. Загальні принципи побудови растрових даних. Напрямки використання растрових даних. Основні методи прив'язки растрових зображень (Тема 2.1)..

Лекція 3. Системи координат: UTM (Universal Transverse Mercator) та Система координат Пулково 1942 (СК42) (Тема 2.1).

Лекція 4. Інтерфейс ERDAS IMAGINE. Види і навігація. (Тема 3.1)

Лекція 5. Попередня обробка даних ДЗЗ (Тема 3.2)

Лекція 6. Геометрична трансформація знімків (Тема 3.3)

Лекція 7. Координатна прив'язка (Тема 3.3)

Лекція 8. Створення кольорових композитів (Тема 3.4).

Лекція 9. Вирізання частки зображення (Тема 3.4).

Лекція 10. Просторові поліпшувальні перетворення знімків (Тема 3.5).

Лекція 11. Основні типи багатоспектральних камер, які застосовуються в Україні, оброблення їх даних (Тема 3.6).

Лекція 12. Попередня обробка даних з БПЛА (Тема 3.7)

Лекція 13. Вегетаційні параметри рослинності (Тема 4.1).

Лекція 14. Класифікація зображень. Некерована класифікація (Тема 4.2).

Лекція 15. Кластерний аналіз. Метод К-середніх (Тема 4.2).

Лекція 16. Методика проведення керованої класифікації даних космічних зйомок. Еталонні ділянки (Тема 4.3).

Лекція 17. Вимоги до мінімальної статистично достатньої кількості одиниць. Вимоги до якості навчальних вибірок (Тема 4.3).

Лекція 18. Вирішальне правило класифікації. Алгоритми керованої класифікації (Тема 4.3).

Лабораторні роботи виконуються в середовищі програмного засобу Erdas Imagine і орієнтовані на придбання практичних навичок по обробці даних ДЗЗ. Кожна робота проводиться протягом 1...2 ак. год., що обумовлено в ряді випадків необхідністю підготовки вихідних даних (визначення систем координат, перетворення форматів даних, прив'язка растрових даних). Виконанню лабораторної роботи передують теоретична підготовка і порядок виконання попередньої обробки даних ДЗЗ

Тематика лабораторних робіт:

Лабораторна робота 1. Основні методи прив'язки растрових зображень. Системи координат: UTM (Universal Transverse Mercator) та Система координат Пулково 1942 (СК42).

Лабораторна робота 2. Інтерфейс програмного засобу ERDAS IMAGINE 14. Види і навігація

Лабораторна робота 3. Попередня обробка даних ДЗЗ

Лабораторна робота 4. Координатна прив'язка растрових зображень

Лабораторна робота 5. Створення мозаїк та вирізання частки зображень.

Лабораторна робота 6. Просторові поліпшувальні перетворення знімків (pan-sharpening)

Лабораторна робота 7. Попередня обробка даних з БПЛА.

Лабораторна робота 8. Вегетаційні параметри рослинності.

Лабораторна робота 9. Класифікація зображень. Некерована класифікація. Кластерний аналіз. Метод К-середніх.

Лабораторна робота 10. Методика проведення керованої класифікації даних космічних зйомок

Для підготовки до виконання лабораторних робіт використовуються методичні посібники до виконання лабораторних робіт, експлуатаційна документація на обладнання, джерело 3 з числа базової літератури і джерело 6 з числа додаткової літератури

Календарний план організації навчального процесу представлено в таблиці 1.

Таблиця 1

№ тижня	№ лекції	№ лабораторної роботи
1	Лекція 1	
2	Лекція 2	Лабораторна робота 1. Основні методи прив'язки растрових зображень. Системи координат: UTM (Universal Transverse Mercator) та Система координат Пулково 1942 (СК42).
3	Лекція 3	Лабораторна робота 2. Інтерфейс програмного засобу ERDAS IMAGINE 14. . Види і навігація
4	Лекція 4	Лабораторна робота 3. Попередня обробка даних ДЗЗ
5	Лекція 5	
6	Лекція 6	Лабораторна робота 4. Координатна прив'язка растрових зображень
7	Лекція 7	
8	Лекція 8	Лабораторна робота 5. Створення мозаїк та вирізання частки зображень.
9	Лекція 9	
10	Лекція 10	Лабораторна робота 6. Просторові поліпшувальні перетворення знімків (pan-sharpening)
11	Лекція 11	
12	Лекція 12	Лабораторна робота 7. Попередня обробка даних з БПЛА
13	Лекція 13	
14	Лекція 14	Лабораторна робота 8. Вегетаційні параметри рослинності
15	Лекція 15	
16	Лекція 16	Лабораторна робота 9. Класифікація зображень. Некерована класифікація. Кластерний аналіз. Метод К-середніх.
17	Лекція 17	
18	Лекція 18	Лабораторна робота 10. Методика проведення керованої класифікації даних космічних зйомок

## 5. Самостійна робота студента/аспіранта

Обсяг самостійної роботи протягом семестру складає 66 ак. год. Структура самостійної роботи наступна.

