

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

«15» бересне 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

МЕТОДИКА СУПУТНИКОВОГО МОНІТОРИНГУ ГЕОЕКОЛОГІЧНОГО СТАНУ ТЕРИТОРІЙ ВИДОБУВАННЯ КОРИСНИХ КОПАЛИН ВІДКРИТИМ СПОСОБОМ (*Satellite monitoring of the geo-environmental condition within open-pit mining sites*) 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	Вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2024/2025
Семестр	6
Кількість кредитів ECTS	1
Мова викладання.	
навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: Філіпович Володимир Євгенович, кандидат геологічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу аерокосмічних досліджень в геології та геоекології ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України»

Пролонговано: на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» ____ 20__ р.
(підпис власне ім'я, прізвище дата)
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» ____ 20__ р.
(підпис власне ім'я, прізвище дата)
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» ____ 20__ р.
(підпис власне ім'я, прізвище дата)

© Філіпович В.Є., 2024 рік

КИЇВ – 2024

Розробник: Філіпович Володимир Євгенович, кандидат геологічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник відділу аерокосмічних досліджень в геології та геоекології ДУ «Науковий центр аерокосмічних досліджень Землі Інституту геологічних наук НАН України».

Затверджено
Гарант освітньої програми
к.геол.н., с.н.с.



(підпис)

Ольга СЕДУХІНА
(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. дослідник



Анна ХИЖНЯК

1. *Мета дисципліни.* Дати аспірантам розуміння гірничопромислових територій, особливості їх організації, екологічних проблем, пов'язаних з видобуванням корисних копалин, про методи дешифрування гірничих об'єктів на супутникових знімках та підходів до вибору даних дистанційного зондування Землі (ДЗЗ) в залежності від мети та об'єкта дослідження.

2. *Вимоги до вибору навчальної дисципліни*

Диплом магістра зі спеціальності геологія (різного спрямування), фізична географія, геоморфологія, кліматологія та інших природничих наук. Магістри повинні мати теоретичні знання за такими предметами – загальна та регіональна геологія, геологія корисних копалин, гірнича справа, інженерна геологія, літологія, тектоніка, геоморфологія, ландшафтознавство, аерокосмічний моніторинг. Володіти навичками самостійної роботи в галузі наук про Землю.

3. *Анотація навчальної дисципліни.*

В дисципліні розглядаються особливості впливу видобування корисних копалин відкритим способом на геологічне середовище та екосистеми. Для визначення цього впливу за допомогою даних ДЗЗ, а також власне ідентифікації гірничопромислових (майнінгових і постмайнінгових) геосистем, наводяться методи і підходи до обробки супутникової інформації. Виділяються групи методів, в основу яких покладені такі фізичні характеристики об'єктів земної поверхні, як спектрометричні, термометричні та гіпсометричні. При виборі методів дешифрування і оцінки геоекологічного стану значна увага приділяється технологічному процесу видобування та збагачення корисних копалин та геологічній будові досліджуваної території.

Навчальна дисципліна забезпечує знаннями про зміни, та трансформації, що відбуваються у геологічному середовищі внаслідок видобування корисних копалин за допомогою аналізу ряду супутникових даних. Показує можливості представлення та оцінки отриманої інформації у вигляді ГІС-проектів.

Додатково звертається увага на загальні правові аспекти ведення гірничої діяльності та виявлення порушень чинного законодавства з допомогою дистанційних методів.

В результаті практичних занять, аспірантами передбачається ознайомлення з різноманітними методами і підходами при вирішенні задач геоекологічного моніторингу гірничопромислових територій за даними ДЗЗ: тематичне дешифрування, класифікація та розрахунок спектральних індексів, морфодинамічний аналіз рельєфу та моделювання латеральних речовинних потоків, аналіз мікрокліматичних показників території дослідження.

4. *Цілі навчання*

Ознайомити здобувачів з поняттям гірничопромислових геосистем та їх структурою. Навчити встановлювати зв'язки між станом навколишнього природного середовища та господарською діяльністю; визначати відповідність ведення гірничої діяльності чинному законодавству; надавати оцінку якості проведення рекультивації на кожному етапі.

