

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

« 21 » травня, 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

*Методологія дистанційного зондування Землі у вирішенні завдань
природокористування*

(Remote sensing methodology for nature management tasks)

для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії

галузь знань Е – Природничі науки, математика та статистика
спеціальність Е4 – Науки про Землю
освітній рівень доктор філософії
освітня програма «Дистанційні аерокосмічні дослідження природного середовища»
вид дисципліни **Обов'язкова**

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2025/2026
Семестр	2
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: Азімов Олександр Тельманович,
Кохан Світлана Станіславівна,
Станкевич Сергій Арсенійович,
Філіпович Володимир Євгенович,
Седлерова Ольга Володимирівна,
Хижняк Анна Василівна

© О.Т. Азімов, С.С. Кохан,
С.А. Станкевич, В.Є. Філіпович,
О.В. Седлерова, А.В. Хижняк, 2025

КИЇВ – 2025

Розробники: Азімов Олександр Тельманович, доктор геологічних наук, старший науковий співробітник, головний науковий співробітник відділу енергомасообміну в геосистемах ЦАКДЗ ІГН НАН України;

Кохан Світлана Станіславівна, доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник відділу геоінформаційних технологій в дистанційному зондуванні Землі ЦАКДЗ ІГН НАН України;

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

Філіпович Володимир Євгенович, кандидат геологічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу аерокосмічних досліджень в геології та геоекології ЦАКДЗ ІГН НАН України;

Седлерова Ольга Володимирівна, кандидат геологічних наук, старший науковий співробітник, старший науковий співробітник відділу аерокосмічних досліджень в геології та геоекології ЦАКДЗ ІГН НАН України, заст. директора з наукової роботи Центру;

Хижняк Анна Василівна, кандидат технічних наук, старший дослідник, провідний науковий співробітник відділу геопросторового моделювання в аерокосмічних дослідженнях ЦАКДЗ ІГН НАН України, учений секретар Центру.

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 «20» травня 2025 року № 8.

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 методологічними основами дистанційного зондування Землі як наукової дисципліни, сфери діяльності людства та глобального інструменту вивчення природного середовища. Дати базові знання з фізичних основ дистанційного зондування, принципів побудови технічних засобів отримання даних, основних галузей застосування даних ДЗЗ.

2. Вимоги до вибору навчальної дисципліни:

- диплом магістра однієї зі спеціальностей галузі наук про Землю або телекомунікацій;
- наявність базових знань теорії розповсюдження електромагнітного випромінювання;
- наявність базових навичок обробки аерокосмічних зображень земної поверхні.

3. Анотація навчальної дисципліни

У навчальній дисципліні будуть розглянуті базові принципи дистанційних досліджень і аерокосмічного моніторингу; сучасний стан і загальносвітові тенденції розвитку дистанційних методів і засобів вивчення Землі та космічного простору; типи випромінювань та спектральні діапазони, що використовуються в дистанційних аерокосмічних дослідженнях геологічного середовища та ландшафтів; загальна схема проведення дистанційних аерокосмічних досліджень; параметри природного середовища і характеристики, що вимірюються та спостерігаються дистанційними аерокосмічними методами; тематичні задачі дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), їх класифікація та вимоги до інформаційного забезпечення; основні етапи становлення та розвитку дистанційних методів вивчення Землі та космічних тіл.

Тема 1. Сучасний стан і тенденції розвитку дистанційних методів і засобів вивчення Землі. Базові принципи побудови дистанційних аерокосмічних досліджень. Тематичні задачі ДЗЗ та їх класифікація, присвячена аналізу цілей сталого розвитку, сучасним підходам до реалізації цих завдань та місцю і завданням метода дів дистанційного зондування Землі при вирішенні завдань і досягнення цілей сталого розвитку.

4. Цілі навчання:

Дисципліна орієнтує на розширення та поглиблення теоретико-методологічного та науково-методичного базису вивчення природних ресурсів дистанційними методами, оволодіння науковою термінологією, створення базису для засвоєння спеціальних знань з галузі наук про Землю за спеціалізацією дистанційні аерокосмічні дослідження.

Під час прослуховування курсу аспіранти зможуть:

- оволодіти основами дистанційних досліджень і аерокосмічного моніторингу природного середовища;
- засвоїти фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень.

Після закінчення курсу аспіранти мають вміти:

- самостійно обирати напрям наукового дослідження,
- розуміти принципи утворення корисного сигналу при дослідженні природного середовища,
- орієнтуватись у виборі даних з конкретних космічних і повітряних носіїв для виконання певної тематичної задачі.

