

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

«27» лютого 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи дистанційного зондування Землі (Remote sensing fundamentals)

для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії

галузь знань **17 Електроніка та телекомунікації**
спеціальність **172 Телекомунікації та радіотехніка**
освітній рівень **доктор філософії**
освітня програма **«Дистанційні аерокосмічні дослідження»**
вид дисципліни **Обов'язкова**

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
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,
Якимчук Владислав Григорович,
Костюченко Юрій Васильович

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., 2022 рік
Федоровський О.Д., 2022 рік
Станкевич С.А., 2022 рік
Якимчук В.Г., 2022 рік
Костюченко Ю.В., 2022 рік

КИЇВ – 2022

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;

Якимчук Владислав Григорович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, головний науковий співробітник відділу геопросторового моделювання в аерокосмічних дослідженнях ЦАКДЗ ІГН НАН України;

Костюченко Юрій Васильович, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу енергомасообміну в геосистемах 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 «18» жовтня 2022 року № 9.

Голова вченої ради
д.т.н., професор

член-кореспондент НАН України

Михайло ПОПОВ

Секретар вченої ради

к.т.н.

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; типи випромінювань та спектральні діапазони, що використовуються в дистанційних аерокосмічних дослідженнях; загальна схема проведення дистанційного аерокосмічного дослідження; 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 космічного простору.

4. Цілі навчання:

Дисципліна орієнтує на розширення та поглиблення теоретико-методологічного та науково-методичного базису вивчення природних ресурсів дистанційними методами, оволодіння науковою термінологією, практичним інструментарієм геоінформаційних систем.

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 вміння:

- 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:

Результат навчання (1. знати; 2. вміння; 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	Базові 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 основи дистанційних аерокосмічних досліджень. Розповсюдження електромагнітних хвиль в атмосфері. Розповсюдження оптичного випромінювання в атмосфері. Основи побудови і сприйняття зображень.	Лекція	Усне опитування	до 10%

	<i>Основи фотометрії. Основи колориметрії.</i>			
1.4	<i>Просторові та спектральні дані вимірювань. Дані вимірювань в часі.</i>	<i>Лекція</i>	<i>Усне опитування</i>	<i>до 10%</i>
1.5	<i>Принципи побудови та характеристики технічних засобів дистанційних аерокосмічних досліджень</i>	<i>Лекція</i>	<i>Усне опитування</i>	<i>до 10%</i>
1.6	<i>Теорія ризиків, геоекологічні ризики: застосування супутникових спостережень в задачах аналізу соціально-екологічних ризиків</i>	<i>Лекція</i>	<i>Усне опитування</i>	<i>до 10%</i>
2.1	<i>Аналізувати джерела інформації з отримання даних дистанційного зондування Землі</i>	<i>Самостійна робота</i>	<i>Усне опитування</i>	<i>до 10%</i>
2.2	<i>Визначати методи та напрямки дослідження природного середовища дистанційними методами</i>	<i>Самостійна робота</i>	<i>Усне опитування</i>	<i>до 10%</i>
3.1	<i>Обґрунтовувати можливості і переваги застосування дистанційного зондування Землі у комплексі досліджень</i>	<i>Самостійна робота</i>	<i>Усне опитування</i>	<i>до 15%</i>
4.1	<i>Використовувати отримані знання при власних дослідженнях, розуміти переваги та обмеження методів</i>	<i>Самостійна робота</i>	<i>Усне опитування</i>	<i>до 15%</i>

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										
<i>ПРО1 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>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>ПРО2 Знання принципів побудови, конструкції та характеристик технічних засобів для дистанційних аерокосмічних досліджень. Вимоги до якості аерокосмічної інформації при вирішенні тематичних задач ДЗЗ.</i>					+	+				
<i>ПРО3 Знання методів оброблення та аналізу аерокосмічних зображень та інших дистанційних даних. Критерії якості аерокосмічних зображень. Інформативність аерокосмічних зображень.</i>	+	+	+	+	+	+				

<i>ПР06 Знання та володіння системним підходом в оцінюванні ефективності дистанційних аерокосмічних методів та засобів дистанційних аерокосмічних спостережень.</i>	+	+	+	+	+	+				
<i>ПР09 Знання параметрів природного середовища і характеристик, що спостерігаються та вимірюються дистанційними методами.</i>	+	+	+	+	+	+				
<i>ПР12 Знання та вміння використовувати методологічні засади визначення характеристик земної поверхні, класифікації земної поверхні та дослідження часової динаміки характеристик земної поверхні, та інших способів обробки даних дистанційного зондування в просторовій та частотній області</i>	+	+	+	+	+	+	+	+		
<i>ПР13 Уміння аналізувати сучасні наукові праці, виокремлюючи дискусійні та мало досліджені питання, здійснювати моніторинг наукових джерел інформації щодо досліджуваної проблеми, встановлювати їх наукову цінність шляхом порівняльного аналізу з іншими джерелами, формулювати наукову проблему.</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<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»,

«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»,
«Класифікація видових технічних засобів ДЗЗ»,
«Інформативні ознаки в задачах ДЗЗ на основі взаємозв'язку просторових, спектральних та часових вимірювань даних».

