

**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

«20» серпня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

***Методи оброблення даних дистанційного зондування та дешифрування
матеріалів аерокосмічного знімання***

(Methods for processing remote sensing data and decryption of aerospace removal materials)
для здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії

галузь знань	10 Природничі науки
спеціальність	103 «Науки про Землю»
освітній рівень	доктор філософії
освітня програма	«Дистанційні аерокосмічні дослідження природного середовища»
вид дисципліни	Обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2024/2025
Семестр	4
Кількість кредитів ECTS	3
Мова викладання.	
навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладачі: Азімов Олександр Тельманович,
Дугін Станіслав Сергійович,
Лубський Микола Сергійович,
Томченко Ольга Володимирівна,
Хижняк Анна Василівна

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)

© Азімов О.Т., 2024 рік
Дугін С.С., 2024 рік
Лубський М.С., 2024 рік
Томченко О.В., 2024 рік
Хижняк А.В., 2024 рік

КИЇВ – 2024

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

Дугін Станіслав Сергійович, кандидат геологічних наук, завідувач лабораторії технічних засобів дистанційного зондування Землі при відділі геоінформаційних технологій в дистанційному зондуванні Землі ЦАКДЗ ІГН НАН України;

Лубський Микола Сергійович, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник лабораторії методів обробки даних дистанційного зондування при відділі геопросторового моделювання в аерокосмічних дослідженнях ЦАКДЗ ІГН НАН України;

Томченко Ольга Володимирівна, кандидат технічних наук, науковий співробітник відділу геопросторового моделювання в аерокосмічних дослідженнях ЦАКДЗ ІГН НАН України;

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

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 «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 методологічними основами та практичними навичками використання методів та засобів оброблення та дешифрування даних дистанційного зондування Землі із застосуванням програмного забезпечення.

2. Вимоги до вибору навчальної дисципліни:

- диплом магістра однієї зі спеціальностей галузі наук про Землю або телекомунікацій;
- наявність базових знань принципів отримання аерокосмічної інформації,
- наявність базових навичок обробки аерокосмічних зображень земної поверхні;
- наявність базових знань загальної, регіональної геології, вивчення геологічної будови земної кори аерокосмічними методами;
- наявність базових навичок ландшафтного аналізу земної поверхні геологічно закритих територій за даними ДЗЗ.

3. Анотація навчальної дисципліни

Предметом дисципліни є методи обробки та дешифрування аерокосмічної інформації, отриманої у різних діапазонах електромагнітного випромінювання, методів верифікації даних дистанційного зондування. Аспіранти опановують методи попередньої обробки багатоспектральних даних, методи підвищення контрасту, методи обчислення та обробки індексних зображень, методи класифікації та пост класифікації, методи і принципи інтерактивного дешифрування матеріалів аерокосмічного знімання. Курс включає формування навичок обробки даних у видимому, коротко та довгохвильовому інфрачервоному діапазонах. Особливу увагу буде приділено використанню програмних продуктів з обробки даних дистанційного зондування Землі, створення наземних полігонів та методів інтерпретації даних.

4. Цілі навчання:

Після завершення курсу аспіранти зможуть:

- оволодіти методами дешифрування матеріалів аерокосмічного знімання,
- поглибити навички обробки даних ДЗЗ з використанням сучасних програмних продуктів на основі нових підходів,
- створювати візуалізацію отриманих результатів.

