

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНА УСТАНОВА «НАУКОВИЙ ЦЕНТР АЕРОКОСМІЧНИХ
ДОСЛІДЖЕНЬ ЗЕМЛІ ІНСТИТУТУ ГЕОЛОГІЧНИХ НАУК НАЦІОНАЛЬНОЇ
АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ»

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Директор ЦАКДЗ ІГН НАН України
член-кореспондент НАН України.

Михайло ПОПОВ
« 29 » вересня, 2025 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ПОЛІГОНИ ДЛЯ НАЗЕМНОЇ ВЕРИФІКАЦІЇ ДАНИХ КОСМІЧНОГО
ГЕОМОНІТОРИНГУ. БАЗИ ДАНИХ СПЕКТРОМЕТРИЧНИХ
ВИМІРЮВАНЬ.

*(Ground test site selection for satellite data verification. Spectrometric measurements
databases)*

для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії

галузь знань 10 Природничі науки
спеціальність 103 «Науки про Землю»
освітній рівень доктор філософії
освітня програма «Дистанційні аерокосмічні дослідження природного середовища»
вид дисципліни Вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2025/2026
Семестр	5
Кількість кредитів ECTS	2
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	залік

Викладач: Дугін Станіслав Сергійович, кандидат геологічних наук, завідувач лабораторії
технічних засобів дистанційного зондування Землі відділу геоінформаційних технологій в
дистанційному зондуванні Землі ЦАКДЗ ІГН НАН України

© С.С. Дугін, 2025

КИЇВ – 2025

Розробник: Дугін Станіслав Сергійович, кандидат геологічних наук, завідувач лабораторії технічних засобів дистанційного зондування Землі відділу геоінформаційних технологій в дистанційному зондуванні Землі ЦАКДЗ ІГН НАН України

Затверджено
Гарант освітньої програми
к.геол.н., с.н.с.



(підпис)

Ольга СЕДІЄРОВА
(власне ім'я, прізвище)

Схвалено: Вченою радою Державної установи «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України» протокол від «23» вересня 2025 року № 12.

Голова вченої ради
д.т.н., професор
член-кореспондент НАН України



Михайло ПОПОВ

Учений секретар вченої ради,
к.т.н., ст. досл.



Анна ХИЖНЯК

Обґрунтування вибору полігонів для наземної верифікації даних космічного геомоніторингу територій. Бази даних спектрометричних замірів.

1. Полігони ДЗЗ України
2. Вибір полігонів для наземної верифікації даних космічного геомоніторингу територій
3. База даних спектрометричних замірів.

1. **Мета дисципліни** - дати аспірантам розуміння про критерії вибору полігонів для наземної верифікації даних аерокосмічного геомоніторингу територій та наявних баз даних спектрометричних замірів.

2. Вимоги до вибору навчальної дисципліни:

Диплом магістра з геології та інших спеціальностей наук про Землю. Магістри повинні мати навички та теоретичні знання, пов'язані з такими предметами, як «Загальна геологія» та володіти навичками самостійної роботи в галузі наук про Землю.

3. Анотація навчальної дисципліни.

Практика показує, що достовірність і точність інформації космічних знімків істотно залежать від наявності та повноти польових даних. Польові дані отримують методом наземних фізичних (геохімічних, фітоіндикаційних і т.д.) вимірювань або за допомогою безпосереднього спостереження та обстеження об'єктів, що надає їм більш високу достовірність порівняно з дистанційними даними. Польові спостереження використовують як опорні (калібрувальні, завіркові) у процесах формування, обробки та інтерпретації космічних зображень. Сучасний стан накопиченого досвіду у світовому дистанційному зондуванні Землі (ДЗЗ) переконливо свідчить, що найбільш прийнятний шлях отримання задвіркових даних для ефективного застосування даних ДЗЗ – це створення спеціально обладнаних полігонів.

Вивчення властивостей природних та антропогенних складових тестових ділянок України на основі спектрометричної інформації при створенні відповідних баз даних спектральних характеристик довкілля.

