

**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

«22» квітня 2025 року

*Затверджено рішенням вченої ради  
ДУ «Науковий центр аерокосмічних  
досліджень Землі ІГН НАН України»  
22 квітня 2025 року, протокол № 6.*

Програма вступного випробування  
на навчання для здобуття вищої освіти ступеня доктора філософії  
за освітньо-науковою програмою  
«Дистанційні аерокосмічні дослідження природного середовища»

галузь знань – Е Природничі науки, математика та статистика  
спеціальність – Е4 Науки про Землю

## ВСТУП

**Вступне випробування** для здобуття освітнього ступеня доктора філософії за освітньо-науковою програмою «Дистанційні аерокосмічні дослідження природного середовища» зі спеціальності Е4 – Науки про Землю відбувається відповідно до «Правил прийому до аспірантури у Державній установі «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України» у поточному році у формі індивідуального письмового фахового іспиту, який приймає фахова екзаменаційна комісія зі спеціальності Е4 (103) і склад якої затверджується наказом директора Центру.

До природного середовища включають живу природу, клімат, атмосферне повітря, гідросферу, ґрунтовий покрив, мінеральні ресурси та інші комплекси зовнішнього світу, що постійно впливають на життя людей.

До фахового іспиту входять питання за темами:

1. **Земля, як планета**
2. **Фізичні основи дистанційного зондування**
3. **Системи формування аерокосмічних зображень**
4. **Основи геодезії та фотограмметрії**
5. **Методи обробки аерокосмічних зображень**
6. **Інформативні ознаки об'єктів земної поверхні**
7. **Типи земних покривів та землекористування**
8. **Геоінформаційні системи**
9. **Основи аерокосмічного геомоніторингу**

Перелік питань за темами наведений у програмі.

### **Критерії оцінювання знань**

1. Результат вступного іспиту визначається за шкалою від 60 до 100 балів.
2. Екзаменаційний білет складається з 4-ох питань, які охоплюють основні теми з Програми. На іспиті можуть бути задані додаткові питання, які не ввійшли до білета, але є питаннями наукового дослідження абітурієнта.

Результат фахового іспиту розраховується за формулою:

$k \cdot n$ , де  $k$  – кількість балів за правильну відповідь на питання,  
 $n$  – кількість правильних відповідей.

3. Якщо вступник отримав менше ніж 60 балів, то вважається що він не склав іспит і до участі в конкурсі не допускається.

## **1 Питання за темою Земля, як планета**

- 1. Основні положення щодо будови Землі.** Уявлення про геосфери Землі і їх типи. Зовнішні геосфери. Внутрішні геосфери.
- 2. Земна кора і літосфера.** Будова земної кори та її склад: Основні геоструктурні елементи літосфери. Гірські породи та їх типи. Основні поняття про види корисних копалин. Екологічні наслідки видобування корисних копалин
- 3. Загальні уявлення про геологічні процеси та геологічні умови:** Ендогенні та екзогенні процеси. Тектонічні рухи земної кори та дислокації. Новітня тектоніка і рельєф. Вивітрювання та його фактори, фізичне та хімічне вивітрювання. Небезпечні геологічні процеси.
- 4. Основи геохімії:** Геохімічні класифікації елементів. (за поширенням, за Вернадським, за Гольдшмідтом). Геохімія гіпергенезу. Геохімія гідротермальних процесів і підземних вод. Геохімія діагенезу. Геохімія ландшафтів. Геохімія техногенезу.
- 5. Основні характеристики атмосфери** Будова та хімічний склад атмосфери. Парникові гази. Сонячна радіація. Кількісні характеристики. Перенос, поглинення і розсіювання сонячної радіації в атмосфері. Сумарна сонячна радіація. Відбиття сонячної радіації. Теплова інфрачервона радіація в атмосфері. Радіаційний баланс земної поверхні та атмосфери. Оптичні явища в атмосфері.
- 6. Основні характеристики гідросфери.** Кругообіг води. Світовий океан та його поділ, циркуляція вод. Солоність і хімічний склад вод. Ріки та їх рельєфоутворююча роль. Озера, основні типи. Болота, основні типи. Підземні води, основні типи. Льодовики та багаторічна мерзлота.
- 7. Основні характеристики біосфери.** Поняття біосфери. Вчення В. І. Вернадського про біосферу. Структура біосфери. Жива речовина. Біологічний кругообіг речовин. Ґрунти та їх роль у біосфері. Рослинність та її роль у біосфері. Вуглець у біосфері. Ноосфера чи техносфера.