– 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. Базові принципи дистанційних досліджень і аерокосмічного моніторингу. Сучасний стан і тенденції розвитку дистанційних методів і засобів вивчення Землі та космічного простору.	2		4
2	Тема 2. Тематичні задачі ДЗЗ та їх класифікація.	4		5
3	Тема 3. Фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень. Розповсюдження	2		4

	електромагнітних хвиль в атмосфері. Хвилі на границях різних середовищ. Розсіювання випромінювання в атмосфері. Зворотне розсіювання.			
4	Тема 4. Фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень. Розповсюдження оптичного випромінювання в атмосфері (закон Бугера – Ламберта, релеєвське розсіювання, теорія Мі).	2		4
5	Тема 5. Фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень. Основи побудови і сприйняття зображень: закони зорового сприйняття зображень (контрастність, адаптація, сприйняття сюжетного зображення).	2		4
6	Тема 6. Фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень. Основи фотометрії (випромінювання в оптичній області спектра, фотометричні величини та їхні співвідношення). Основи колориметрії.	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 та 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. Рефлектометри.	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 на орбіті.	2		5

10	Тема 10. Інформативні ознаки в задачах ДЗЗ на основі взаємозв'язку просторових, спектральних та часових вимірювань даних	4		5
11	Тема 11. Теорія ризиків, геоекологічні ризики: застосування супутникових спостережень в задачах аналізу соціально-екологічних 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. Бурштинська Х.В., Станкевич С.А. Аерокосмічні знімальні системи: Підручник / Львів: Львівська політехніка. – 2013. – 316 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. 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.)
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 3

1. Зуев В.Е. Распространение видимых и инфракрасных волн в атмосфере. <https://www.twirpx.com/file/2632074/>
2. Посудін Ю.І. Методи вимірювання параметрів навколишнього середовища. - К.: Світ, 2003.- 288 с.
3. Борен К., Хафмен Д., Поглощение и рассеяние света малыми частицами, пер. с англ., М., 1986.
4. Посудін Ю.І. Фізика і біофізика навколишнього середовища. - К.: Світ, 2000.- 303 с.
5. Зуев В.Е. Распространение лазерного излучения в атмосфере. М.: Радио и связь, 1981. - 288с.
6. Шифрин К.С. Рассеяние света в мутной среде. – Л.: Гидрометеиздат, 1972. – 230 с.

Тема 4

1. Поліщук В.М. ФОТОМЕТРИЯ. Конспект лекцій Світлотехніка і джерела світла. – Харків: ХНАМГ, 2008. – 147 с.
2. Дёмин В.В., Половцев И.Г. Фотометрия и ее применения : учебное пособие. – Томск : Издательский Дом Томского государственного университета, 2017. – 344 с.
3. Гуревич М. М., Введение в фотометрию, Л., 1968;
4. Сапожников Р. А., Теоретическая фотометрия, Л., 1967.

Тема 5, Тема 6

1. Д Джадд, Г. Вышецки. Цвет в науке и технике. М. «МИР» 1978. – 590 с.
2. А.В.Луизов. Цвет и свет. Л. Энергоатомиздат. 1989. – 256 с.
3. Артюшин Л. Ф., Основы воспроизведения цвета в фотографии, кино и полиграфии, М., 1970
4. Уилан Б., Гармония цвета: Новое руководство по созданию цветовых комбинаций / Б. «Издательство АСТ», 2005
5. Вавилов Н., Свет и цвет в природе

Тема 7, Тема8, Тема 9

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

Тема 10 Якимчук. Розділіть, будь ласка літературу на Основну і Додаткову)