Робота на наповнення ГІС для отримання оціночних карт та схем.

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	Знати теоретико-методичні основи дистанційних геоекологічних досліджень гірничопромислових територій	Лекція, самостійна робота	Усне опитування	до 10%
1.2	Поняття рекультивації, її основні етапи та нормативно-правові акти, що регулюють порядок здійснення видобування та рекультивації	Лекція,	Усне опитування	до 10%
1.3	Методи дешифрування об'єктів гірничого відводу за спектрометричними, термометричними та гіпсометричними характеристиками	Лекція, практичне заняття, самостійна робота	Практична робота	до 15%
1.4	Особливості розвитку екзогенних геологічних процесів (водна ерозія, дефляція), геохімічні аномалії, принципи моделювання латеральних потоків літомас в природно-антропогенних ландшафтах	Лекція, практичне заняття, самостійна робота	Усне опитування	до 10%
1.5	Особливості ведення наземних польових досліджень з метою верифікації розроблених методик та валідації результатів досліджень	Лекція.	Усне опитування	до 10%
1.6	Підходи до оцінки впливу видобування корисних копалин на навколишнє середовище	Лекція	Усне опитування	до 10%
2.1	Аналізувати стан розробки родовищ, геоекологічний стан гірничопромислових територій, встановлювати взаємозв'язок між видобуванням та станом навколишнього середовища	Лекція, практичне заняття	Письмова робота	до 10%

2.2	Працювати з додатковими (крім ДЗЗ) джерелами інформації	<i>Практичне заняття, самостійна робота</i>	Практична робота	до 10%
3.1	Розробка та обґрунтування критеріїв оцінки геоекологічного стану гірничопромислових територій	<i>Практичне заняття,</i>	Письмова робота	до 10%
4.1	Застосовувати отримані знання при проведенні власних геологічних та геоекологічних досліджень на конкретні тематики	<i>Лекція, практичне заняття, самостійна робота</i>	Не оцінюється	до 5 %

Структура курсу: лекційні, практичні, контрольні заняття та самостійна робота аспірантів.

6. Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання:

Результати навчання дисципліни Програмні результати навчання	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.1	2.2	3.1	4.1
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							+	+	+	+

8. СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні, семінари	самостійна робота
1	Вступ. Цілі та завдання навчальної дисципліни, основні поняття Тема 1. Поняття гірничопромислових територій (відкритого видобування). Гірничий відвід. Деякі законодавчі аспекти регулювання видобування та збагачення корисних копалин. Рекультивація порушених земель. Етапи рекультивації та проблеми недосконалості українського законодавства.	1		1
3	Тема 2. Теоретико-методичні основи дистанційних геоекологічних досліджень на територіях видобування корисних копалин відкритим способом.	1		1
4	Тема 3. Дешифрування об'єктів гірничого відводу на основі спектральних та текстурних характеристик природно-антропогенних ландшафтів. Застосування спектральних індексів.	1		1
5	Тема 4. Дешифрування об'єктів гірничого відводу на основі термометричних та гіпсометричних характеристик природно-антропогенних ландшафтів.	1		1
6	Тема 5. Розвиток екзогенних геологічних процесів (водна та вітрова ерозія), геохімічні аномалії, забруднення повітря, ґрунтів, водних ресурсів та рослинності на територіях видобування корисних копалин.	1		1
8	Тема 6. Підходи до оцінки впливу видобування корисних копалин на навколишнє середовище, розробка критеріїв. Наземні польові дослідження. Валідація попередніх результатів дослідження.	1		1
9	Практичне заняття. Дешифрування гірничопромислових територій за спектральними характеристиками. Аналіз результатів теплової зйомки.		2	1

10	Практичне заняття. Робота з публічною кадастровою картою, інтерактивною картою спецдозволів на розробку корисних копалин		2	1
11	Контрольна робота. Дешифрування об'єктів гірничого відводу на основі спектральних та текстурних характеристик природно-антропогенних ландшафтів.		2	
12	Практичне заняття. Особливості роботи з цифровими моделями рельєфу гірничопромислових територій		2	1
13	Практичне заняття. Визначення критеріїв техногенного навантаження на екосистеми. Експрес-оцінка геоекологічного впливу видобування за комплексом показників.		2	1
14	Контрольна робота. Підходи до оцінки впливу видобування корисних копалин на навколишнє середовище, розробка критеріїв.		2	
	Залік з дисципліни - 2 год.		2	
	ВСЬОГО	6	14	10

Загальний обсяг 30 год., в тому числі:

Лекцій - 6 год.

