

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

« 30 » *листопада* 2024 року



РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Об’єкти, методи та засоби дистанційного зондування Землі (Remote sensing objects, methods and instruments)

для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії

галузь знань 17 Електроніка, автоматизація та електронні комунікації
спеціальність 172 Електронні комунікації та радіотехніка
освітній рівень доктор філософії
освітня програма “Дистанційні аерокосмічні дослідження”
вид дисципліни **Обов’язкова**

Форма навчання денна
Навчальний рік 2024/2025
Семестр 2
Кількість кредитів ECTS 3
Мова викладання,
навчання та оцінювання українська
Форма заключного контролю іспит

Викладачі: Попов Михайло Олексійович,
Федоровський Олександр Дмитрович,
Станкевич Сергій Арсенійович,
Артюшенко Михайло Віталійович

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__»__ 20__р.
(підпис, ПІБ, дата)

© Попов М.О., 2024 рік
Федоровський О.Д., 2024 рік
Станкевич С.А., 2024 рік
Артюшенко М.В., 2024 рік

КИЇВ – 2024

Розробники:

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

Федоровський Олександр Дмитрович, доктор фізико-математичних наук, професор, член-кореспондент НАН України, головний науковий співробітник відділу геопросторового моделювання в аерокосмічних дослідженнях ЦАКДЗ ІГН НАН України;

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

Артюшенко Михайло Віталійович, доктор технічних наук, доцент, провідний науковий співробітник відділу геопросторового моделювання в аерокосмічних дослідженнях ЦАКДЗ ІГН НАН України

Затверджено
Гарант освітньої програми
д. т. н., професор



(підпис)

Сергій СТАНКЕВИЧ
(власне ім'я, прізвище)

*Схвалено: Вченою радою Державної установи «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук Національної академії наук України»
протокол від «17» вересня 2024 року № 7.*

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 методологією та технічними аспектами дистанційного зондування Землі як наукової дисципліни, сфери діяльності людства та глобального інструменту вивчення природного середовища. Дисципліну спрямовано на поглиблення знань з фізичних засад дистанційного зондування, основних властивостей типових об'єктів дистанційного спостереження, принципів побудови, інформаційних можливостей та конструкційних рішень для сучасних технічних засобів отримання даних в різних галузях застосування даних ДЗЗ.

2. Вимоги до вибору навчальної дисципліни:

- диплом магістра однієї зі спеціальностей галузі наук про Землю або електронних комунікацій;
- наявність базових знань з фізичної оптики та теорії розповсюдження електромагнітного випромінювання;
- наявність базових навичок обробки аерокосмічних зображень земної поверхні.

3. Анотація навчальної дисципліни

У навчальній дисципліні буде розглянуто загальні принципи дистанційних досліджень і аерокосмічного моніторингу; теорія переносу та реєстрації електромагнітного випромінювання в спектральних діапазонах, що використовуються в дистанційних аерокосмічних дослідженнях; типові схеми проведення дистанційних аерокосмічних досліджень; об'єкти, методи, сучасні технічні засоби та 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; сучасний стан і загальносвітові тенденції розвитку дистанційних методів і засобів вивчення Землі та інших планет.

4. Цілі навчання:

Дисципліна орієнтує на розширення та поглиблення теоретико-методологічного та науково-методичного базису вивчення природних ресурсів, об'єктів та явищ на земній поверхні дистанційними методами, оволодіння науковою термінологією цієї галузі, сучасним інструментарієм обробки та аналізу матеріалів ДЗЗ.

Під час прослуховування курсу аспіранти зможуть:

- оволодіти основними прийомами дистанційних досліджень і аерокосмічного моніторингу природного середовища, об'єктів та явищ на земній поверхні;
- засвоїти теоретичні основи та загальну методологію дистанційних аерокосмічних досліджень.

Після закінчення курсу аспіранти мають вміти:

- самостійно обирати напрям наукового дослідження дистанційними методами;
- розуміти принципи утворення, розповсюдження, реєстрації та аналізу корисного сигналу при дослідженні природного середовища;
- орієнтуватись у виборі, отриманні та обробці даних з інструментальних засобів конкретних космічних і повітряних систем ДЗЗ для виконання певної тематичної задачі.