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	Знання сучасного стану і тенденцій розвитку дистанційних методів і засобів вивчення Землі. Базові	<i>Лекція</i>	<i>Усне опитування</i>	<i>до 5%</i>

	принципи побудови дистанційних аерокосмічних досліджень. Тематичні задачі ДЗЗ та їх класифікація.			
1.2	Знання фізичних основ дистанційних аерокосмічних досліджень. Розповсюдження електромагнітних хвиль в атмосфері. Основи побудови і сприйняття зображень. Основи фотометрії. Основи колориметрії.	Лекція	Усне опитування	до 10%
1.3	Знання параметрів природного середовища і характеристик, що вимірюються та спостерігаються дистанційними аерокосмічними методами	Лекція	Усне опитування	до 10%
1.4	Знання параметрів рослинного покриву, що вимірюються та спостерігаються аерокосмічними методами	Лекція	Усне опитування	до 10%
1.5	Знання принципів побудови та характеристик технічних засобів дистанційних аерокосмічних досліджень.	Лекція	Усне опитування	до 10%
1.6	Геологічні та морфологічні особливості поверхні планети. Планетарний механізм формування розломних зон.	Лекція	Усне опитування	до 5%
1.7	Основні принципи і завдання аерокосмічного моніторингу навколишнього середовища.	Лекція	Усне опитування	до 5%
2.1	Аналізувати джерела інформації з отримання даних дистанційного зондування Землі	Самостійна робота	Усне опитування	до 10%
2.2	Визначати методи та напрямки дослідження природного середовища дистанційними методами	Самостійна робота	Усне опитування	до 10%
3.1	Обґрунтовувати можливості і переваги застосування дистанційного зондування Землі у комплексі досліджень	Самостійна робота	Усне опитування	до 15%
4.1	Використовувати отримані знання при власних дослідженнях, розуміти переваги та обмеження методів	Самостійна робота	Усне опитування	до 10%

Структура курсу: лекційні заняття, самостійна робота.

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	2.1	2.2	3.1	4.1
Програмні результати навчання											
PH01. 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 напрямків 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.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
РН10. Організовувати і здійснювати освітній процес у сфері наук про Землю, його наукове, навчально-методичне та нормативне забезпечення, розробляти і викладати спеціальні навчальні дисципліни у закладах вищої освіти.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

7. Схема формування оцінки:

7.1. Форми оцінювання студентів

1. Семестрове оцінювання:

1) Модульна робота 1. Реферат на одну з тем на вибір:

«Тематичні задачі ДЗЗ та їх класифікація»,

«Фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень».

– 30 балів (рубіжна оцінка – 18 балів).

1) Модульна робота 2. Реферат на одну з тем на вибір:

«Видові технічні засоби для аерокосмічних досліджень та бортові прилади для вимірювання фізичних параметрів різних природних середовищ: принципи побудови та характеристики»,

«Параметри природного середовища і характеристики, що вимірюються та спостерігаються дистанційними аерокосмічними методами».

– 30 балів (рубіжна оцінка – 18 балів).

2. Підсумкове оцінювання у формі іспиту: максимальна оцінка 40 балів (рубіжна оцінка –24 бали). Під час іспиту аспірант усно відповідає на чотири питання, зазначені у білеті, попередньо записавши відповіді, екзаменатори мають право поставити додаткові питання.

Результати навчальної діяльності аспірантів оцінюються за 100 бальною шкалою.

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

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

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

7.2. Організація оцінювання: Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою та передбачає: 7 тем лекцій та усне опитування (де аспіранти мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі використовуючи окреслені викладачем методи та засоби) та проведення 2 модульних контрольних робіт (написання реферату). Підсумкове оцінювання проводиться у формі письмово-усного іспиту.