## **Література**

1. Олійник Я.Б., Федорищак Р.П., Шищенко П.Г. Загальне землезнавство: Підручник. – К.: Знання-Прес, 2008, 342 с.
2. Школьний Є.П. Фізика атмосфери: Підручник / Одеса, 2005. – 507 с.
3. Мала гірнича енциклопедія : у 3 т. / за ред. В. С. Білецького. — Д. : Донбас, 2004. — Т. 1: А — К. — 640 с.
4. Мала гірнича енциклопедія: у 3 т. /за ред. В. С. Білецького. — Д.: Донбас,, 2007. — Т. 2: Л — Р. — 670 с.
5. Мала гірнича енциклопедія: у 3 т. /за ред. В. С. Білецького. — Д.: Східний видавничий дім, 2013. — Т. 3: С — Я. — 644 с.

## **2 Питання за темою Фізичні основи дистанційного зондування**

- 1. Електромагнітне випромінювання:** Джерела електромагнітного випромінювання. Електромагнітний спектр. Вікна прозорості атмосфери. Характеристики сонячного випромінювання і власного випромінювання Землі. *Перенос електромагнітного випромінювання.*
- 2. Теплове випромінювання:** Поняття теплового випромінювання і його характеристики. Діапазони інфрачервоного (ІЧ) випромінювання та особливості застосування. Закони теплового випромінювання.
- 3. Радіохвильове випромінювання:** *Радіочастотні діапазони. Розповсюдження радіохвиль. Використання при дистанційному зондуванні Землі (ДЗЗ).*

### **Література**

1. Awange, J.L., Kyalo Kiema, J.B. (2013). Fundamentals of Remote Sensing. In: Environmental Geoinformatics. Environmental Science and Engineering. Springer, Berlin, Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-34085-7\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-642-34085-7_7)
2. Rees W. G. Physical Principles of Remote Sensing. Cambridge University Press, 2nd edition, –2001, –360 p.
3. Schanda E. Physical Fundamentals of Remote Sensing. Springer Verlag. Berlin, Heidelberg. 1986.

## **3 Питання за темою Системи формування аерокосмічних зображень**

- 1. Оптичні (оптико-електронні) системи:** Діапазони довжин електромагнітних хвиль, які використовуються для отримання просторової інформації про земну поверхню. Класифікація оптико-електронних систем – за способами отримання інформації (фотографічні, з напівпровідниковими фотоприймачами); за складом спектральних діапазонів (панхроматичні, багато- і гіперспектральні); за просторовою розрізненністю. Приклади використання.
- 2. Системи формування теплових зображень:** Просторова і температурна розрізненність. Приклади використання.
- 3. Радіохвильові системи:** Частотні діапазони пасивних і активних радіохвильових знімальних систем. Просторова розрізненність і області застосування.
- 4. Лазерні знімальні системи (лідари):** загальна характеристика, області застосування.
- 5. Мікрохвильові системи:** Діапазони довжин електромагнітних хвиль. *Загальна характеристика, області застосування.*
- 6. Сучасні платформи аерокосмічних спостережень:** Основні типи космічних апаратів ДЗЗ, орбіти супутників ДЗЗ. Типи безпілотних літальних апаратів.

## Література

1. Буришинська Х.В., Станкевич С.А. Аерокосмічні знімальні системи. Підручник / – Львів: Львівська політехніка. – 2013. – 316 с.
2. Кохан С. С., Востоков А. Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи: Підручник /Передм. Д. О. Мельничука. — К.: Вища шк., 2009. — 511 с.
3. Дистанційне зондування з основами фотограмметрії: навчальний посібник / В. В. Білоус, С. П. Боднар, Т. М. Курач, А. М. Молочко, Г. О. Патищенко, І. О. Підлісецька ; упоряд. Т. М. Курач. - К.: Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2011. - 367 с.
4. Richards John A. Remote Sensing Digital Image Analysis. Sixth Edition, Springer Nature Switzerland AG,–2022, –567 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-82327-6>

