

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ННІ «Інститут геології»

Кафедра *геофізики*

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора інституту
з навчальної роботи

Всеволод ДЕМИДОВ *В.М. Демидов*
«30» серпня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

ІНТЕРПРЕТАЦІЯ ДАНИХ ЕЛЕКТРОМЕТРІЇ

(повна назва навчальної дисципліни)

для здобувачів

галузь знань
спеціальність
освітній рівень
освітня програма
блок дисциплін
вид дисципліни

10 Природничі науки

103 Науки про Землю

**Магістр
Геофізика**

Прикладна геофізика, Фізика Землі

Обов'язкова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2024/2025
Семестр	1
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: *Онищук Віктор Іванович, кандидат геологічних наук, доцент кафедри геофізики*

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

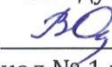
на 20__/20__ н.р. _____ (_____) «__» __ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

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

© Віктор ОНИЩУК, 2024 рік

КИЇВ – 2024

Розробники: *Рева Микола Васильович*, кандидат фіз.-мат. наук, доцент
кафедри геофізики; *Онищук Віктор Іванович*, кандидат геологічних наук
доцент кафедри геофізики

Затверджено
Завідувач кафедри геофізики

Віктор ОНИЦУК
Протокол № 1 від «29» серпня 2024 р.

Схвалено науково - методичною комісією інституту **ННІ «Інститут геології»**

Протокол № 1 від «30» серпня 2024 року

Голова науково-методичної комісії  Всеволод ДЕМИДОВ

Мета дисципліни – сформувати у здобувачів знання і практичні навички з методики інтерпретації експериментальних даних методів геоелектричних досліджень земних надр, спеціалізованих для розв'язання структурних геологічних завдань, геологічного картування, пошуків та розвідки рудних корисних копалин, розв'язання завдань гідрогеології, інженерної геології та екології.

Вимоги до вибору навчальної дисципліни:

1. Знання основ математичного аналізу, інтегрального та диференціального числення.
2. Знання основ теорії потенціальних та векторних полів, основних положень електродинаміки.
3. Знання методів прикладної електрометрії.
4. Володіння навичками роботи з персональним комп'ютером і сучасним програмним забезпеченням.

Анотація навчальної дисципліни / референс:

Тематика навчальних занять присвячена розгляду алгоритмів розв'язку прямих та обернених задач методів електричного та електромагнітного зондування й профілювання, що використовують штучні та природні джерела електричних та електромагнітних полів, а також поглибленому вивченню методики якісної й кількісної інтерпретації даних електричних та електромагнітних методів на постійному і змінному струмах, застосовуваних для вирішення структурних задач, геологічного картування, пошуків рудних родовищ, вирішення завдань гідрогеології, інженерної геології та геоекології. В рамках опанування здобувачами теоретичних знань та практичних навичок з якісної і кількісної інтерпретації даних електрометрії в рамках предмету розглядаються ці питання для методів вертикального електричного зондування, дипольних зондувань, частотного електромагнітного зондування, зондування становленням поля, магнітотелуричного зондування, електрохімічних методів – природного електричного поля й викликаної поляризації, методів електричного та низькочастотного індуктивного профілювань, а також методів високочастотної електрометрії.

Завдання (навчальні цілі):

- ознайомлення здобувачів з алгоритмами розв'язання прямих і обернених задач електричного та електромагнітного зондування з контрольованими джерелами в рамках моделей горизонтально-шарових розрізів;
- ознайомлення здобувачів з алгоритмами прямих та обернених задач магнітотелуричного зондування в рамках горизонтально-шарових розрізів.
- ознайомлення здобувачів з методикою моделювання електричних полів в неоднорідних середовищах ;
- ознайомлення здобувачів з алгоритмами розв'язання прямих задач електричного профілювання на постійному струмі та низькочастотного індуктивного профілювання.
- ознайомлення здобувачів з алгоритмами розв'язання прямих та обернених задач високочастотних методів електрометрії.
- набуття здобувачами практичних навичок розв'язання прямих задач електрометрії.
- оволодіння здобувачами теоретичними знаннями та практичними навиками якісної і кількісної інтерпретації даних електричних і електромагнітних зондувань.
- оволодіння здобувачами теоретичними знаннями та практичними навиками якісної і кількісної інтерпретації даних електричних та низькочастотних індуктивних профілювань.
- оволодіння здобувачами теоретичними знаннями та практичними навиками якісної і кількісної інтерпретації даних електрохімічних методів електрометрії.
- оволодіння здобувачами теоретичними знаннями та практичними навиками якісної і кількісної інтерпретації даних високочастотних методів електрометрії.

