

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

Методи та засоби наземної верифікації даних  
космічного геомоніторингу територій  
*(Ground verification methods and means of space geomonitoring)*  
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: Голубов Станіслав Іванович, доктор філософії, молодший науковий співробітник лабораторії технічних засобів дистанційного зондування Землі відділу геоінформаційних технологій в дистанційному зондуванні Землі ЦАКДЗ ІГН НАН України

© С.І. Голубов, 2025

КИЇВ – 2025

Розробники: Голубов Станіслав Іванович, доктор філософії, молодший науковий співробітник 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 СЕДЛЕРОВА  
(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

1. **Мета дисципліни** – ознайомлення аспірантів із теоретичними основами та практичним застосування методів та засобів наземної верифікації даних космічного геомоніторингу.

**2. Вимоги до вибору навчальної дисципліни:**

- диплом магістра однієї зі спеціальностей галузі наук про Землю;
- наявність базових знань з математики, статистики та фізики;
- наявність базових навичок обробки аерокосмічних зображень земної поверхні;
- базові знання з наук про Землю.

**3. Анотація навчальної дисципліни**

Предметом дисципліни є теоретичні основи застосування методів та засобів наземної верифікації даних космічного геомоніторингу. Особлива увага приділяється питанням статистичної обробки наборів геоданих та засобів їх отримання.

У результаті вивчення навчальної дисципліни аспірант повинен знати: загальні принципи проведення верифікації даних, отриманих в результаті оброблення даних дистанційного зондування Землі та наземними засобами та засобами повітряного базування. Вміти: використовувати програмні продукти для розрахунку результатів польових вимірювань.

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, 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 наслідків 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:**

- формування знань та вмінь в галузі польової спектрометрії, теплометрії, магнітометрії.
- дати аспірантам розуміння сучасних методів статистичного аналізу великих об'ємів геоданих з використанням апарату математичного моделювання з метою впровадження цифрових технологій при вивченні природних ресурсів;
- ознайомити аспірантів з сучасною апаратним та програмним забезпеченням виконання польових зав'язок очних робіт;
- знайомство з сучасними дослідженнями та розробками з актуальних проблем статистичної обробки геопросторових даних.

**5. Результати навчання:**

<i>Результат навчання</i> (1. знати; 2. вміти; 3. комунікація; 4. автономність та відповідальність)		<i>Форма/Методи викладання і навчання</i>	<i>Форма/Методи оцінювання</i>	<i>Відсоток у підсумковій оцінці з дисципліни</i>
Код	Результат навчання			
1.1	<i>Методи наземної верифікації даних космічного геомоніторингу територій. Просторова перевірка за допомогою справжньої метрики та інших методів кореляції.</i>	<i>Лекція</i>	<i>Усне опитування</i>	<i>до 20%</i>
1.2	<i>Засоби наземної верифікації даних космічного геомоніторингу</i>	<i>Лекція</i>	<i>Усне опитування</i>	<i>до 20%</i>

	<i>територій</i>			
1.3	<i>Засоби верифікації даних, отриманих з носіїв повітряного базування, космічного геомоніторингу територій</i>	<i>Лекція</i>	<i>Усне опитування</i>	<i>до 20%</i>
2.1	<i>Методи наземної верифікації даних космічного геомоніторингу. Просторова верифікація геоданих</i>	<i>Практична робота, самостійна робота</i>	<i>Виконання практичної роботи</i>	<i>до 15%</i>
2.2	<i>Знати математичні моделі верифікації даних космічного геомоніторингу</i>	<i>Практична робота, самостійна робота</i>	<i>Виконання практичної роботи</i>	<i>до 15%</i>
3.1	<i>Обґрунтовувати можливості застосування методів математичної верифікації даних геопросторових даних</i>	<i>Лекція, практична робота, самостійна робота</i>		<i>до 5%</i>
4.1	<i>Використовувати отримані знання при обробці аерокосмічних даних</i>	<i>Практична робота</i>		<i>до 5%</i>