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	Методи попередньої обробки багатоспектральних даних: яскравісні перетворення. Методи підвищення контрасту. Методи обчислення та обробки індексних зображень.	Лекція	Усне опитування	до 5%
1.2	Методи попередньої обробки багатоспектральних даних: корекція (геометрична, радіометрична, атмосферна). Теплова зйомка	Лекція	Усне опитування	до 5%
1.3	Класифікація: 1. неконтрольована; 2. методи класифікації з навчанням; Методи автоматизованої сегментації даних ДЗЗ	Лекція	Усне опитування	до 10%
1.4	Посткласифікація. Методи виявлення та аналізу змін на зображеннях. Аналіз трендів. Оцінка точності	Лекція, практичне заняття	Виконання практичної роботи	до 10%

1.5	Методи геологічного дешифрування даних дистанційних аерокосмічних знімачь. Дешифрувальні ознаки геологічних об'єктів і процесів, що досліджуються дистанційними аерокосмічними методами	Лекція, практичне заняття	Виконання практичної роботи	до 10%
2.1	Виконувати обробку багато спектральних даних, розуміти принципи яскравісного перетворення.	Практична робота, самостійна робота	Виконання практичної роботи	до 10%
2.2	Вміти проводити класифікування даних дистанційного знімання неконтрольованим способом та способом класифікування з навчанням	Практична робота, самостійна робота	Виконання практичної роботи	до 10%
2.3	Уміти проводити посткласифікаційний аналіз	Практична робота, самостійна робота	Виконання практичної роботи	до 10%
2.4	Уміти проводити геологічне дешифрування даних дистанційних аерокосмічних знімачь визначеної ділянки	Практична робота, самостійна робота	Виконання практичної роботи	до 10%
2.5	Уміти проводити виміри приладами на певній ділянці, створити базу даних.	Практична робота, самостійна робота	Виконання практичної роботи	до 10%
3.1	Обґрунтовувати можливості застосування обробки аерокосмічних зображень для вирішення конкретних задач	Лекція, практична робота, самостійна робота	Виконання практичної роботи	до 5%
4.1	Використовувати отримані знання при обробці аерокосмічних даних та оцінювати точність та ефективність методики	Практична робота	Виконання практичної роботи	до 5%

Структура курсу: лекційні і практичні 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	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	3.1	4.1
Програмні результати навчання												
РН01. Знання. 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. Уміння. 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. Уміння. 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.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
РН04. Уміння. 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. Уміння. Планувати і виконувати експериментальні та/або теоретичні дослідження з наук про Землю та дотичних міждисциплінарних напрямів 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.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		
РН06. Уміння. Глибоко розуміти загальні принципи та методи наук про Землю, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях та у викладацькій практиці.	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+		

РН07. Комунікація. 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.						+	+	+	+	+	+	+
РН08. Комунікація. 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.						+	+	+	+	+	+	+
РН09. Відповідальність. 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.						+	+	+	+	+	+	+
РН10. Відповідальність. 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) Контрольна робота «Провести поетапну обробку космічного знімку середньої розрізненості та зробити геологічне дешифрування» – 10 балів (рубіжна оцінка – 6 балів).

2) Оцінка за роботу на лекційних та практичних заняттях – 50 балів (рубіжна оцінка – 30 балів)

2. Підсумкове оцінювання у формі іспиту: максимальна оцінка 40 балів (рубіжна оцінка – 24 бали). Під час іспиту аспірант виконує реалізацію проєкту з використанням знань та вмінь з методів обробки багатоспектральних даних, матеріалів теплової зйомки тощо. **Підсумкове оцінювання у формі іспиту не є обов'язковим, при відмові від участі у даній формі оцінювання аспірант не отримає відповідні бали до підсумкової оцінки.**

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 семестру та балів отриманих в результаті підсумкового оцінювання у формі іспиту.