## 4 Питання за темою Основи геодезії та фотограмметрії

1. **Загальні поняття:** Системи координат. Географічні і прямокутні координати. Картографічні проекції та плани. Системи глобального геопозиціонування. Картографічні проекції і системи координат, що використовуються при візуалізації даних ДЗЗ та для картографування території України.
2. **Цифрові моделі місцевості та рельєфу.** Джерела отримання. Просторова розрізненність, вертикальна точність. Спільні риси і відмінності між цифровою моделлю місцевості (ЦММ) і цифровою моделлю рельєфу (ЦМР). Цифрова висотна модель поверхні (ЦВМ). Програми обробки. Елементи аналізу. Галузі застосування.
3. **Побудова зображення в оптичній системі.** Елементи внутрішнього і зовнішнього орієнтування знімка. Основні програми обробки аерокосмічних зображень.

## Література

1. Железняк О.О., Чубко Л.С. Космічна фотограмметрія. / Навч. посібник – К.: НАУ, – 2012. – 220 с.
2. Толстохатко В. А. Пеньков В. О. Фотограмметрія та дистанційне зондування / Конспект лекцій/. Харк. нац. ун-т міськ. госп-ва імені О. М. Бекетова. –Х.: ХНУМГ, 2013. – 91 с.
3. Купріянич І.П., Бутенко Є.В. Фотограмметрія та дистанційне зондування: навч. посіб. Для студ. вищ. навч. закл. К.: МВЦ «Медінформ», 2013. 392 с.

4. Дистанційне зондування з основами фотограмметрії: навчальний посібник / В. В. Білоус, С. П. Боднар, Т. М. Курач, А. М. Молочко, Г. О. Патиченко, І. О. Підлісецька; упоряд. Т. М. Курач. - К.: Видавничо-поліграф. центр "Київський університет", – 2011. - 367 с.

## 5 Питання за темою Методи обробки аерокосмічних зображень

1. **Формати графічних файлів:** Графічні формати аерокосмічних знімків.
2. **Методи попередньої обробки зображень:** Фільтрація і контрастування зображень. Придушення шумів. Гістограмні операції. Еквалізація.
3. **Відновлення аерокосмічних зображень:** Радіометрична, геометрична та атмосферна корекція. Топографічна прив'язка зображень, створення мозаїк.
4. **Методи перетворення і об'єднання зображень.** Лінійні і нелінійні перетворення (композити, спектральні індекси). Підвищення просторової і спектральної розрізненості. Аналіз часових серій аерокосмічних зображень.
5. **Методи тематичного аналізу аерокосмічних зображень:** Візуальна інтерпретація. Класифікування аерокосмічних зображень. Отримання розподілів фізичних і біофізичних параметрів земної поверхні (температури, вологовмісту, проективного покриття та індексу листової поверхні рослинності, біомаси).

### Література

1. Творошенко І. С. Цифрова обробка зображень. / Конспект лекцій / Харків. нац. ун-т міськ. госп-ва ім. О. М. Бекетова. – Харків: ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2017. – 75 с.
2. Кобилін О.А., Творошенко І.С. Методи цифрової обробки зображень: навч. посібник. – Харків: ХНУРЕ, 2021. – 124 с.
3. Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. Издание 3-е, исправленное и дополненное. Москва: Техносфера, 2012. – 1104 с.
4. Gao J. Digital Analysis of Remotely Sensed Imagery. – 2009, McGraw-Hill Companies, New York, – 674 p.
5. Gonzalez Rafael C. & Woods Richard E. Digital Image Processing. Third Edition. Pearson Education, Inc., New Jersey, –2008, –954 p.
6. Richards J.A. Remote Sensing Digital Image Analysis. Springer, 2022. – 567 p.
7. Jensen John R. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective. Pearson. 4th Edition. –2016, –623 p.

8. *Remote Sensing Handbook Volume I: Remotely Sensed Data Characterization, Classification, and Accuracies*. Edited by Prasad S. Thenkabail (USGS). Taylor & Francis Group, LLC, –2016, –678 p.