Потужним інструментом для геомоніторингу земної поверхні, зокрема, рослинного покриву є сучасні бортові багато- та гіперспектральні сенсори. На даний час такі сенсори мають достатню спектральну і просторову розрізненність, щоб за допомогою зображень, які вони формують, класифікувати природні об'єкти та навіть визначати їх стан. Вирішення подібних складних задач здійснюється шляхом залучення процедури контрольованого навчання, що потребує знання властивостей природних та антропогенних складових тестових ділянок, насамперед оптико-спектральних характеристик об'єктів. За допомогою контрольно-калібрувальних полігонів вирішують завдання контролю параметрів бортових технічних засобів ДЗЗ в процесі польоту та їх калібрування. Для цього на земній поверхні виділяють

різноманітні об'єкти з відомими характеристиками. У разі калібрування багатоспектральних знімків необхідно забезпечити вимірювання величини абсолютної чутливості кожного спектрального каналу. Всі об'єкти на полігоні повинні характеризуватися максимально точною координатною прив'язкою. Тестові полігони використовуються для розробки і сертифікації методик, тематичних завдань ДЗЗ, створення і поповнення комп'ютерних баз даних про спектральні сигнатури об'єктів ДЗЗ та проведення інших досліджень. При розв'язанні задачі створення тестових ділянок в основних фізико-географічних зонах для різних ландшафтно-геологічних умов України актуальним є використання системного підходу, сучасних методів моделювання, оцінки та прогнозу складних систем, можливостей сучасних інформаційних і комп'ютерних технологій.

Навчальна дисципліна забезпечує знаннями про полігони для наземної верифікації даних аерокосмічного геомоніторингу територій та бази даних спектрометричних замірів.

Навчальна дисципліна забезпечує набуття здобувачами вищої освіти компетентностей, направлених на досягнення глобальних цілей сталого розвитку до 2030 року, проголошених резолюцією Генеральної Асамблеї Організації Об'єднаних Націй від 25 вересня 2015 року № 70/1, визначених Указом Президента України від 30 вересня 2019 року № 722. Навчальна дисципліна забезпечує визначені в даних документах цілі сталого розвитку, для прикладу, чиста вода та належні санітарні умови (Ціль 6); доступна та чиста енергія (Ціль 7); сталий розвиток міст і громад (Ціль 11) забезпечується тим, що дистанційні методи дозволяють здійснювати моніторинг стану міських територій, оцінювати їх екологічну ситуацію та планувати сталий розвиток; пом'якшення впливу змін клімату (Ціль 13), захист та відновлення екосистем суші (Ціль 15) забезпечуються знаннями параметрів природного середовища і характеристик, що спостерігаються та вимірюються дистанційними методами, планування експериментів в аерокосмічних дослідженнях.

4. Цілі навчання:

Ознайомлення здобувачів з вибором полігонів для наземної верифікації даних аерокосмічного геомоніторингу територій та наявних баз даних спектрометричних замірів. Розвинення професійної компетентності у виборі полігонів та тестових ділянок.

5. Результати навчання:

Результат навчання (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		Форма/Методи викладання і навчання	Форма/Методи оцінювання	Відсоток у підсумковій атестації з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Знання характеристик полігонів ДЗЗ	Лекція, практичне	Письмова робота	15 %

	України.	заняття, самостійна робота.		
1.2	Знання критеріїв наземної верифікації даних аерокосмічного геомоніторингу територій.	Лекція, практичне заняття, самостійна робота.	Письмова робота	20 %
1.3	Знання характеристик основних географічних зон	Лекція, практичне заняття, самостійна робота.	Письмова робота	20 %
2.1	Знати та уміти створювати бази даних спектрометричних замірів.	Лекція, практичне заняття, самостійна робота.	Письмова робота	20 %
3.1	Уміти обґрунтовувати вибір полігонів наземної верифікації даних аерокосмічного геомоніторингу територій.	Лекція, практичне заняття, самостійна робота.	Письмова робота	15 %
4.1	Використовувати вище зазначені знання та навички у практичних завданнях з вибору полігонів.	Лекція, практичне заняття, самостійна робота.	Письмова робота	10 %

Структура курсу: лекції, практичні, контрольні заняття, та самостійна робота аспірантів.