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 оцінці з дисципліни
Код	Результат навчання			
1.1	Принципи дистанційних досліджень і аерокосмічного моніторингу	Лекція	Усне опитування	до 5%
1.2	Тематичні задачі ДЗЗ та їх класифікація	Лекція	Усне опитування	до 5%

1.3	Фізичні засади дистанційних аерокосмічних досліджень. Розповсюдження електромагнітного випромінювання в атмосфері. Принципи побудови, реєстрації і сприйняття аерокосмічних зображень. Фотометрія та колориметрія в дистанційних аерокосмічних дослідженнях.	Лекція	Усне опитування	до 10%
1.4	Інформативні ознаки в задачах ДЗЗ на основі взаємозв'язку даних просторових, спектральних та часових вимірювань	Лекція	Усне опитування	до 10%
1.5	Принципи побудови та характеристики технічних засобів дистанційних аерокосмічних досліджень	Лекція	Усне опитування	до 10%
1.6	Теорія ризиків, геоекологічні ризики: застосування супутникових спостережень в задачах аналізу соціально-екологічних ризиків	Лекція	Усне опитування	до 10%
2.1	Аналіз та оцінка джерел інформації з отримання даних дистанційного зондування Землі	Самостійна робота	Усне опитування	до 10%
2.2	Визначення методів та напрямків дослідження природного середовища дистанційними методами	Самостійна робота	Усне опитування	до 10%
3.1	Обґрунтування можливості, умов і переваг застосування методів дистанційного зондування Землі у дослідженні територій	Самостійна робота	Усне опитування	до 15%
4.1	Використання отриманих знань при власних дослідженнях, оцінювання переваг та обмежень застосованих методів дистанційного зондування Землі	Самостійна робота	Усне опитування	до 15%

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	2.1	2.2	3.1	4.1
Програмні результати навчання										
ПР01 Знання ролі та місця дистанційних досліджень у системі наук про Землю та космос, сучасного стану і загальносвітових тенденцій розвитку дистанційних методів і засобів вивчення Землі та об'єктів космічного простору. базових принципів дистанційних досліджень і аерокосмічного моніторингу, загальної схеми проведення дистанційного аерокосмічного дослідження та тематичних задач дистанційного зондування Землі (ДЗЗ), їх	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

класифікації.										
<i>ПР02</i> Знання принципів побудови, конструкції та характеристик технічних засобів для дистанційних аерокосмічних досліджень. Вимоги до якості аерокосмічної інформації при вирішенні тематичних задач ДЗЗ.					+	+				
<i>ПР03</i> Знання методів оброблення та аналізу аерокосмічних зображень та інших дистанційних даних. Критерії якості аерокосмічних зображень. Інформативність аерокосмічних зображень.	+	+	+	+	+	+				
<i>ПР06</i> Знання та володіння системним підходом в оцінюванні ефективності дистанційних аерокосмічних методів та засобів дистанційних аерокосмічних спостережень.	+	+	+	+	+	+				
<i>ПР09</i> Знання параметрів об'єктів природного середовища і характеристик земної поверхні, що спостерігаються та вимірюються дистанційними методами.	+	+	+	+	+	+				
<i>ПР10</i> Знання теорії і розуміння методології системного аналізу, принципів застосування системного підходу при дослідженні процесів та явищ у геосистемах, вміння використовувати методологію системного аналізу в сфері природокористування.	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>ПР12</i> Знання та вміння використовувати методологічні засади та технічні прийоми визначення характеристик земної поверхні, класифікації об'єктів та явищ на ній, дослідження їх просторового розподілу і часової динаміки шляхом обробки різноманітних даних дистанційного зондування.	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>ПР13</i> Уміння аналізувати сучасні наукові праці, виокремлюючи дискусійні та недостатньо досліджені питання, здійснювати моніторинг наукових джерел інформації щодо досліджуваної проблеми, встановлювати їх наукову цінність шляхом порівняльного аналізу з іншими джерелами, формулювати наукову проблему.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>ПР14</i> Знання основних понять теорії моделювання, методів імітаційного моделювання, вміння планувати та проводити натурні та обчислювальні експерименти.		+	+	+	+	+	+	+	+	
<i>ПР15</i> Знання основ ідентифікації та статистичних методів дослідження складних систем, вміння вичленяти головні фактори та	+	+	+	+	+	+	+	+		

проводити декомпозицію задач.										
<i>ПР20 Знання методів наукових досліджень та вміння їх використовувати на належному рівні; вміння розшукувати, опрацьовувати, аналізувати та синтезувати отриману інформацію (наукові статті, науково-аналітичні матеріали, бази даних тощо).</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>ПР25 Дотримуватись етичних норм, враховувати авторське право та норми академічної доброчесності при проведенні наукових досліджень, презентації їх результатів та у науково-педагогічній діяльності.</i>							+	+	+	+
<i>ПР27 Брати участь у міжнародних симпозиумах, конференціях, школах, робочих нарадах. Бути ініціатором програм стажування і співпраці з міжнародними науковими колективами.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

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”,

“Теорія переносу та реєстрації електромагнітного випромінювання”.

