

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

« 08 » серпня 2023 року

*Затверджено рішенням вченої ради  
ДУ «Науковий центр аерокосмічних  
досліджень Землі ІГН НАН України»  
08 серпня 2023 року, протокол № 7.*

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

галузь знань – 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації  
спеціальність – 172 Електронні комунікації та радіотехніка

## **ВСТУП**

Вступне випробування для здобуття освітнього ступеня доктора філософії за освітньо-науковою програмою «Дистанційні аерокосмічні дослідження» зі спеціальності 172 «Електронні комунікації та радіотехніка» відбувається відповідно до «Правил прийому до аспірантури у Державній установі «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України» в 2023 році у формі індивідуального письмового фахового іспиту, який приймає фахова екзаменаційна комісія зі спеціальності 172 і склад якої затверджується наказом директора Центру.

До фахового іспиту входять питання за темами:

### **1. Фізичні основи дистанційного зондування**

- 1.1. Електромагнітне випромінювання
- 1.2. Теплове випромінювання
- 1.3. Радіохвильове випромінювання

### **2. Основи геодезії та фотограмметрії**

- 2.1. Загальні поняття щодо систем географічних координат та сучасних методів їх визначення. Картографічні проекції та плани.
- 2.2. Основні положення центрального проектування при формуванні зображень місцевості
- 2.3. Цифрові моделі рельєфу та місцевості
- 2.4. Побудова зображення в оптичній системі. Елементи внутрішнього і зовнішнього орієнтування знімка.
- 2.5. Геометричні та радіометричні властивості знімка

### **3. Планета Земля**

- 3.1. Основні положення щодо будови Землі, розвитку земної кори і розміщення в ній корисних копалин

- 3.2. Типи земних покривів
- 3.3. Основні характеристики атмосфери і гідросфери
- 3.4. Біосфера

**4. Системи формування аеро- та космічних зображень**

- 1. Оптичні (оптико-електронні) системи
- 2. Системи формування теплових зображень
- 3. Мікрохвильові (радарні) системи
- 4. Лазерні системи (лідари)
- 5. Радіометри

**5. Платформи для проведення аерокосмічних вимірювань та спостережень**

- 1. Авіаційні платформи
- 2. Космічні платформи
- 3. Орбіти супутників дистанційного зондування Землі

**6. Методи обробки цифрових аеро- та космічних зображень**

- 1. Методи попередньої обробки зображень.
- 2. Відновлення аерокосмічних зображень.
- 3. Методи перетворення і об'єднання зображень.
- 4. Методи тематичного аналізу аерокосмічних зображень.

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 «Фізичні основи дистанційного зондування»**

**1.1 Електромагнітне випромінювання.** Джерела електромагнітного випромінювання. Електромагнітний спектр. Вікна прозорості атмосфери. Закони випромінювання. Характеристики сонячного випромінювання і власного випромінювання Землі. Перенос електромагнітного випромінювання. Реєстрація електромагнітного випромінювання.

**1.2 Теплове випромінювання.** Поняття теплового випромінювання і його характеристики. Діапазони інфрачервоного (ІЧ) випромінювання та особливості застосування. Закони теплового випромінювання. Приймачі теплового випромінювання.

**1.3 Радіохвильове випромінювання.** Радіочастотні діапазони. Передавання та приймання радіохвиль. Розповсюдження радіохвиль. Використання при дистанційному зондуванні Землі (ДЗЗ).

## **2. Питання за темою «Основи геодезії та фотограмметрії»**

**2.1. Загальні поняття щодо систем географічних координат та сучасних методів їх визначення. Картографічні проекції та плани.** Системи координат: географічні і прямокутні координати. Сучасні методи визначення координат. Системи глобального геопозиціонування. Картографічні проекції та плани. Картографічні проекції і системи координат, що використовуються при візуалізації даних ДЗЗ та для картографування.

**2.2. Основні положення центрального проєктування при формуванні зображень місцевості.** Основні елементи і властивості центральної проєкції.

**2.3. Цифрові моделі місцевості та рельєфу.** Джерела та методи отримання. Просторова розрізненність, вертикальна точність. Спільні риси і відмінності між цифровою моделлю місцевості (ЦММ) і цифровою моделлю рельєфу (ЦМР). Цифрова висотна модель поверхні (ЦВМ).

**2.4. Побудова зображення в оптичній системі.** Елементи внутрішнього і зовнішнього орієнтування знімка. Реєстрація та збереження знімків. Трансформування знімків. Програми обробки аерокосмічних зображень.

**2.5. Геометричні та радіометричні властивості знімка.** Просторова, радіометрична та спектральна розрізненність. Рівні обробки аерокосмічних зображень. Базові поняття зі стереофотограмметрії. Поляризація оптичних та радіохвильових зображень.

### **3. Питання за темою «Планета Земля»**

- 3.1. Основні положення щодо будови Землі, розвитку земної кори і розміщення в ній корисних копалин.** Уявлення про геосфери Землі і їх типи. Зовнішні геосфери. Внутрішні геосфери. Будова земної кори та її склад: Основні геоструктурні елементи літосфери. Гірські породи та їх типи. Основні поняття про види корисних копалин.
- 3.2. Типи земних покривів.** Класифікація земних покривів. Номенклатура класів земного покриву. Основні типи землекористування.
- 3.3. Основні характеристики атмосфери і гідросфери.** Будова та хімічний склад атмосфери. Парникові гази. Сонячна радіація. Перенос, поглинення і розсіювання сонячної радіації в атмосфері. Відбиття сонячної радіації. Теплова інфрачервона радіація в атмосфері. Радіаційний баланс земної поверхні та атмосфери. Оптичні явища в атмосфері. Кругообіг води. Світовий океан та його поділ, циркуляція вод. Основні типи водойм. Підземні води, льодовики та багаторічна мерзлота.
- 3.4. Основні характеристики біосфери.** Поняття біосфери. Вчення В.І. Вернадського про біосферу. Структура біосфери. Екосистеми. Біологічний кругообіг речовин. Ґрунти, рослинність та кругообіг вуглецю у біосфері.