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни в програмним и результатами навчання:

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	2.1	3.1	4.1
Програмні результати навчання						
РН02. Розробляти та досліджувати концептуальні, математичні і комп'ютерні моделі Землі, її геосфер та процесів, що відбуваються в них, ефективно використовувати їх для отримання нових знань та/або створення інноваційних продуктів у науках про Землю та дотичних міждисциплінарних напрямках.	+	+	+	+		

РН06. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з наук про Землю та дотичних міждисциплінарних напрямів з використанням сучасних інструментів та дотриманням норм професійної і академічної етики, критично аналізувати результати власних досліджень і результати інших дослідників у контексті усього комплексу сучасних знань щодо досліджуваної проблеми.	+	+	+	+		
РН07. Розробляти та реалізовувати наукові та/або інноваційні проекти, які дають можливість переосмислити наявне та створити нове цілісне знання та/або професійну практику і розв'язувати значущі наукові та технологічні проблеми у науках про Землю з врахуванням соціальних, економічних, екологічних та правових аспектів.	+	+	+	+	+	+
РН08. Застосовувати загальні принципи та методи математики й природничих наук, а також сучасні методи та інструменти, цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для провадження досліджень у сфері наук про Землю, зокрема, дистанційних аерокосмічних досліджень природного середовища.	+	+	+	+		
РН09. Застосовувати сучасні інструменти і технології пошуку, оброблення та аналізу інформації, зокрема, статистичні методи аналізу даних великого обсягу та/або складної структури, спеціалізовані бази даних та інформаційні системи і технології.	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки:

7.1. Форми оцінювання студентів.

1. Семестрове оцінювання:

- 1) Контрольна робота «Вибір полігонів для наземної верифікації даних космічного геомоніторингу територій» -10 балів (рубіжна оцінка 6 балів)
- 2) Контрольна робота «Бази даних спектрометричних замірів» -10 балів (рубіжна оцінка 6 балів)
- 3) Оцінка за роботу на лекційних, практичних заняттях - 40 балів (рубіжна оцінка 24 балів)

2. Підсумкове оцінювання у формі екзамену: максимальна оцінка 40 балів, рубіжна оцінка 24 балів. Під час екзамену студент виконує реалізацію проекту з використанням знань та вмінь з основ та новітніх розробок. Підсумкове оцінювання у формі екзамену не є обов'язковим, при відмові від участі у даній формі оцінювання аспірант не отримує відповідні бали до підсумкової оцінки.

Результати навчальної діяльності аспірантів оцінюються за 100 бальною шкалою.

Залік виставляється за результатами роботи аспіранта впродовж усього

семестру, як сума (проста або зважена) балів за систематичну роботу впродовж семестру.

	Семестрова кількість балів	ПКР(підсумкова контрольна робота) або екзамен	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

Аспірант не допускається до підсумкового оцінювання у формі диференційованого заліку, якщо під час семестру набрав менше 20 балів.

7.2 Організація оцінювання: Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою та передбачає: 4 лекції та виконання 2 практичних робіт (де аспіранти мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі використовуючи окреслені викладачем методи та засоби), виконання самостійних та проведення 2 письмових контрольних робіт. Оцінювання проводиться у формі заліку.

7.3 Шкала відповідності

Відмінно	90-100
Добре	75-89
Задовільно	60-74
Незадовільно	0-59

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ з.п.	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні роботи	самостійна робота
1	Вступ. Цілі та завдання навчальної дисципліни. Основні поняття. Тема 1. Характеристика полігонів ДЗЗ України.	2		6
2	Тема 2. Вибір полігонів для наземної верифікації даних аерокосмічного геомоніторингу територій.	4		8
3	Практична робота 1 Обґрунтування вибору полігону за запропонованими критеріями. Контрольна робота 1		4	6

4	Тема 3. Основні фізико-географічні зони України їх характеристики та критерії для створення тестових ділянок	2		6
5	Тема 4. Бази даних спектрометричних замірів.	4		6
6	Практична робота 2 Визначити спектрометричні характеристики елементів ландшафту. Контрольна робота 2		4	6
	Залік з дисципліни		2	
	Всього	12	10	38

Загальний обсяг 60 год., в тому числі:

Лекцій - 12 год.

Практичні заняття - 8 год.

Самостійна робота - 38 год.