– 30 балів (рубіжна оцінка – 18 балів).

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

“Принципи побудови та характеристики бортових приладів для вимірювання (біо)фізичних параметрів земної поверхні”,

“Класифікація видових технічних засобів ДЗЗ”,

“Просторові, спектральні та часові інформативні ознаки об’єктів земної поверхні в задачах ДЗЗ”.

– 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: 11 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. Принципи дистанційних досліджень і аерокосмічного моніторингу. Сучасний стан і тенденції розвитку дистанційних методів і засобів вивчення Землі та інших планет.	2		4
2	Тема 2. Тематичні задачі ДЗЗ та їх класифікація.	4		5
3	Тема 3. Фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень. Перенос електромагнітного випромінювання. Електромагнітні хвилі на границях різних середовищ. Розсіювання випромінювання в атмосфері. Зворотне розсіювання.	2		4
4	Тема 4. Фізичні засади дистанційних аерокосмічних досліджень. Розповсюдження електромагнітного випромінювання в атмосфері (закон Бугера – Ламберта, Релеївське розсіювання, теорія Мі).	2		4
5	Тема 5. Фізичні засади дистанційних аерокосмічних досліджень. Принципи побудови, реєстрації і сприйняття аерокосмічних зображень (зорове сприйняття зображень: контрастність, адаптація, сприйняття сюжетного зображення).	2		4
6	Тема 6. Фізичні засади дистанційних аерокосмічних досліджень. Фотометрія (випромінювання в оптичній області спектра, фотометричні величини та їхні співвідношення) та колориметрія в дистанційних аерокосмічних дослідженнях.	2		5

	<i>Модульна робота (реферат)</i>			5
7	Тема 7. Принципи побудови та характеристики технічних засобів дистанційних аерокосмічних досліджень. Видові технічні засоби для аерокосмічних досліджень та бортові прилади для вимірювання фізичних параметрів різних природних середовищ: принципи побудови, конструкційні особливості та технічні характеристики.	2		4
8	Тема 8. Принципи побудови та характеристики технічних засобів дистанційних аерокосмічних досліджень. Оптико-електронні, радіолокаційні та лідарні системи. Спектрометри і спектрорадіометри. Зображувальні відеоспектрометри. Пасивні мікрохвильові системи. Радіолокаційні системи з реальною та синтезованою апертурою. Скатерометри. Рефлектомири.	2		4
9	Тема 9. Принципи побудови та характеристики технічних засобів дистанційних аерокосмічних досліджень. Основні характеристики систем побудови зображень (функція розсіювання, гранична крива, оптична передавальна функція). Особливості калібрування сенсорів ДЗЗ при наземних випробуваннях та у польоті.	2		5
10	Тема 10. Інформативні ознаки в задачах ДЗЗ на основі взаємозв'язку просторових, спектральних та часових вимірювань: Моделі обробки та аналізу даних просторових, спектральних та часових вимірювань. Штучні нейронні мережі.	4		5
11	Тема 11. Теорія ризиків, геоecологічні ризики: застосування супутникових спостережень в задачах аналізу соціально-ecологічних ризиків.	6		4
	<i>Модульна робота (реферат)</i>			5
	<i>Іспит з дисципліни</i>			2
	Всього за семестр	30	-	60

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – **30 год.**

Самостійна робота - **48 год.**

Модульні роботи – **10 год.**

Іспит – **2 год.**

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:

Основні:

Тема 1, Тема 2

1. Кохан С.С., Востоков А.Б. Дистанційне зондування Землі: Теоретичні основи. Підручник. К.: Вища школа, 2009, 511 с.
2. Багатоспектральні методи дистанційного зондування Землі в задачах природокористування / за ред. В.І. Лялька та М.О. Попова. К.: Наук. думка, 2006, 360 с.
3. Rees W.G. Physical Principles of Remote Sensing. Cambridge: Cambridge University Press, 3rd edition, 2013, 492 p. (переклад 2-го видання: Рис У.Г. Основы дистанционного зондирования / пер. с англ. М.: Техносфера, 2006, 336 с.)
4. Schowengerdt R.A. Remote Sensing: Models and Methods for Image Processing. Amsterdam: Academic Press, 3rd edition, 2006, 560 p. (переклад: Шовенгердт Р.А. Дистанционное зондирование. Методы и модели обработки изображений / пер. с англ. М.: Техносфера, 2010, 560 с.)
5. Gonzales R.C., Woods R.E. Digital Image Processing. Upper Saddle River: Pearson Education, 3rd edition, 2008, 977 p. (переклад: Гонсалес Р., Вудс Р. Цифровая обработка изображений / пер. с англ. М.: Техносфера, 2012. – 1105 с.)
6. Schanda E. Physical Fundamentals of Remote Sensing. Berlin: Springer-Verlag, 1986, 187 p. (переклад: Шанда Э. Физические основы дистанционного зондирования / пер. с англ. М.: Недра, 1990, 208 с.)
7. Remote Sensing: The Quantitative Approach / Ed. by P.H. Swain, S.M. Davis. N.Y.: McGraw-Hill, 1978, 396 p. (переклад: Дистанционное зондирование: количественный подход / под ред. Ф. Свейна и Ш. Дейвис; пер. с англ. М.: Недра, 1983, 416 с.)
8. Sabins F.F., Ellis J.M. Remote Sensing: Principles, Interpretation, and Applications. Long Grove: Waveland Press, 4th edition, 2020, 524 p.
9. Chuvieco E., Huete A. Fundamentals of Satellite Remote Sensing. Boca Raton: CRC Press, 2010, 436 p.

Тема 3, 4, 5, 6

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. Measures, R. M. Laser Remote Sensing: Fundamentals and applications, Krieger, Florida, 1992.
5. Поліщук В.М. ФОТОМЕТРИЯ. Конспект лекцій Світлотехніка і джерела світла. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 147 с.
6. Stimson, A. Photometry and Radiometry for Engineers. Wiley-Interscience (1974).
7. CIE 41 — Light as a True Visual Quantity: Principles of Measurement. CIE, Vienna (1978).
8. 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.
9. Boyle, Cailin. (2001). Color Harmony for the Web: A Guide for Creating Great Color Schemes on-Line.

Тема 7, Тема8, Тема 9

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

Тема 11

1. Elachi C., Zyl J. Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing. Hoboken: John Wiley, 2006, 2nd Edition, 557 p.
2. Liu J.G., Mason Ph.J. Essential image processing and GIS for remote sensing. Oxford: John Wiley, 2009, 462 p.
3. Gao J. Digital Analysis of Remotely Sensed Imagery. N.Y.: McGraw-Hill, 2009, 689 p.
4. Richards J.A., Jia X. Remote Sensing Digital Image Analysis. An Introduction. Berlin: Springer-Verlag, 2006, 4th edition, 454 p.

Додаткові:

Тема 1, Тема 2

1. Bhatta B. Research Methods in Remote Sensing. Dordrecht: Springer, 2013, 140 p.
2. Box G.E.P., Draper N.R. Empirical Model-Building and Response Surfaces. N.Y.: John Wiley, 1987, 688 p.

Тема 3, Тема 4, Тема 5, Тема 6

1. Посудін Ю.І. Фізика і біофізика навколишнього середовища. К.: Світ, 2000, 303 с.
2. Zuev, V.E. Propagation of laser radiation in the atmosphere. Soviet Physics Journal 10, 31–38 (1967). <https://doi.org/10.1007/BF00820299>.
3. Wylan B. Harmony of color: a new guide to create color combinations. 2005.

Тема 7, Тема 8, Тема 9

1. Sandau R. Potential and shortcoming of small satellite for topographic mapping. ISPRS Archives, 2006, vol. XXXVI, no. 1, pp. 43-50.
2. Radiometric Temperature Measurements Fundamentals / Z.M. Zhang, B.K. Tsai, G. Machin (Eds). Amsterdam: Academic Press, 2010, 356 p.
3. Baltsavias E.P. Airborne laser scanning: basic relations and formulas. ISPRS Journal of Photogrammetry & Remote Sensing, 1999, vol. 54, pp. 199-214.
4. McCandless Jr. S.W., Jackson C.R. Principles of synthetic aperture radar. In: Synthetic Aperture Radar Marine User's Manual / C.R. Jackson, J.R. Apel (Eds). Washington: NOAA, 2004, pp. 13-26.
5. Jackson T.J. Passive microwave remote sensing for land applications. Advances in Land Remote Sensing. System, Modeling, Inversion and Application / S. Liang (Ed). Dordrecht: Springer, 2008, pp. 9-18.