### **4. Питання за темою «Системи формування аерокосмічних зображень»**

- 4.1. 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.
- 4.2. Системи формування теплових зображень:** Типи конструкції знімальних систем теплового діапазону (оптико-механічні сканувальні, охолоджені багатоеlementні, мікроболометричні). Просторова і температурна розрізненність. Приклади використання.
- 4.3. Радіохвильові системи:** Особливості конструкції і частотні діапазони пасивних і активних радіохвильових знімальних систем. Радіолокаційні системи із синтезуванням апертури. Мікрохвильові радіометри. Скатерометри. Георадари. Просторова розрізненність і області застосування радіохвильових систем.
- 4.4. Лазерні знімальні системи (лідари):** загальна характеристика, області застосування.

## **5. Питання за темою «Платформи для проведення аерокосмічних вимірювань та спостережень»**

**5.1.** Авіаційні платформи: типи пілотованих і безпілотних літальних апаратів. Основні характеристики і області застосування.

**5.2.** Космічні платформи: типи космічних апаратів ДЗЗ. Основні характеристики і області застосування.

**5.3.** Орбіти супутників ДЗЗ. Класифікація орбіт (за висотою, за нахилом, за значенням ексцентриситету). Полярні, сонячно-синхронні і геостаціонарні орбіти. Приклади супутникових систем ДЗЗ.

## **6. Питання за темою «Методи обробки аерокосмічних зображень»**

**6.1.** Методи попередньої обробки зображень: Фільтрація і контрастування зображень. Придушення шумів. Гістограмні операції. Еквалізація. Обробка зображень в частотній області.

**6.2.** Відновлення аерокосмічних зображень: Радіометрична, геометрична та атмосферна корекція. Топографічна прив'язка зображень, створення мозаїк.

**6.3.** Методи перетворення і об'єднання зображень: Лінійні і нелінійні перетворення (композиції, спектральні індекси, ортогональні розкладання). Підвищення просторової і спектральної розрізненості. Субпіксельна обробка зображень. Аналіз часових серій аерокосмічних зображень.

**6.4.** Методи тематичного аналізу аерокосмічних зображень: Візуальна інтерпретація. Класифікування аерокосмічних зображень. Виявлення змін. Отримання розподілів фізичних і біофізичних параметрів земної поверхні (температури, вологовмісту, проективного покриття та індексу листової поверхні рослинності, біомаси). Аналіз ризиків надзвичайних ситуацій за аерокосмічними зображеннями.

## РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

1. Железняк О.О., Чубко Л.С. Космічна фотограмметрія: Навч. посібник / К.: НАУ. – 2012. – 220 с.
2. Аерокосмічні дослідження геологічного середовища: Наук.-метод. посібник / А.Г. Мичак, В.Є. Філіпович, В.Л. Приходько та ін. Міністерство охорони навколишнього природного середовища України. Державна геологічна служба. – К.: 2010. – 246 с.
3. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / За ред. В.І. Лялька та М.О. Попова. – К.: Наук. думка. – 2006. – 360 с.
4. Бурштинська Х.В., Станкевич С.А. Аерокосмічні знімальні системи: Підручник / Львів: Львівська політехніка. – 2013. – 316 с.
5. Изменения земных систем в Восточной Европе / Отв. ред. В.И. Лялько. – Киев. – 2010. – 582 с.
6. Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційне зондування Землі: Теоретичні основи. Підручник. – К.: Вища школа. – 2009. – 511 с.
7. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли. - М.: Мир, 1988. – 343 с.
8. Спутниковые методы поиска полезных ископаемых / Под ред. В.И. Лялько и М.А. Попова. – К.: Карбон-Лтд. – 2012. – 436 с.
9. Сучасні методи дистанційного пошуку корисних копалин / За ред. В.І. Лялька і М.О. Попова – К.: 2017. – CD-ROM; ISBN 978-966-02-8295-7 (електронне видання).
10. Lillesand T.M., Kiefer R.W., Chipman J.W. Remote Sensing and Image Interpretation: Sixth Edition. - John Wiley and Sons, 2008. – 756 p.
11. Chuvieco E., Huete A. Fundamentals of Satellite Remote Sensing. – CRC Press, 2010. - 436 p.



Розробники: Попов Михайло Олексійович, доктор технічних наук, професор, член-кореспондент НАН України, директор ЦАКДЗ ІГН НАН України;

Станкевич Сергій Арсенійович, доктор технічних наук, професор, завідувач відділу геопросторового моделювання в аерокосмічних дослідженнях ЦАКДЗ ІГН НАН України.

Затверджено:

Гарант освітньої програми  
«Дистанційні аерокосмічні  
дослідження»  
д.т.н., професор



Сергій СТАНКЕВИЧ

(підпис)

(власне ім'я, прізвище)

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

Протокол від «08» серпня 2021 року № 7

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



Михайло ПОПОВ

Секретар вченої ради  
к.т.н., ст. досл.



Анна ХИЖНЯК