Практичні заняття - 12 год.

Самостійна робота 10 год.

Залік -2 год.

РЕКОМЕНДОВАНИ ДЖЕРЕЛА:

1. Corine Davids and Line Rouyet Remote sensing for the mining industry: Review report. Northern Research Institute. 2018. 36 p.
2. Guangxing Wang, Qihao Weng Remote Sensing of Natural Resources. CRC Press, 2020. 580 p.
3. Latifovic R. Mining and the environment: satellite remote sensing in assessing the environmental impact of large-scale surface mining operations. VDM Verlag, 2009. 274 p.
4. Qihao Weng, Dengsheng Lub, Jacquelyn Schubringa Estimation of land surface temperature–vegetation abundance relationship for urban heat island studies *Remote Sensing of Environment* 89 (2004) P. 467–483. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2003.11.005>, (Last accessed: 02.12.2019)
5. Remote sensing and urban analysis. Edited by Jean-Paul Donnay //GISDATA 9 SERIES, 2004
6. Sebnem Duzgun H., Nuray Demirel Remote Sensing of the Mine Environment. CRC Press. 2017. 2020 p.
7. Shevchuk R. Satellite monitoring for detection of reclamation violation over titanium ore mining territories. *Znanstvena misel*. 2018. №21. P. 18-23.
8. Shevchuk R. Technique for Satellite Monitoring of Illegal Amber Mining Territories Based on Integrated Landsat and Sentinel Data Processing. *Journal of the Georgian Geophysical Society* 2018. V.21 (1) P. 26-32.
9. Valor E. Caselles V. Mapping land surface emissivity from NDVI: Application to European, African, and South American areas. *Remote Sensing of Environment*. Vol.57., No.3. 1996. P.167-184.
10. Wang, L.; Yang, L.; Wang, W.; Chen, B.; Sun, X. Monitoring Mining Activities Using Sentinel-1A InSAR Coherence in Open-Pit Coal Mines. *Remote Sens*. 2021. Vol. 13. P. 4485. <https://doi.org/10.3390/rs13214485>
11. Брагин П.Н. Морфодинамический анализ как метод для целей градостроительного планирования. [Электронный ресурс] URL: <http://articles.excelion.ru/science/geografy/45460863.htm>
12. Географические информационные системы и дистанционное зондирование. Дистанционное геотермическое картографирование. URL: <http://gis-lab.info/qa/thermal.html> (дата звернення: 02.12.2019)
13. Гродзинський М.Д. Основи ландшафтної екології: Підручник. К.: Либідь, 1993. 224 с.
14. Гуцуляк В. М. Ландшафтна екологія: Геохімічний аспект: навч. посіб. Чернівці: Рута, 2002. 272 с.
15. Кириченко М.Т., Кузьменко О.Х. Основи гірничого виробництва: Навч. посібник. Житомир, ЖДТУ, 2003. 344 с
16. Ласточкин А. Н. Морфодинамическая концепция общей геоморфологии. / Л.: Недра, 1991. – 340 с.
17. Ласточкин А. Н. Морфодинамический анализ. М.: Недра, 1987 – 256 с.
18. Степанов И. Н. Теория пластики рельефа и новые тематические карты. / И. Н. «Наука», 2006. – 230 с.
19. Учет влияния рельефа местности при расчете загрязнения атмосферы. Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Ленинград, Гидрометеиздат 1997. С.19-22. URL: <https://studfiles.net/preview/3109387/> (дата звернення: 02.12.2019)
20. Федоровский А. Д., Лищенко Л.П. Ландшафтно-системный подход при оценке геоэкологической ситуации в регионе. Доповіді Національної академії наук України. – 2003 – № 11. – С. 126–131.
21. Філіпович В. Є. Шевчук Р. М. Методика і технологія оцінки шкоди, нанесеної Українській державі внаслідок нелегального видобутку бурштину. *Український журнал*

дистанційного зондування Землі. 2016. № 11. С. 15-21.