1. R. M. Haralick. Statistical and structural approaches to texture // Proceedings of the IEEE, 1979. Vol. 67, no. 5, p. 768–804.
2. Пахомов И. П., Соколов В. В., Суханов К. Ю., Федоровский А. Д., Якимчук В. Г., Структурный анализ аэрокосмических снимков для картографирования природных ландшафтов. // Матеріали конференції «ГІС-Форум_99», Київ, 1999, с. 140-144.
3. Rabiner L.R. A tutorial on hidden Markov models and selected applications in speech recognition.-Proc. IEEE, 1989, v. 77, № 2, p. 257-285.
1. Z. L. Stan. Markov random field in image analysis. Berlin: Springer-Verlag, 2009. — 362 p.
4. 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 Національної академії наук. - 2008. - № 2. - С. 129-134.
5. Норман Дрейпер. Прикладной регрессионный анализ = Applied Regression Analysis / Норман Дрейпер, Гарри Смит. – Изд. 3-е. – М. : Диалектика, 2007. –912 с. – ISBN 978-5-8459-0963-3.
6. Кендалл М. Многомерный статистический анализ и временные ряды. / Кендалл М., Стюарт А. – М. : Наука, 1976. – 736 с. – ISBN –.
7. Кендал М., Стюарт А. Многомерный статистический анализ и временные ряды. М., Наука, 1976 г. – 736 с.
8. Королюк В.С., Портенко И.И., Скороход А.В., Турбин А.Ф. Справочник по теории вероятности и математической статистике. –Київ: Наукова думка, 1978. – 584 с.

Тема 11 (Костюченко)

1. Elachi C., Zyl J. Introduction to the Physics and Techniques of Remote Sensing. Second Edition. John Wiley & Sons, Hoboken, New Jersey, 2006, 557 p., ISBN-13 978-0-471-47569-9
2. Liu J.G., Mason Ph.J. Essential image processing and GIS for remote sensing. John Wiley & Sons, Oxford, Imperial College London, UK, 2009, 462 p., ISBN: 978-0-470-51032-2
3. Gao J. Digital Analysis of Remotely Sensed Imagery. McGraw-Hill, New York, 2009, 689 p., ISBN: 978-0-07-160466-6
4. Richards J.A., Jia X. Remote Sensing Digital Image Analysis. An Introduction. Fourth Edition. Springer-Verlag Berlin - Heidelberg, 2006, 454 p., ISBN-10 3-540-25128-6

Додаткові:

Тема 1, Тема 2

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.

Тема 7, Тема 8, Тема 9

1. Севастьянова М.Н., Серебряков С.А. Цифровые аэрофотосъемочные системы / М.Н. Севастьянова, С.А. Серебряков / Методическое пособие по курсу "Техника и технология аэрокосмической съемки".– Москва: МИИГАиК, 2015.– 58 с.
2. Sandau R. Potential and shortcoming of small satellite for topographic mapping / R. Sandau // ISPRS Archives, 2006.– Vol.XXXVI.– No.1/W41.– P.43-50.
3. Radiometric Temperature Measurements Fundamentals / Z.M. Zhang, B.K. Tsai, G. Machin (Eds).– Amsterdam: Academic Press, 2010.– 356 p.
4. 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.
5. 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.
6. 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.

Тема 10

1. С. Г. Антошук, Н. А. Сербина. Система распознавания текстурных изображений при экологическом мониторинге // Искусственный интеллект, 2002. Т. 4, с. 406–413.
2. А. А. Афонский, В. П. Дьяконов. Цифровые анализаторы спектра, сигналов и логики. М.: СОЛОН-Пресс, 2009. — 248 с.
3. Е. Федер. Фракталы. Учебное издание. М.: Мир, 1991. — 259 с.
4. Викторov С.В Ландшафтный метод лесного дешифрирования аэроснимков. "Наука", Новосибирск, 1976. 320с.
5. Naralick R.M., Shanmugan K., Dinstein I. // IEEE Trans. 1973. V. SMC-3. №6. P. 610.
6. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов . М. 1978.
7. Янутш Д.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков. - М.: Недра,1991. 240 с.
8. Кононов В.И., Федоровский А.Д., Дубинский Г.П. Оптические системы построения изображений. "Техніка", Київ, 1981.134с.
9. Сергиенко А. Б. Цифровая обработка сигналов. — 2-е. — Спб: Питер, 2006. — С. 751.
10. Сухорученко А.Н. Методика локального структурно-спектрального анализа оптических изображений морской поверхности. Изв. Вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. Специальный выпуск, 2006, с. 131-140.
11. Бакут П.А., Колмогоров Г.С., Ворновицкий И.Э. Сегментация изображений: методы пороговой обработки // Зарубежная радиоэлектроника. 1987. № 10. С. 6-24.
12. Захаров А. И., Назаров Л. Е. Классификация типов лесов на основе анализа текстурных характеристик радиолокационных изображений // Исследование Земли из космоса, 1998, №2, С.102-108.
13. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. М. 1978, 848 с.
14. Янутш Д.А. Дешифрирование аэрокосмических снимков. - М.: Недра,1972. 240 с.