На самостійне опрацювання виносяться наступні теми лекцій:

Лекція 1. Предмет і задачі курсу. Місце дисципліни «Засоби та методи дистанційного зондування Землі» серед інших дисциплін, орієнтованих на розробку платформ, сенсори та багатоспектральні камери. (6 ак. год.).

Лекція 3. Номенклатура топографічних карт. Системі координат, які прийняті в Україні (8 ак. год.).

Лекція 5. Попередня обробка даних ДЗЗ (геометрична, радіометрична, атмосферна), (15 ак. год)

Лекція 7. Прив'язка топографічних карт в Erdas Imagine (4 ак. год.).

Лекція 10. Просторові поліпшувальні перетворення знімків (pan-sharpening) (7 ак. год.)

Лекція 15. Класифікація зображень. Некерована класифікація. Кластерний аналіз. Метод К-середніх (7 ак. год.)

Лекція 16. Методика проведення керованої класифікації даних космічних зйомок (12 ак. год.)

Підготовка до екзамену (9 ак. год.)

## Політика та контроль

### 6. Політика навчальної дисципліни (освітнього компонента)

Відвідування лекцій і лабораторних робіт є обов'язковим і здійснюється за затвердженим розкладом або згідно з індивідуальним планом здобувача вищої освіти. В разі пропуску з поважних причин лекцій студент опрацьовує її електронний варіант і викладає основні положення у короткому рефераті. Відпрацювання пропущених лабораторних робіт проводиться наприкінці семестру за окремим затвердженим графіком.

На аудиторних заняттях мобільні телефони мають бути відключені. Складні моменти тем, що виносяться на лекції, можуть доручатися здобувачам вищої освіти для підготовки коротких доповідей або дискусійних питань до обговорень з метою збільшення активності слухачів.

Лабораторні роботи захищаються під час виконання чергової лабораторної роботи у вигляді звітів з відповіддю на контрольні запитання. Пропущені лабораторні роботи проводяться і захищаються за окремим графіком в кінці семестру.

Використовуються наступні правила заохочувальних і штрафних балів.

За участь в інститутській олімпіаді з дисципліни нараховується 5 балів, за роботу з удосконалення дидактичного матеріалу з дисципліни нараховується 5 балів, за активну участь в обговоренні складних тем +1...4 балів

За недопуск до лабораторного практикуму у зв'язку з незадовільним вхідним контролем при повторному відпрацюванні знімається 1 бал, за відсутність на лабораторному практикумі без поважних причин знімається 2 бали, відсутність на занятті без поважної причини: -1...-4 бал.

В разі визначення плагіату при виконанні контрольної роботи, або не самостійного виконання лабораторної роботи, їх результати анулюються.

### 7. Види контролю та рейтингова система оцінювання результатів навчання (PCO)

Рейтинг студента з дисципліни складається з балів, що він отримує за наступне:

- виконання і відповіді на лабораторних роботах;

- виконання контрольної роботи;
- відповіді на екзамені.

Система рейтингових (вагових) балів та критерії оцінювання

### 1. Лабораторні роботи

Ваговий бал – 5.

Максимальна кількість балів дорівнює 5 балів x 7 = 35 балів.

Критерії оцінювання:

повне виконання роботи – 5;

за недопуск до лабораторного практикуму у зв'язку з незадовільним вхідним контролем при відпрацюванні знімається 1 бал.

за відсутність на лабораторному практикумі без поважних причин знімається 2 бали при повторному відпрацюванні.

### 2. Контрольна робота

Ваговий бал – 9.

Максимальна кількість балів дорівнює 9 балів x 1 = 9 балів.

Критерії оцінювання:

повне виконання завдання – 9;

неповне виконання завдання – 5...8;

незадовільне виконання – 0.