22. Шевчук Р. М. Методика супутникового моніторингу геоecологічного стану територій відкритого видобування корисних копалин (на прикладі Житомирського Полісся): дис.. канд. геол. наук: 05. 07. 12. / ЦАКДЗ ІГН НАН України. Київ, 2020. 206 с.

23. Шевчук Р. М., Філіпович В. Є. Контроль якості рекультивації порушених видобуванням ільменіту земель за даними супутникової зйомки. Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування: зб. матеріалів VI Міжнар. наук.-практ. конф. Трускавець, 2019. Т. 2. С. 147-152.

24. Шевчук Р. М., Філіпович В. Є. Якість рекультивації об'єктів гірничого відводу Верхньо-Іршинського родовища титан-цирконієвих руд як приклад необхідності удосконалення чинного природоохоронного законодавства. *Сучасні проблеми гірничої геології та геоecології*: матеріали міжнародної наукової конференції. Київ, 2020. С. 141-144.

25. Шевчук Р. М., Філіпович В. Є., Мичак А. Г., Лубський М. С. Особливості супутникового моніторингу територій видобутку кристалічних порід в Житомирській області за даними багатоспектральної та радарної космічної зйомки. *Український журнал дистанційного зондування Землі*. 2019. № 22. С. 12-21

Питання до іспиту

1. Видобування корисних копалин відкритим способом, основні поняття, складові, межі застосування, приклади
 2. Екологічні проблеми, пов'язані з видобуванням корисних копалин відкритим способом
 3. Основи моніторингу геологічного середовища гірничо-промислових територій. Мета і завдання досліджень.
 4. Використання матеріалів дистанційних зйомок при дослідженнях гірничо-промислових територій. Мета і головні завдання.
 5. Особливості дешифрування гірничопромислових територій в залежності від способу відкритої розробки.
 6. Дешифрування об'єктів гірничого відводу за термометричними та гіпсометричними характеристиками.
 7. Види космічних зйомок, що застосовуються при дослідженні наслідків видобування корисних копалин. Головні постачальники космічних даних.
 8. Основні фізичні характеристики об'єктів земної поверхні що застосовуються для ідентифікації гірничопромислових (майнінгових і постмайнінгових) геосистем на дистанційних матеріалах.
 9. Поняття рекультивації, її основні етапи та нормативно-правові акти, що регулюють порядок здійснення видобування та рекультивації порушених земель
 10. Оцінка стану геологічного середовища. Прогноз розвитку небезпечних екзогенних процесів і явищ внаслідок розробки родовищ корисних копалин відкритим способом.
 11. Перспективи застосування радарних космічних знімків для геоекологічного моніторингу гірничопромислових територій.
 12. Особливості розвитку геологічних процесів в межах гірничопромислових територій.
 13. Морфодинамічний аналіз рельєфу та моделювання латеральних речовинних потоків.
 14. Правові аспекти ведення гірничої діяльності та виявлення порушень чинного законодавства за допомогою дистанційних методів.
 15. Формування та наповнення банку супутникових даних для визначення змін геологічного середовища на майнінговому і постмайнінговому етапах.
 16. Застосування цифрових моделей рельєфу для моделювання латеральних потоків речовини. Прогноз забруднення довкілля на постмайнінговому етапі.
 17. Особливості проведення наземних досліджень з метою верифікації даних отриманих дистанційно.
 18. Критерії оцінки геоекологічного стану гірничопромислових територій за аерокосмічними даними
- Додатково:
19. Класифікація космічних зображень, головні види і методи
 20. Методи і способи обробки супутникових даних при дослідженні геологічного середовища на постмайнінговому етапі.
 21. Наземні дослідження при оцінці якості рекультивації, методи і способи вивчення.
 22. Застосування безпілотних літальних апаратів для верифікації результатів інтерпретації (дешифрування) космічних даних.
 23. Як за допомогою супутникових знімків визначити операційний стан розробки родовища.
 24. Що таке гірничий відвід, які бувають об'єкти гірничого відводу.