## **6 Питання за темою Інформативні ознаки об'єктів земної поверхні**

- 1. Спектральні, часові та просторові характеристики об'єктів земної поверхні:** Відбивна, поглинальна та емісійна (випромінююча) здатність природних поверхонь. Спектральні сигнатури. Актуальність і ретроспектива даних про об'єкт. Просторові та часові характеристики природних об'єктів.
- 2. Спектральні характеристики різних типів гірських порід.** Відбивна і поглинальна здатності гірських порід. Спектральні бібліотеки. Теплове випромінювання гірських порід. Вплив рослинності на спектральні характеристики. Ефективні спектральні діапазони для вирішення природоресурсних завдань. Можливості використання спектрометричних даних.
- 3. Спектральні характеристики ґрунтів.** Відбивна і поглинальна здатності ґрунтів. Параметри, що впливають на спектральні властивості ґрунтів. Ефективні спектральні діапазони для дослідження ґрунтів. Власне випромінювання ґрунтів.
- 4. Спектральні характеристики рослинності:** Відбивні, поглинальні та пропусканні властивості листя. Вплив зовнішніх факторів на спектральні характеристики рослин. Особливості спектрального відбиття рослинних угруповань. Температурні характеристики рослин. Транспірація. Червоний край рослинності. Вегетаційні індекси.
- 5. Спектральні характеристики води і снігового покриву.** Процеси відбиття, поглинання та розсіювання, що відбуваються на кордоні вода-повітря та у товщі води. Ефективні спектральні діапазони для вивчення стану водойм. Спектральні характеристики снігового покриву.
- 6. Відбивні властивості земної поверхні у радіочастотному діапазоні.** Залежність інтенсивності зворотного розсіювання від структури покриття й речовинного складу. Радарна інтерферометрія рельєфу. Визначення вологості поверхневого шару ґрунту в радіохвильовому діапазоні.

## **Література**

1. Мичак А. Г., Філіпович В. Є., Приходько В. Л. та ін. Аерокосмічні дослідження геологічного середовища. Наук.-метод. посіб. / Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. Державна геологічна служба. – К. – 2010. – 246 с

2. Jensen John R. Introductory Digital Image Processing: A Remote Sensing Perspective. Pearson. 4th Edition. –2016, –623 p.
3. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування. (за ред. В. І. Лялька та М. О. Попова), К., „Наукова думка”, 2006 р. – 357с.
4. Кохан С. С., Востоков А. Б. Дистанційне зондування Землі: теоретичні основи: Підручник /Передм. Д. О. Мельничука. — К.: Вища шк., 2009. — 511 с.

## **7 Питання за темою Типи земних покривів та землекористування**

1. **Класифікація земних покривів.** Номенклатура класів земного покриву. Основні типи землекористування
2. **Основні складові класифікацій земного покриву** CORINE Land Cover, LUCAS, Globeland 30 та ін.

### **Література**

1. Зелик Я. І., Куссуль Н. М., Шелестов А. Ю., Яйлимов Б. Я. Аналітичний огляд європейських проектів LUCAS і CORINE для моніторингу та валідації земного покриву і землекористування на основі супутникових та наземних спостережень та досвід картографування земного покриву в Україні // Український журнал дистанційного зондування Землі 12 (2017), С.10–36
2. Путренко В.В. Інтелектуальний аналіз земного покриву території України на основі даних Globeland 30 / Вісник Астрономічної школи, – 2016, том 12, № 2, С.77-85
3. Путренко В.В., Пашинська Н. М. Інтелектуальний аналіз земного покриву території України на основі даних Globeland 30. // Управління розвитком складних систем. – 2017. – № 31. – С. 117 – 125.
4. Яйлимов Б. Я., Лавренюк М. С., Шелестов А. Ю., Колотій А. В., Яйлимова Г. О., Федоров О. П. Методи визначення істотних змінних для оцінки стану земного покриву. // Космічна наука і технологія. –2018. Т. 24. № 4 – С. 24-37

## **8 Питання за темою Геоінформаційні системи**

1. **ГІС.** Поняття про географічні інформаційні системи та геодані. Компоненти ГІС. Застосування ГІС в науках про Землю.
2. **Інформаційне забезпечення ГІС.** Джерела даних для ГІС (картографічні джерела, дистанційні дані, дані польових досліджень, статистичні джерела).

3. **Растрові і векторні моделі представлення даних у ГІС.** Моделі геопросторових даних. Характеристики растрових моделей: геометрія, топологія та розрізненність. Джерела даних для растрових моделей. Характеристики векторних моделей: об'єкти та атрибути.
4. **Тематичні ГІС.** Дистанційна та топографічна основа. Тематичні шари, атрибутивні та аналітичні дані. Застосування тематичних ГІС для геопросторового аналізу, прогнозування та інформаційного забезпечення управлінських рішень.