Штрафні та заохочувальні бали:

творчий підхід до роботи, активна участь в обговоренні тем, самостійний пошук тем: +1...4 балів;

відсутність на занятті без поважної причини: -1...-4 бал.

Максимальна кількість заохочувальних та штрафних балів дорівнює 4.

Розрахунок шкали (R) рейтингу:

Сума вагових балів контрольних заходів протягом семестру складає:

$$R_C = 35 + 9 = 44 \text{ бали.}$$

Необхідною умовою допуску до екзамену є виконання усіх лабораторних робіт та контрольної роботи.

### 3. Екзамен

Екзаменаційна складова шкали дорівнює 56 % від R, а саме 56 балів, і складається з теоретичної частини що містить два питання з різних тем.

За кожне питання питання за умови вільного володіння матеріалом, відповіді на усі додаткові питання – 28 балів;

досить впевнене володіння матеріалом, неповні відповіді на додаткові питання – 20 балів;

невпевнена відповідь на основне питання, не має відповіді на додаткові питання – 10 балів;

не має відповіді на основне питання – 0 балів.

Таким чином, рейтингова шкала з дисципліни складає

$$R = R_C + R_E = 44 + 56 = 100 \text{ балів.}$$

Умови позитивної проміжної атестації у семестрі.

Для отримання "зараховано" з першої проміжної атестації (8 тиждень) студент матиме не менш, ніж 12 балів ( за умови, якщо на початок 8 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів "ідеальний" студент має отримати 20 балів).

Для отримання "зараховано" з другої проміжної атестації (14 тиждень) студент матиме не менш, ніж 24 бали ( за умови, якщо на початок 14 тижня згідно з календарним планом контрольних заходів "ідеальний" студент має отримати 40 балів).

Таблиця відповідності рейтингових балів оцінкам за університетською шкалою:

Кількість балів	Оцінка
100-95	Відмінно
94-85	Дуже добре
84-75	Добре

74-65	Задовільно
64-60	Достатньо
Менше 60	Незадовільно
Не виконані умови допуску	Не допущено

## 8. Додаткова інформація з дисципліни (освітнього компонента)

Перелік питань, які виносяться на семестровий контроль.

1. Що таке дистанційне зондування Землі?
2. Взаємодія ЕМВ з атмосферою.
3. Дати характеристику активних і пасивних методів ДЗЗ.
4. Назвати діапазони електромагнітного випромінювання, які використовуються у ДЗЗ.
5. Дати характеристику відбивальній властивості рослинності.
6. Назвати класи природних об'єктів за спектральною відбивальною властивістю
7. Яку кількість каналів мають багатоспектральні знімки?
8. Що таке просторове, радіометричне, спектральне, темпоральне розрізнення?
9. Що являють собою растрові дані?
10. Які дані відображають растри?
11. Які фактори ускладнюють прив'язку сканованих карт.
12. Назвати етапи прив'язки растрових зображень карти.
13. Назвати способи прив'язки растрових зображень.
14. Функції, використовувані для первинної прив'язки растрових зображень карти.
15. Базові ознаки, які використовуються під час візуального аналізу знімків.
16. Назвіть ознаки, які використовуються під час автоматизованого аналізу.
17. Що таке спектральна відбивальна здатність?
18. Спектральна відбивальна здатність основних класів природних об'єктів
19. Дайте інтерпретацію комбінацій каналів 4-5-1 даних Landsat ETM+/Landsat 8.
20. Схарактеризуйте процес отримання даних ДЗЗ
21. Назвіть основні формати даних ДЗЗ
22. Назвіть сенсори високого просторового розрізнення та їх використання
23. Дати визначення, що таке вегетаційні індекси
24. Просторові поліпшувальні перетворення знімків (pan-sharpening)
25. Для чого застосовується некерована класифікація?
26. Методика проведення керованої класифікації даних космічних зйомок.
27. Що таке еталонні ділянки?
28. Вимоги до мінімальної статистично достатньої кількості одиниць. Вимоги до якості навчальних вибірок.
29. Вирішальне правило класифікації.
30. Основні алгоритми керованої класифікації.

### Робочу програму навчальної дисципліни (силабус):

Складено д.т.н., професором Кохан С.С., с.н.с. Востоковим А.Б.

Ухвалено кафедрою АРБ (протокол № 11 від 17.06.20)

Погоджено Методичною комісією ІАТ (протокол № 2 від 22.06.20)