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	Тема 1. Сучасний стан і тенденції розвитку дистанційних методів і засобів вивчення Землі. Базові принципи побудови дистанційних аерокосмічних досліджень. Тематичні задачі ДЗЗ та їх класифікація.	4		6
2	Тема 2. Фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень. Розповсюдження електромагнітних хвиль в атмосфері. Основи побудови і сприйняття зображень. Основи фотометрії. Основи колориметрії.	4		8
3	Тема 3. Параметри природного середовища і характеристики, що вимірюються та спостерігаються дистанційними аерокосмічними методами (рельєф, гірські породи, ґрунти).	6		8

4	Тема 4. Спектральні властивості рослин (хлорофіл та основні рослинні пігменти)	6		8
	<i>Модульна робота (реферат)</i>			4
5	Тема 5. Принципи побудови та характеристики технічних засобів дистанційних аерокосмічних досліджень.	6		8
7	Тема 6. Основні принципи і завдання аерокосмічного моніторингу навколишнього середовища.	6		8
	<i>Модульна робота (реферат)</i>			6
	<i>Іспит з дисципліни</i>			2
	Всього за семестр	32	-	58

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – **32 год.**

Самостійна робота - **46 год.**

Модульні роботи – **10 год.**

Іспит – **2 год.**

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:

Основні:

Тема 1

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. Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційне зондування Землі: Теоретичні основи. Підручник. – К.: Вища школа. – 2009. – 511 с.
4. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / За ред. В.І. Лялька та М.О. Попова. – К.: Наук. думка. – 2006. – 360 с.
5. Schowengerdt R.A. Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing / Academic Press, 3rd edition, 2006. - 560 p. (переклад: Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Методы и модели обработки изображений. – М.: Техносфера, 2010. – 560 с.)
6. Gonzales R.C., Woods R.E., Eddins S.L. Digital Image Processing Using MATLAB / Gatesmark, 3rd edition, 2020. (переклад 2-го видання: Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений. – М.: Техносфера, 2005. – 1070 с.)
7. Schanda E. Physical Fundamentals of Remote Sensing / Springer-Verlag, 1986. – 187 p. (переклад: Шанда Э. Физические основы дистанционного зондирования. – М.: Недра, 1990. – 208 с.)
8. Davis S.M., Landgrebe D.A., Phillips T.L. et al. Remote sensing: The quantitative approach / McGraw-Hill, 1978.- 405 p. (переклад: Дистанционное зондирование: количественный подход / Ш.М. Дейвис, Д.А. Ландгребе, Т.Л. Филлипс и др. – М.: Недра, 1983. – 415 с.)
9. Sabins F.F., Ellis J.M. Remote Sensing: Principles, Interpretation, and Applications / Waveland Press, 4th edition, 2020. - 524 p.
10. Chuvieco E., Huete A. Fundamentals of Satellite Remote Sensing. – CRC Press, 2010. - 436 p.

Тема 2

1. V. E. Zuev, David L. Fried; Propagation of Visible and Infrared Radiation in the Atmosphere. Physics Today 1 February 1975; 28 (2): 57–59. <https://doi.org/10.1063/1.3068824>
2. Посудін Ю.І. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища. - К.: Світ, 2003.- 288 с.
3. Bohren CF Huffman DR. Absorption and Scattering of Light by Small Particles. 1st ed. Wiley; 2008.
4. Посудін Ю.І. Фізика і біофізика навколишнього середовища. - К.: Світ, 2000.- 303 с.
5. Zuev, V.E. Propagation of laser radiation in the atmosphere. Soviet Physics Journal 10, 31–38 (1967). <https://doi.org/10.1007/BF00820299>.
6. R. M. Measures, Laser Remote Sensing: Fundamentals and applications (Krieger, Florida, 1992).
7. Поліщук В.М. ФОТОМЕТРІЯ. Конспект лекцій Світлотехніка і джерела світла. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 147 с.
8. Stimson, A. Photometry and Radiometry for Engineers. Wiley-Interscience (1974).
9. CIE 41 — Light as a True Visual Quantity: Principles of Measurement. CIE, Vienna (1978).
10. Mongé, R. (1969). [Review of the book The Reproduction of Colour in Photography, Printing and Television, by R. W. G. Hunt]. Leonardo 2(3), 312.
11. Boyle, Cailin. (2001). Color Harmony for the Web: A Guide for Creating Great Color Schemes on-Line.

Тема 3.

1. Байрак Г.Р., Муха Б.П. Дистанційні дослідження Землі: Навч. посіб. – Львів: Видав. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2010. – 712 с.

2. Аерокосмічні дослідження геологічного середовища: Наук.-метод. посіб. / А.Г. Мичак, В.Є. Філіпович, В.Л. Приходько та ін. – К.: Мінприроди України, Держгеолслужба, 2010. – 246 с.
3. Rees W.G. Physical Principles of Remote Sensing / Cambridge University Press, 3rd edition, 2013. - 492 p. (переклад 2-го видання: Рис У.Г. Основы дистанционного зондирования. – М.: Техносфера, 2006. – 336 с.)
4. Єгорова Т.М. Ландшафтна екологія України. – Кам'янець-Подільський: Зволейко Д.Г., 2009. – 192 с.