диференційований залік, консультації - 2 год.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:

1. Изменение земных систем в Восточной Европе: Лялько В.И. (ред.). Киев: Фолиант, 2010. 582 с.
2. Earth Systems Change over Eastern Europe. Coeditors P., Lyalko V. (Eds.). Kiev: Akadempriodyka, 2012. 488 p. ISBN 978-966-360-195-3.
3. Парниковий ефект і зміни клімату в Україні: оцінки та наслідки: Лялько В.І. (ред.). Київ: Наук. думка, 2015. 283 с. ISBN 978-966-00-1526-5.
4. Дугін С.С. Оцінка і вибір полігонів для наземної завірки інформації космічного геомоніторингу. Доп. НАН України. 2014. № 5. С. 87-95.
5. Шпортюк З.М., Сибірцева О.М., Дугін С.С. Вплив просочування природного газу на наземних хлорофільний індекс та позицію червоного краю спектрів відбиття пшениці над газовим родовищем. Доп. НАН України. 2011. № 11. С. 115-119.
6. Лялько В.І., Шпортюк З.М., Сибірцева О.М., Дугін С.С., Кічка О.А. Гіперспектральні індекси для визначення змін рослинного покриву над нафтовим родовищем за даними спектрометричної зйомки. Геол. журн. 2012. № 4 (341). С. 79-85.
7. Жолобак Г.М., Шпортюк З.М., Сибірцева О.М., Дугін С.С. Дослідження спектрів відбиття посівів озимої пшениці молочно-воскової стиглості в зоні червоного краю як потенційних індикаторів дистанційної диференціації гетерогенності рослинного покриву. Доп. НАН України. 2012. № 10. С. 103-108.
8. Костюченко Ю.В., Соловійов Д.М., Ющенко М.В., Дугін С.С., Копачевський І.М., Артеменко І.Г. Використання наземних гіперспектрометричних вимірювань для калібрування даних ДЗЗ в задачах оцінки стану навколишнього середовища Доп. НАН України. 2012. № 10. С. 109-114.
9. Лялько В.І., Шпортюк З.М., Сибірцева О.М., Дугін С.С. Дослідження гіперспектральних індексів червоного краю для визначення змін рослинного покриву над нафтовим родовищем за даними спектрометричної зйомки. Геол. журн. 2014. № 3 (348). С. 95-104.
10. Лялько В.І., Шпортюк З.М., Сибірцева О.М., Дугін С.С. Застосування гіперспектральних індексів для визначення змін трав'яного покриву за даними спектрометричної зйомки. Доп. НАН України. 2014. № 4. С. 105-111.
11. Попов М.А., Станкевич С.А., Зельк Я.И., Шкляр С.В., Семенив О.В., Дугин С.С., Жуков Б.С. Оценивание спектральной чувствительности многоспектральной съёмочной аппаратуры спутниковой системы “Сич-2”

по наземным спектрометрическим измерениям. *Соврем. пробл. ДЗЗ из космоса*. 2014. Т. 11, № 2. С. 152-164.

12. Лялько В.І., Халаїм О.О., Сахацький О.І., Жолобак Г.М., Ваколюк М.В., Дугін С.С. Експериментальне визначення стоку (абсорбції рослинами) CO₂ для основних агрокультур України. *Укр. журн. ДЗЗ*. 2015. № 4. С. 46-74. <http://ujrs.org.ua/ujrs/index>.

13. Лялько В.І., Шпортюк З.М., Сибірцева О.М., Дугін С.С. Гіперспектральні індекси для розрізнення нафтонасичених ґрунтів за даними дистанційного спектрометрування *Геол. журн.* 2015. № 4 (353). С. 105-112.

14. Лялько В.І., Сахацький О.І., Жолобак Г.М., Сибірцева О.М., Дугін С.С., Ваколюк М.В., Халаїм О.О. Аналіз корелятивних зв'язків вегетаційних індексів червоного краю з валовою первинною продуктивністю за даними газо- та спектрометричних вимірів для виробничих посівів озимої пшениці в Баришівському районі Київської області. *Укр. журн. ДЗЗ*. 2016. № 8. С. 8-12. <http://ujrs.org.ua/ujrs/index>.