15. Попов М.А., Станкевич С.А., Сахацкий А.И., Козлова А.А. Использование полного набора нормализованных межканальных индексов многоспектральных космических изображений при классификации покрытий ландшафта // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского, - 2007. - Т.20 (59). - № 1. - С.175-182.
16. В. Г. Якимчук, Л. П. Ліщенко, К. Ю. Суханов, А. Ю. Порушкевич Застосування спектральних індексів спектрограм листя дерев для оцінки екологічних умов їхнього росту в м. Києві <http://ujrs.org.ua/ujrs/article/view/45/64>
17. Большев Л.Н., Смирнов Н.В. Таблицы математической статистики. - М.: Наука, 1983.- 416.
18. Лялько В.І., Шпортюк З.М., Сибірцева О.М., Дугін С.С., Воробйов А.І. Дослідження варіацій індексів червоного краю спектрів відбиття пшениці над газовим родовищем.// Космічна наука і технологія – 2010.Т. -6, № 6. С. 5- 10.
19. Marco A. Peña, Alexander Brenning, Ariel Sagredo Constructing satellite-derived hyperspectral indices sensitive to canopy structure variables of a Cordilleran Cypress (*Austrocedrus chilensis*) forest // ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing – 2012. -№ 74. –р. 1–10.
20. Exelis. ENVI Tutorial: Vegetation Analysis [Электронный документ]. - (http://www.exelisvis.com/portals/0/pdfs/envi/Vegetation_Analysis.pdf)
21. National Aeronautics and Space Administration (NASA). Landsat 7 Science Data Users Handbook [Электронный документ]. - (http://landsathandbook.gsfc.nasa.gov/pdfs/Landsat7_Handbook.pdf).

Питання до іспиту з дисципліни «Основи 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. 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.
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 космічного простору.
8. Основні напрями застосування методів ДЗЗ при вивченні Землі як космічного об'єкту
9. ДЗЗ при вивченні планет Сонячної системи
10. Теорія ризиків, геоекологічні ризики: застосування супутникових спостережень в задачах аналізу соціально-екологічних ризиків
11. Фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень. Розповсюдження електромагнітних хвиль в атмосфері. Хвилі на границях різних середовищ. Розсіювання випромінювання в атмосфері. Зворотне розсіювання.
12. Фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень. Розповсюдження оптичного випромінювання в атмосфері (закон Бугера – Ламберта, релеєвське розсіювання, теорія Мі).
13. Фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень. Основи побудови і сприйняття зображень: закони зорового сприйняття зображень (контрастність, адаптація, сприйняття сюжетного зображення).
14. Фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень. Основи фотометрії (випромінювання в оптичній області спектра, фотометричні величини та їхні співвідношення).
15. Фізичні основи дистанційних аерокосмічних досліджень. Основи колориметрії.
16. Просторові дані вимірювань. Просторово-частотний аналіз при дешифруванні аерокосмічних знімків.
17. Просторові дані вимірювань. Використання марковської моделі для дешифрування космічних знімків.
18. Спектральні дані вимірювань. Адаптивні спектральні індекси на прикладі пошуку покладів вуглеводнів з використанням матеріалів космічної зйомки й наземного фотометрування.
19. Спектральні дані вимірювань. Багатомірна лінійна регресійна модель за даними спектральних каналів космічних знімків для дослідження морських акваторій.
20. Дані вимірювань в часі. Багатомірна лінійна регресійна модель залежності в часі даних (на прикладі оцінки врожайності озимої пшениці).
21. Принципи побудови та характеристики технічних засобів дистанційних аерокосмічних досліджень.
22. Видові технічні засоби для аерокосмічних досліджень та бортові прилади для вимірювання фізичних параметрів різних природних середовищ: принципи побудови та характеристики.
23. Принципи побудови та характеристики технічних засобів дистанційних аерокосмічних досліджень.
24. Класифікація видових технічних засобів ДЗЗ. Принципи побудови та характеристики.

25. Принципи побудови та характеристики технічних засобів дистанційних аерокосмічних досліджень.
26. Оптико-електронні, радіолокаційні та лідарні системи.
27. Принципи побудови та характеристики технічних засобів дистанційних аерокосмічних досліджень.
28. Спектрометри і спектрорадіометри. Зображувальні відеоспектрометри.
29. Принципи побудови та характеристики технічних засобів дистанційних аерокосмічних досліджень.
30. Пасивні мікрохвильові системи. Радіолокаційні системи з реальною та синтезованою апертурою. Скатерометри. Рефлектометри.
31. Принципи побудови та характеристики технічних засобів дистанційних аерокосмічних досліджень.
32. Основні характеристики систем побудови зображень (функція розсіювання, гранична крива, оптична передавальна функція).
33. Принципи побудови та характеристики технічних засобів дистанційних аерокосмічних досліджень.
34. Комплексування бортових засобів та приладів ДЗЗ при проведенні аерокосмічних досліджень.
35. Принципи побудови та характеристики технічних засобів дистанційних аерокосмічних досліджень.
36. Особливості калібрування сенсорів ДЗЗ при наземних випробуваннях та у польоті на орбіті.