Тема 4

1. Кохан С.С. Навчальний посібник «Geoinformation analysis of agrolandscapes» (Геоінформаційний аналіз агроландшафтів) / С.С.Кохан. – К.: ЦП «КОМПРИНТ», 2017. – 440 с.
2. Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційний моніторинг земельних ресурсів/ Навчальний посібник.–Київ: ЦП «КОМПРИНТ», 2018. – 262 с.
3. Кохан С.С., Востоков А.Б. Просторово-часові дані ДЗЗ у задачах моніторингу посівів сільськогосподарських культур: монографія. Київ: ЦП «Компринт», 2019. – 195 с.
4. Кохан С.С., Востоков А.Б. Методи дистанційного зондування Землі. Навч. посібник. –Київ: ЦП «КОМПРИНТ», 2021. – 287 с.

Тема 5

1. Бурштинська Х.В., Станкевич С.А. Аерокосмічні знімальні системи: Підручник / Львів: Львівська політехніка. – 2013. – 316 с.

Тема 6

1. Коваленко Ю. Л. Моніторинг довкілля. – Харків : ХНУМГ ім. О. М. Бекетова, 2020. – 144 с.
2. Абрамов Ю.А., Тютюник В.В., Шевченко Р.И. Аэрокосмический мониторинг. – Х.: Изд-во АГЗУ, 2006. – 172 с.
3. Голован Ю., Курило А. Інформаційні технології комплексного моніторингу довкілля на основі даних аерокосмічних і наземних досліджень. Кібербезпека: освіта, наука, техніка. Том1 № 17 (2022) С. 187-197. DOI: <https://doi.org/10.28925/2663-4023.2022.17.187197>

Додаткові:

1. Тьер Луи-Адольф История консульства и Империи. Кн. 1. Консульство / Москва: Захаров, 2012.- С. 399.
2. Basudeb Bhatta, in: Research Methods in Remote Sensing / Springer: Dordrecht-Heidelberg-New York-London. 2013. P. 8
3. George E. P. Box / In: "Empirical Model-Building and Response Surfaces", John Wiley. 1987. P. 424.
4. Sandau R. Potential and shortcoming of small satellite for topographic mapping / R. Sandau // ISPRS Archives, 2006.– Vol.XXXVI.– No.1/W41.– P.43-50.
5. Radiometric Temperature Measurements Fundamentals / Z.M. Zhang, B.K. Tsai, G. Machin (Eds).– Amsterdam: Academic Press, 2010.– 356 p.
6. Baltsavias E.P. Airborne laser scanning: basic relations and formulas / E.P. Baltsavias // ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 1999.– Vol.54.– P.199-214.
7. McCandless Jr. S.W. Principles of synthetic aperture radar / S.W. McCandless Jr., C.R. Jackson // Synthetic Aperture Radar Marine User's Manual / C.R. Jackson, J.R. Apel (Eds).– Washington: NOAA, 2004.– P.13-26.
8. Jackson T.J. Passive microwave remote sensing for land applications / T.J. Jackson // Advances in Land Remote Sensing. System, Modeling, Inversion and Application / S. Liang (Ed).– Dordrecht: Springer, 2008.– P.9-18.
9. Азімов О.Т. Аналітичний огляд аерокосмічних методів вивчення геологічних структур і процесів. Ст. 2. Теоретичні основи виявлення особливостей будови земної кори за матеріалами дистанційних зйомок // Зб. наук. пр. УкрДГРІ. – К., 2007.– № 2. – С. 250–260.
10. Словник з дистанційного зондування Землі / За ред. В.І. Лялька та М.О. Попова. – К.: СМП «Аверс», 2004. – 170 с.

Питання до іспиту з дисципліни «Основи дистанційного зондування Землі»

Тема 1

1. Роль ДЗЗ в задачах сталого розвитку (Підвищення ефективності комплексного управління сталим розвитком України з залученням сучасних космічних технологій дослідження Землі)
2. Аерокосмічні спостереження в інтересах сталого розвитку і безпеки. GEO-UKRAINE – український сегмент GEOSS
3. Базові принципи дистанційних досліджень і аерокосмічного моніторингу.
4. Типи випромінювань та спектральні діапазони, що використовуються в дистанційних аерокосмічних дослідженнях.
5. Тематичні задачі ДЗЗ та їх класифікація.