## Література

1. Геоінформаційні системи і бази даних : монографія / В. І. Зацерковний, В. Г. Бурачек, О. О. Железняк, А. О. Терещенко. – Ніжин: НДУ ім. М. Гоголя, 2014. – 492 с. ISBN 978-617-527-121-6
2. Геоінформаційні системи і бази даних. Навч. посібник/ С.М. Андрєєв, В.А. Жилін, О.Є. Лазарева. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. М.Є. Жуковського “ХАІ”, 2017. – 88 с.
3. Li Jian Guo and Mason Philippa J. Image processing and GIS for remote Sensing: Techniques and applications. Second edition. John Wiley & Sons, Ltd., –2016, – 457 p.
4. Konecny G. Geoinformation, Remote Sensing, Photogrammetry, and Geographic Information Systems. Second edition. CRC Press. Taylor & Francis Group. –2014, –452 p.

## 9 Питання за темою Основи аерокосмічного геомоніторингу.

1. **Роль дистанційних методів у вирішенні задач землекористування та природоохорони:** Основні поняття, види та завдання моніторингу довкілля.
2. **Об'єкти аерокосмічного моніторингу в Україні.** Природні: ґрунтові і поверхневі води (підтоплення, затоплення); сніговий покрив; заболочування; лінійна та площинна ерозія; засолення; карст; суфозія; термокарст; пучення ґрунтів; зсуви та обвали; переробка морського узбережжя. Антропогенні (техногенні): переробка берегів водосховищ; заболочування; засолення (салінізація); техногенний карст; техногенне пучення ґрунтів; вирубка лісу; будівлі і споруди: водосховища, промислові і селитебні об'єкти; дороги (залізничні, шосе та ін.); кар'єри та відвали; меліоративні системи; забруднення атмосферного повітря тощо.
3. **Основні напрями моніторингу довкілля:** Дослідження урбанізованих та техногенно змінених територій з небезпечними геологічними процесами. Моніторинг розповсюдження і активізації ерозійних і гравітаційних

процесів. Визначення фітосанітарного стану та пожежонебезпечності лісів, торфовищ і заторфованих заплав. Моніторинг деградації ґрунтів. Моніторинг стану порушених земель внаслідок гірничо-видобувної діяльності. Моніторинг рекультивації порушених земель.

## Література

1. Мичак А. Г., Філіпович В. Є., Приходько В. Л. та ін. Аерокосмічні дослідження геологічного середовища. Наук.-метод. посіб. / Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. Державна геологічна служба. – К. – 2010. – 246 с
2. Ісаєнко В. М., Лисиченко Г. В., Дудар Т. В. та ін. Моніторинг і методи вимірювання параметрів навколишнього середовища : навч. посібник /. — К. : Вид-во Нац. авіац. ун-ту «НАУ-друк», 2009. — 312 с.
3. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування. (за ред. В. І. Лялька та М. О. Попова), К., „Наукова думка”, 2006 р. – 357с.
4. Красовський Г.Я. Космічний моніторинг екологічної безпеки водних екосистем з застосуванням геоінформаційних технологій. К.: Інтертехнологія. – 2008. – 486 с.
5. Греков Л.Д., Красовський Г.Я., Трофимчук О.М. Космічний моніторинг забруднення земель техногенним пилом. К.: Наук. Думка, 2007.-121 с.

## **РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА**

розведено по темам

Додатково до всіх тем

Словник з дистанційного зондування Землі / *За ред. В.І. Лялька та М.О. Попова.* –К.: СМП АВЕРС, 2004. – 170 с.

Розробник:

Філіпович Володимир Євгенович, кандидат геологічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу аерокосмічних досліджень в геології та геоекології ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України»

Затверджено:

Гарант освітньої програми

«Дистанційні аерокосмічні  
дослідження природного  
середовища»

заступник директора з наукової  
роботи

канд.геол.наук, с.н.с.



Ольга СЕДЛЕРОВА

Схвалено: Вченою радою Державної установи «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України»

Протокол від «22» квітня 2025 року № 6

Голова Вченої ради

д.т.н., професор

член-кореспондент НАН України



Михайло ПОПОВ

Учений секретар Вченої ради

к.т.н., ст. досл



Анна ХИЖНЯК