	Семестрова кількість балів за семестр	ПКР (підсумкова контрольна робота) чи/або залік	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: 5 лекцій та виконання 5 практичних робіт (де аспіранти мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі використовуючи окреслені викладачем методи та засоби) та проведення 1 модульної контрольної роботи. 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. Методи попередньої обробки багатоспектральних даних: яскравісні перетворення. Методи підвищення контрасту. Методи обчислення та обробки індексних зображень.	6		2
3	Тема 2. Класифікація: 1. неконтрольована; 2. методи класифікації з навчанням; Методи автоматизованої сегментації даних ДЗЗ	6		4
4	Тема 3. Посткласифікація. Методи виявлення та аналізу змін на зображеннях. Аналіз трендів. Оцінка точності	6		2
5	Тема 4. Методи геологічного дешифрування даних дистанційних аерокосмічних знімків. Дешифрувальні ознаки геологічних об'єктів і процесів, що досліджуються дистанційними аерокосмічними методами	6		2

5	Тема 5. Прилади та методи польових досліджень для верифікації даних дистанційного зондування Землі	6		2
	Практична робота 1. Виконати обробку багатоспектральних даних, розуміти принципи яскравісного перетворення.		4	6
	Практична робота 2. Вміти проводити класифікування даних дистанційного знімання неконтрольованим способом та способом класифікування з навчанням		4	6
	Практична робота 3. Уміти проводити посткласифікаційний аналіз		4	4
	Практична робота 4. Провести геологічне дешифрування даних дистанційних аерокосмічних зніманих визначеної ділянки		4	6
	Практична робота 5. Провести виміри приладами на певній ділянці, створити базу даних.		2	4
	<i>Модульна робота</i>		2	
	Іспит		2	
	Всього за семестр	30	22	38

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 90 год., в тому числі:

Лекцій – **30 год.**

Практичні заняття – **18 год.**

Самостійна робота - **38 год.**

Модульна робота – **2 год.**

Іспит – **2 год.**

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:

Основні:

1. [Learn ArcGIS](https://learn.arcgis.com/ru/projects/get-started-with-arcmap/) [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://learn.arcgis.com/ru/projects/get-started-with-arcmap/> – Назва з екрана.
2. Yuan J., Wang D., Li R. Remote Sensing Image Segmentation by Combining Spectral and Texture Features // IEEE transactions on geoscience and remote sensing. 2014. Vol. 52. No. 1. URL: http://web.ornl.gov/~jiy/papers/YWL_TGRS12.pdf.
3. Дистанційне зондування Землі: аналіз космічних знімків у геоінформаційних системах : навч.-метод. посіб. / С. О. Довгий, С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма та ін. – Київ : Національний центр «Мала академія наук України», 2020. – 268 с.
4. Основи дистанційного зондування Землі: історія та практичне застосування : навч. посіб. / С. О. Довгий, В. І. Лялько, С. М. Бабійчук, Т. Л. Кучма, О. В. Томченко, Л. Я. Юрків. — К. : Інститут обдарованої дитини НАПН України, 2019. — 316 с. ISBN 978-617-7734-01-6
5. Обработка данных дистанционного зондирования земли: практические аспекты <http://www.geokniga.org/bookfiles/geokniga-obrabotka-dannyh-distancionnogo-zondirovaniya-zemli-prakticheskie-aspekty.pdf>
6. Обработка данных ДЗЗ - Этапы обработки данных http://mapexpert.com.ua/index_ru.php?id=26&table=Menu#menu4
7. Аэрокосмические методы географических исследований <https://studfiles.net/preview/1840532/page:4/>
8. 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.
9. Спутниковые методы поиска полезных ископаемых / Под ред. акад. НАН Украины В.И. Лялько и докт. техн. наук М.А. Попова. – Киев: Карбон-Лтд, 2012. – 436 с.
10. Азімов О.Т. Аналітичний огляд аерокосмічних методів вивчення геологічних структур і процесів. Ст. 3. Характеристика напрямів тематичного дешифрування матеріалів дистанційних зйомок // Зб. наук. пр. УкрДГПІ. – К., 2007. – № 3. – С. 124–136.
11. Кронберг П. Дистанционное изучение Земли: Основы и методы дистанционных исследований в геологии: Пер. с нем. – М.: Мир, 1988. – 343 с.
12. Philip H. Swain, Shirley M. Davis Remote sensing: The quantitative approach. McGraw-Hill International Book Company, 1978 – P. 396
13. Advanced Remote Sensing. Terrestrial Information. Extraction and Application. Ed. Shunlin Ling, Jindi Wang. Elsevir. 2020
14. A Survey on Geometric Correction of Satellite Imagery <https://pdfs.semanticscholar.org/17f1/83d503893dd5f657bcbdd57838003a3fc94b.pdf>
15. Continuity of Reflectance Data between Landsat-7 ETM+ and Landsat-8 OLI, for Both Top-of-Atmosphere and Surface Reflectance: A Study in the Australian Landscape <https://www.mdpi.com/2072-4292/6/9/7952/htm>
16. Atmospheric Correction <https://www.sciencedirect.com/topics/earth-and-planetary-sciences/atmospheric-correction>
17. Atmospheric corrections and parameter retrieval <http://earth.esa.int/landtraining07/D1LB2-Moreno.pdf>
18. Jensen, J. R. (2013b). Remote Sensing of the Environment: Pearson New International Edition: An Earth Resource Perspective (2nd ed.). Pearson.
19. Lavender, S., & Lavender, A. (2015). Practical Handbook of Remote Sensing (1st ed.). CRC Press.
20. Pohl, C., van Genderen, J. L., & van Genderen, J. L. (2017). Remote Sensing Image Fusion. Taylor & Francis.