**Структура курсу:** лекційні і практичні заняття, контрольні заняття, самостійна робота аспірантів.

#### **6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання**

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	2.1	2.2	3.1	4.1
	<b>Програмні результати навчання</b>						
РН01. Мати передові концептуальні та методологічні знання з наук про Землю, зокрема з дистанційних аерокосмічних досліджень природного середовища, і на межі предметних галузей, а також дослідницькі навички, достатні для проведення наукових і прикладних досліджень на рівні останніх світових досягнень з відповідного напрямку, отримання нових знань та/або здійснення інновацій.	+	+	+				
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.			+	+	+	+	+
РН03. Вільно презентувати та обговорювати з фахівцями і нефахівцями результати досліджень, наукові та прикладні проблеми наук про Землю, кваліфіковано оприлюднювати в тому числі				+	+	+	+

іноземною мовою результати досліджень у наукових публікаціях у провідних міжнародних наукових виданнях та на наукових заходах.							
РН04. Формулювати і перевіряти гіпотези; використовувати для обґрунтування висновків належні докази, зокрема, результати теоретичного аналізу, експериментальних досліджень і математичного та/або комп'ютерного моделювання, наявні літературні дані.	+	+	+				
РН05. Глибоко розуміти загальні принципи та методи наук про Землю, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях та у викладацькій практиці.	+	+	+	+	+	+	+
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 аспірантів

#### 1. Семестрове оцінювання:

1) Контрольна робота «Методи наземної верифікації даних космічного геомоніторингу» – 10 балів (рубіжна оцінка – 6 балів).

2) Оцінка за роботу на лекційних та практичних заняттях – 50 балів (рубіжна оцінка – 30 балів)

2. Підсумкове оцінювання у формі заліку: максимальна оцінка 40 балів (рубіжна оцінка – 24 бали). Під час заліку аспірант виконує реалізацію проекту з використанням знань та вмінь із застосування методів математичної верифікації геоданих. Підсумкове оцінювання у формі заліку 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.

Загальна оцінка виставляється за результатами роботи аспіранта впродовж семестру та підсумкового оцінювання у формі заліку, як сума (проста або зважена) балів за систематичну роботу впродовж семестру та балів отриманих в результаті підсумкового оцінювання у формі заліку.

	Семестрова кількість балів за семестр	ПКР (підсумкова контрольна робота) чи/або залік	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

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

7.2. Організація оцінювання: Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою та передбачає: 3 лекції та виконання 1 практична робота (де аспіранти мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі використовуючи окреслені викладачем методи та засоби) та проведення 1 контрольної роботи. Підсумкове оцінювання проводиться у формі письмово-усного диференційного заліку.

### 7.3. Шкала відповідності

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

## 8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	Самостійна робота
1	<b>Тема 1.</b> Методи наземної верифікації даних космічного геомоніторингу територій. <i>Просторова перевірка за допомогою справжньої метрики та інших методів кореляції.</i>	4		8
2	<b>Тема 2.</b> Засоби наземної верифікації даних космічного геомоніторингу територій	4		8
3	<b>Тема 3.</b> Засоби верифікації даних, отриманих з носіїв повітряного базування, космічного геомоніторингу територій	4		8
5	<b>Практична робота 1.</b> – Методи наземної верифікації даних космічного геомоніторингу		8	10
	<i>Контрольна робота</i>		2	
	<i>Консультація</i>			2
	<i>Залік з дисципліни</i>		2	
	<b>Всього за семестр</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>36</b>