Тема 10

1. Thanki R.M., Kothari A.M. Digital Image Processing using SciLab. Cham: Springer Nature, 2019, 168 p.
2. Станкевич С.А. Кількісне оцінювання інформативності гіперспектральних аерокосмічних знімків при вирішенні тематичних задач дистанційного зондування Землі. Доповіді НАН України, 2006, № 10, с. 136-139.
3. Якимчук В.Г., Суханов К.Ю., Козлов З.В., Ліщенко Л.П. Дешифрування гіперспектральної космічної інформації на основі текстурних і спектральних характеристик досліджуваних об'єктів. Доповіді НАН України, 2008, № 2, с. 129-134.

Питання до іспиту з дисципліни “Об’єкти, методи та засоби дистанційного зондування Землі”

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. Основні принципи дистанційних досліджень і аерокосмічного моніторингу.
4. Типи джерел інформації та спектральні діапазони електромагнітного випромінювання, що використовуються в дистанційних аерокосмічних дослідженнях.
5. Тематичні задачі ДЗЗ та їх класифікація.
6. Етапи становлення та розвитку дистанційних методів вивчення Землі та космічних тіл.
7. Сучасний стан і тенденції розвитку дистанційних методів і засобів вивчення Землі та інших планет.
8. Основні напрями застосування методів ДЗЗ при вивченні об’єктів та явищ на поверхні Землі.
9. Дистанційні аерокосмічні методи вивчення планет Сонячної системи.
10. Теорія ризиків, геоекологічні ризики: застосування супутникових спостережень в задачах аналізу соціально-екологічних ризиків.
11. Фізичні засади дистанційних аерокосмічних досліджень. Перенос електромагнітного випромінювання в атмосфері. Електромагнітні хвилі на границях різних середовищ. Розсіювання випромінювання в атмосфері. Зворотне розсіювання.
12. Фізичні засади дистанційних аерокосмічних досліджень. Розповсюдження електромагнітного випромінювання в атмосфері (закон Бугера – Ламберта, релеевське розсіювання, теорія Мі).
13. Фізичні засади дистанційних аерокосмічних досліджень. Принципи побудови, реєстрації і сприйняття аерокосмічних зображень (зорове сприйняття зображень: контрастність, адаптація, сприйняття сюжетного зображення).
14. Фізичні засади дистанційних аерокосмічних досліджень. Основи фотометрії (випромінювання в оптичній області спектра, фотометричні величини та їхні співвідношення).
15. Фізичні засади дистанційних аерокосмічних досліджень. Фотометрія та колориметрія в дистанційних аерокосмічних дослідженнях.
16. Просторово-частотний аналіз при дешифруванні аерокосмічних знімків.
17. Використання Марківської моделі для дешифрування космічних знімків.
18. Об’єктно-орієнтований аналіз (OBIA) для класифікації багатоспектральних зображень.
19. Згорткові штучні нейронні мережі (CNN) при дешифруванні аерокосмічних зображень.
20. Адаптивні спектральні індекси матеріалів космічної зйомки.
21. Аналіз даних прецизійного спектрометрування.
22. Багатомірна лінійна регресійна модель за спектральними даними космічних знімків.
23. Багатомірна лінійна регресійна модель прогнозування в часі.
24. Модель GM(1,1) для прогнозування часових серій спостережень.
25. Принципи побудови, конструкційні особливості, класифікація та характеристики технічних засобів дистанційних аерокосмічних досліджень.
26. Видові технічні засоби для аерокосмічних досліджень та бортові прилади для вимірювання фізичних параметрів різних природних середовищ: принципи побудови, конструкційні особливості та технічні характеристики.
27. Зображувальні відеоспектрометри: принципи побудови, конструкційні особливості та технічні характеристики.
28. Радіолокаційні системи із синтезованою апертурою: принципи побудови, конструкційні особливості та технічні характеристики.

29. Авіаційні лідарні системи: принципи побудови, конструкційні особливості та технічні характеристики.
30. Основні зображувальні характеристики видових систем ДЗЗ (функція розсіювання, гранична крива, оптична передавальна функція).
31. Комплексування бортових засобів та приладів ДЗЗ при проведенні аерокосмічних досліджень.
32. Особливості калібрування сенсорів ДЗЗ при наземних випробуваннях та у польоті.