Тема 2

6. Фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень. Розповсюдження електромагнітних хвиль в атмосфері. Хвилі на границях різних середовищ. Розсіювання випромінювання в атмосфері. Зворотне розсіювання.
7. Фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень. Розповсюдження оптичного випромінювання в атмосфері (закон Бугера – Ламберта, релеевське розсіювання, теорія Мі).
8. Фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень. Основи побудови і сприйняття зображень: закони зорового сприйняття зображень (контрастність, адаптація, сприйняття сюжетного зображення).
9. Фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень. Основи фотометрії (випромінювання в оптичній області спектра, фотометричні величини та їхні співвідношення).
10. Фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень. Основи колориметрії.

Тема 3

11. Параметри (показники і характеристики) рельєфу поверхні Землі, що вимірюються та спостерігаються дистанційними аерокосмічними методами. Специфіка досліджень показників сучасного земного рельєфу з застосуванням даних знімання оптичними сенсорами (видимий, інфрачервоні діапазони спектра електромагнітних хвиль).
12. Параметри (показники і характеристики) рельєфу поверхні Землі, що вимірюються та спостерігаються дистанційними аерокосмічними методами. Специфіка досліджень показників сучасного земного рельєфу з застосуванням даних мікрохвильових і радарних систем знімання.
13. Парагенез рельєфу сучасної поверхні Землі та її гідрографічної й ерозійної мереж. Геоіндикаційна сутність гідрографічної та ерозійної мереж у відображенні внутрішньої структури земної кори. Особливості відображення гідрографічних об'єктів на даних аерокосмічних зйомок, отриманих у різних спектральних діапазонах.
14. Радіаційні моделі різнотипних гірських порід (інтрузивних, ефузивних, осадових), які можуть відслонюватися на поверхні суходолу. Порівняння радіаційних моделей гірських утворень, отриманих за результатами лабораторних досліджень і в натурних умовах за даними дистанційних зніманих.
15. Характеристики гірських порід, що визначають їх відбивну здатність стосовно електромагнітних хвиль різних діапазонів спектра. Відмінності яскравісних параметрів вивітрених, тріщинуватих, пористих та цементованих, сухих (заповнених повітрям) та зволжених гірських порід.
16. Радіаційні моделі ґрунтів залежно від морфологічних характеристик і температури їхніх поверхонь, мінерального складу, щільності, зволоженості, гумусності

(збагаченні органікою). Діелектричні властивості ґрунтів і гірських порід і специфіка відображення їх на даних аерокосмічних знімачів у мікрохвильовому діапазоні електромагнітних хвиль.

17. Радіаційні моделі однорідно зволжених ґрунтів за умов різної температури їх поверхонь. Радіаційні моделі неоднорідно зволжених ґрунтів. Побудова й аналіз профілів розподілу вологості ґрунтів.

18. Загальна характеристика параметрів рослинного покриву, що вимірюються та спостерігаються дистанційними аерокосмічними методами. Геоіндикаційна сутність рослинного покриву у відображенні внутрішньої будови Землі. Методи експериментальних досліджень радіаційних характеристик компонентів ландшафту суходолу.

Тема 4

Тема 5

19. Видові технічні засоби для аерокосмічних досліджень та бортові прилади для вимірювання фізичних параметрів різних природних середовищ: принципи побудови та характеристики.

20. Класифікація видових технічних засобів ДЗЗ. Принципи побудови та характеристики.

21. Оптико-електронні, радіолокаційні та лідарні системи.

22. Спектрометри і спектрорадіометри. Зображувальні відеоспектрометри.

23. Пасивні мікрохвильові системи. Радіолокаційні системи з реальною та синтезованою апертурою. Скатерометри. Рефлектометри.

24. Основні характеристики систем побудови зображень (функція розсіювання, гранична крива, оптична передавальна функція).

25. Комплексування бортових засобів та приладів ДЗЗ при проведенні аерокосмічних досліджень.

26. Особливості калібрування сенсорів ДЗЗ при наземних випробуваннях та у польоті на орбіті.

Тема 6

27. Аерокосмічний моніторинг: визначення, види і рівні моніторингу довкілля?

28. Мета і основні завдання аерокосмічного моніторингу

29. Об'єкти аерокосмічного моніторингу.

30. Основні результати глобального космічного моніторингу.