21. Campbell, J. B., Wynne, R. H., & Thomas, V. A. (2022). Introduction to Remote Sensing, Sixth Edition (Sixth ed.). The Guilford Press.
22. Canty, M. J. (2014). Image Analysis, Classification and Change Detection in Remote Sensing. Amsterdam University Press.
23. Gao, J. (2009). Digital Analysis of Remotely Sensed Imagery. McGraw-Hill Education.
24. Elachi, C., van Zyl, J. J., & van Zyl, J. J. (2006). Introduction To The Physics and Techniques of Remote Sensing. Wiley.
25. Richards, J. A., & Jia, X. (2006). Remote Sensing Digital Image Analysis. Springer Publishing.
26. Soergel, U. (2010). Radar Remote Sensing of Urban Areas. Springer Publishing.

Додаткові:

1. Основи створення електронних карт на базі програмного забезпечення Arcgis 10. 1 / Бревус С. М. та ін. Київ : ТОВ «СІТІПРІНТ», 2013. 142 с.
2. Онлайн-довідник зі спектральних індексів idb: вся інформація зі спектральних індексів в одному місці. 2019. URL: www.50northspatial.org/ua/idb-remote-sensing-indices-database/.
3. Николаенко Б.А., Веремьев П.С., Кубышкина Л.К. и др. Временные методические рекомендации по применению материалов космической съемки при геологическом изучении платформенной части УССР. – Киев: ЦТЭ, 1983. – 77 с.
4. Готынян В.С., Кострюков М.И., Лаврусь В.П. и др. Временные методические рекомендации по аэрокосмогеологическим исследованиям и использование их при нефтегазопроисловых работах. – М.: ИГиРГИ, 1987. – 158 с.
5. Кац Я. Г., Тевелев А. В., Полетаев А. И. Основы космической геологии. – М.: Недра, 1988. – 237 с.
6. Кац Я.Г., Полетаев А.И., Румянцева Э.Ф. Основы линеаментной тектоники. – М.: Недра, 1986. – 140 с.
7. Словник з дистанційного зондування Землі / За ред. В.І. Лялька та М.О. Попова. – К.: СМП «Аверс», 2004. – 170 с.

Питання з дисципліни «Методи обробки та дешифрування даних дистанційного зондування Землі»

Методи попередньої обробки багатоспектральних даних: яскравісні перетворення. Методи підвищення контрасту. Методи обчислення та обробки індексних зображень.