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

**Загальний обсяг 60 год.**, в тому числі:

Лекцій – **12 год.**

Практичні заняття - **4 год.**

Самостійна робота - **34 год.**

*Контрольна робота* – **2 год.**

*Консультація* – **2 год.**

*Залік* – **2 год.**

## РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:

1. [Резолюція Генеральної Асамблеї ООН від 25 вересня 2015 року «Перетворення нашого світу: Порядок денний в області сталого розвитку на період до 2030 року»](#)
2. Указ Президента України від 30 вересня 2019 року № 722.
3. Eric Gilleland. A New Characterization within the Spatial Verification Framework for False Alarms, Misses, and Overall Patterns, 2017 American Meteorological Society. DOI: 10.1175/WAF-D-16-0134.1
4. Infantino M, Smerzini C, Lin J. Spatial correlation of broadband ground motions from physics-based numerical simulations. *Earthquake Engng Struct Dyn.* 2021;50:2575–2594. <https://doi.org/10.1002/eqe.3461>
5. Zhu, M., et al., Spatial verification using a true metric, *Atmos. Res.* (2011), doi:10.1016/j.atmosres.2011.09.004
6. Седлерова, О. В., Архіпов, О. І., Голубов, С. І., & Бондаренко, А. Д. (2021). Експериментальне обґрунтування використання безпілотних літальних апаратів для прогнозування нафтогазоперспективних об'єктів. *Український журнал дистанційного зондування Землі*, 8(3), 49–57. <https://doi.org/10.36023/ujrs.2021.8.3.200>
7. Лялько, В. І., Дугін, С. С., Сибірцева, О. М., Дорофей, Є. М., Голубов, С. І., & Жолобак, Г. М. (2022). Газообмін рослин на прикладі осоки побережної та співставлення з матеріалами спектро-газOMETричного наземного вимірювання, з БПЛА та супутника Sentinel-2. *Український журнал дистанційного зондування Землі*, 9(4), 26–34. <https://doi.org/10.36023/ujrs.2022.9.4.221>
8. Голубов, С. І. (2023). Обґрунтування можливостей використання спектрометричних даних, отриманих з БПЛА та супутника Sentinel-2, для вирішення нафтогазопошукових задач на суходолі. *Український журнал дистанційного зондування Землі*, 10(1), 29–35. <https://doi.org/10.36023/ujrs.2023.10.1.235>
9. Piestova, I., Lubskiy, M., Svideniuk, M., Golubov, S., & Sedlacek, P. (2018). Satellite imagery resolution enhancement for urban area thermal micromapping. *Central European Researchers Journal*, 4(1), 35-39. (
10. Piestova, I. O., Lubskiy, M. S., Svideniuk, M. O., Golubov, S. I., Laptiev, O. A. (2019). Urban thermal micro-mapping using satellite imagery and ground-truth measurements: Kyiv city area case study. *Ukrainskyi Zhurnal Dystantsiinoho Zonduvannia Zemli*, 21, 40-48. <https://doi.org/10.36023/ujrs.2019.21.149>
11. Golubov S. I., Lubskiy M. S. (2020) Application of visible and long-wave infrared satellite data for hydrocarbon deposits prospecting. *Conference Proceedings, Geoinformatics: Theoretical and Applied Aspects, May 2020, Volume 2020, 1 – 5.* <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2020geo102>
12. Golubov S.I., Vorobyov A.I., Sedlerova O.V., Lubskiy M.S., Piestova I.O. (2020) Analysis of the complex vegetation index considering greenness and shortwave infrared to determine anomalies in the vegetation spectral characteristics caused by hydrocarbon deposits. *Conference Proceedings, XIV International Scientific Conference “Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment”, Nov 2020, Volume 2020, 1 – 5.* <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202056045>

## **Питання до диференційованого заліку**

1. *Методи наземної верифікації даних космічного геомоніторингу територій.*
2. *Просторова перевірка за допомогою справжньої метрики та інших методів кореляції.*
3. *Засоби наземної верифікації даних космічного геомоніторингу територій.*
4. *Засоби верифікації даних, отриманих з носіїв повітряного базування, космічного геомоніторингу територій*