1. Операції із зображеннями: точкові операції. Розподіл щільності фототону.
2. Операції із зображеннями: алгебраїчні операції. Спектральні індекси.
3. Просторово - частотні методи обробки зображень: фільтрація зображень. Фільтрація Фур'є. Низькочастотна фільтрація. Високочастотна фільтрація (градієнтний фільтр, фільтр Лапласа, локальне збільшення контрасту).
4. Яка головна мета попередньої обробки даних дистанційного зондування?
5. Етапи попередньої обробки. Їх коротка характеристика.
6. Геометрична корекція і трансформувannya, та основні фактори геометричних спотворень зображення.
7. Дані, необхідні для виконання геометричної корекції.
8. Яким чином виконується радіометричне калібрування знімків, та його основна суть.
9. Чому радіометрична обробка зображень не виконуються на борту супутника?
10. Які фізичні величини отримують після виконання радіометричного калібрування зображень?
11. Атмосферна корекція: суть та фактори впливу атмосфери на зображення.
12. Чим ускладнюється створення універсальної атмосферної моделі для атмосферної корекції.
13. Опис підходів до атмосферної корекції зображень
14. Переваги та недоліки кожного із підходів до атмосферної корекції зображень.

Класифікація: 1. неконтрольована; 2. методи класифікації з навчанням; Методи автоматизованої сегментації даних ДЗЗ

15. У чому полягає завдання класифікації об'єктів?
16. Основні підходи до класифікації та їх відмінність між собою?
17. Основні методи піксельно-орієнтованого підходу до класифікації та коротка характеристика їх переваг та недоліків.
18. У чому відмінність між методами контрольованою і неконтрольованою класифікації?
19. Які основні вимоги пред'являються до навчальних вибірок?
20. Особливості застосування керованої класифікації космічних знімків за допомогою алгоритму мінімальних відстаней.
21. Особливості застосування керованої класифікації космічних знімків за допомогою алгоритму максимальної правдоподібності.
22. Особливості застосування керованої класифікації космічних знімків за допомогою алгоритму Махаланобіса.
23. Суть методу класифікації оснований на штучних нейронних мережах. Їх переваги та недоліки?
24. Етапи технологічного процесу об'єктно-орієнтованої класифікації?

Посткласифікація. Методи виявлення та аналізу змін на зображеннях. Аналіз трендів. Оцінка точності

25. Операції післякласифікаційної обробки: злиття класів, поділ класів, усунення дрібних помилкових об'єктів, згладжування меж об'єктів і т.п.
26. Resampling – зміна розміру зображення. Приклади підвищення розрізнення зображення. Приклади пониження розрізнення зображення.
27. Фільтрація на основі статистичних фільтрів.
28. Морфологічні перетворення. Морфологія в ENVI.

29. Автоматизований пошук змін на різночасових космічних знімках: метод порівняння карт класифікації, метод діаграми розсіювання, метод математичних операцій.
30. Аналіз трендів: часові ряди, аналіз трендів часових рядів.
31. Оцінювання точності класифікації космічних знімків. Метод матриці помилок. Еталонні дані для оцінювання точності класифікації космічних знімків.

Методи геологічного дешифрування даних дистанційних аерокосмічних знімків. Дешифрувальні ознаки геологічних об'єктів і процесів, що досліджуються дистанційними аерокосмічними методами

32. Поняття про геоіндикатори геологічних об'єктів і процесів, що досліджуються дистанційними аерокосмічними методами.
33. Загальна класифікація дешифрувальних ознак (геоіндикаторів) геологічних об'єктів і процесів.
34. Характеристика і групи прямих дешифрувальних ознак геологічних об'єктів і процесів.
35. Характеристика і групи непрямих дешифрувальних ознак геологічних об'єктів і процесів.
36. Форми просторових класів об'єктів геологічної природи, що виділяються за даними дешифрування матеріалів дистанційних аерокосмічних знімків.
37. Загальна характеристика головних напрямів геологічного дешифрування даних дистанційних аерокосмічних знімків.
38. Загальна характеристика і класифікація методів візуального геологічного дешифрування даних дистанційних аерокосмічних знімків.
39. Контрастно-аналоговий метод геологічного дешифрування даних дистанційних аерокосмічних зондувань.
40. Операційний підхід до геологічного дешифрування даних дистанційних аерокосмічних знімків.
41. Інтерпретаційний підхід до геологічного дешифрування даних дистанційних аерокосмічних знімків. Структурне дешифрування.
42. Ландшафтно-індикаційний метод геологічного дешифрування даних дистанційних аерокосмічних зондувань.
43. Структурно-геоморфологічне дешифрування даних дистанційних аерокосмічних знімків.
44. Морфоіндикатори геологічних об'єктів і процесів. Зони спектра електромагнітних хвиль, в яких на даних дистанційних аерокосмічних зондувань найкраще відображаються особливості форми рельєфу поверхні Землі.
45. Літоіндикатори геологічних об'єктів і процесів. Спектральні діапазони електромагнітних хвиль, в яких на даних дистанційних аерокосмічних знімків найкраще виявляються особливості поверхневих відкладів і ґрунтів.
46. Геоботанічні індикатори геологічних об'єктів і процесів. Зони спектра електромагнітних хвиль, в яких найкраще на матеріалах дистанційних аерокосмічних знімків виділяються геоботанічні індикатори.
47. Атмосферні індикатори та їх якісна інформативність у відображенні геологічних об'єктів і процесів. Спектральні діапазони електромагнітних хвиль, в яких на даних дистанційних зондувань найкраще дешифруються атмосферні індикатори.
48. Комплексне дешифрування матеріалів дистанційних аерокосмічних знімків під час дослідження геологічних об'єктів і процесів.
49. Загальна характеристика прямого автоматизованого геологічного дешифрування даних дистанційних аерокосмічних знімків.
50. Дешифрування лінементів геологічної природи за даними дистанційних аерокосмічних зондувань.

51. Дешифрування кільцевих структур геологічної природи за матеріалами дистанційних аерокосмічних знімків.
52. Комп'ютеризовані методи геолого-тематичного дешифрування даних дистанційних аерокосмічних зйомок.
53. Аналіз і статистичне оброблення просторових об'єктів, віддешифрованих за даними дистанційних аерокосмічних знімків. Лінеаментний аналіз.
54. Особливості автоматизованого дешифрування матеріалів дистанційних аерокосмічних зондувань під час виконання геолого-тематичних досліджень.

Приклади та методи польових досліджень для верифікації даних дистанційного зондування Землі

1. Вимоги до полігону ДЗЗ. Основні категорії: структура, випромінювальні-відбивні характеристики, географічне розташування і розміри, методичне і технічне забезпечення, сертифікація.
2. Вибір місця полігону ДЗЗ. Основні критерії вибору, фактори, що впливають на вибір місця полігону. Ландшафтно-кліматичні та геоморфологічні особливості.
3. Етапи вивчення геологічної будови.
Перший етап – регіональна геологічна зйомка.. Масштаби зйомок – від 1:500 000 до 1:25 000.
Другий етап – пошуки родовищ корисних копалин. Виявлення об'єктів, які потребують постановки розвідувальних робіт. Масштаби зйомок – 1:50 000-1:10 000.
Третій етап – розвідка родовищ корисних копалин. Виявлення промислових об'єктів корисних копалин і отримання даних, необхідних і достатніх для проектування та проведення експлуатаційних робіт.
4. Етапи використання матеріалів ДЗЗ при геологічних дослідженнях.
1) використання результатів дешифрування матеріалів дистанційних зйомок як методу отримання додаткової, головним чином структурної інформації, при виконанні оглядових, регіональних і детальних геологічних досліджень різних видів звичайними наземними методами; 2) застосування спектрометричних вимірювань як самостійного способу розпізнавання та оконтурювання геологічних об'єктів.
5. Апаратура для наземних досліджень