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	Алгоритми прямих задач електричного зондування на постійному струмі горизонтально-шарових розрізів та їх якісну інтерпретацію	лекція, практичне заняття	Письмова робота	до 5%
1.2	Суть оберненої задачі електричного зондування на постійному струмі та кількісної інтерпретації даних	лекція, практичне заняття	Письмова робота	до 5%
1.3	Алгоритми прямих задач для електропрофілювань через вертикальний контакт і пласт, характерні особливості графіків профілювань, їх якісну інтерпретацію	лекція, практичне заняття	Письмова робота	до 5%
1.4	Алгоритм розв'язку прямої задачі для магнітотелуричних зондувань горизонтально-шарових розрізів, якісну інтерпретацію даних МТЗ і МТП	лекція, практичне заняття	Письмова робота	до 5%
1.5	Суть оберненої задачі МТЗ, методика кількісної інтерпретації	лекція, практичне заняття	Письмова робота	до 5%
1.6	Алгоритми розв'язку прямих задач в методі частотних електромагнітних зондувань і становлення поля, трансформації даних становлення поля в ефективні геоелектричні параметри	Лекція	Письмова робота	до 5%
1.7	Якісну і кількісну інтерпретацію даних в методі природного електричного поля та методу викликаної поляризації	лекція, практичне заняття	Письмова робота	до 5%
1.8	Формули для аномальних магнітних полів індуктивної природи в полях гармонічного й імпульсного магнітного поля над тілами простої форми	Лекція, практичне заняття	Письмова робота	до 5%
1.9	Високочастотні методи електрометрії, їх особливості та принципи якісної інтерпретації даних	лекція	Письмова робота	до 5%
1.10	Загальні принципи моделювання електричних і електромагнітних полів в неоднорідних середовищах	Лекція	Письмова робота	до 5%
2.1	Виконувати розрахунок kern-функції та кривих уявного опору в методах електричного зондування	Лекція, практичне заняття	Письмова робота	до 5%

2.2	<i>Виконувати кількісну інтерпретацію даних електричного зондування та побудову геоелектричних розрізів та інтерпретацію даних електричних профілювань на постійному струмі</i>	<i>Лекція, практичне заняття</i>	<i>Письмова робота</i>	<i>до 5%</i>
2.3	<i>Інтерпретувати дані в методах природного електричного поля та викликаної поляризації.</i>	<i>Лекція, практичне заняття</i>	<i>Письмова робота</i>	<i>до 5%</i>
2.4	<i>Здійснювати якісну й кількісну інтерпретацію даних в методах магнітотелуричних зондувань і профілювань</i>	<i>Лекція, практичне заняття</i>	<i>Письмова робота</i>	<i>до 10%</i>
2.5	<i>Виконувати трансформацію перехідних процесів в ефективні геоелектричні характеристики</i>	<i>Лекція, практичне заняття</i>	<i>Письмова робота</i>	<i>до 5%</i>
2.6	<i>Здійснювати якісну інтерпретацію методів низькочастотного індуктивного профілювання.</i>	<i>Лекція, практичне заняття</i>	<i>Письмова робота</i>	<i>до 5%</i>
2.7	<i>Уміти виконувати інтерпретацію даних радіопросвічування й георадарного зондування</i>	<i>Лекція, практичне заняття</i>	<i>Письмова робота</i>	<i>до 5%</i>
3.1	<i>Особливості організації та проведення робіт з інтерпретації експериментальних даних електрометрії</i>	<i>лекція, практичне заняття</i>	<i>Письмова робота</i>	<i>до 4%</i>
3.2	<i>Вибір конкретного способу чи комплексу способів інтерпретації експериментальних даних та організація заходів по їх реалізація з метою ефективного вирішення поставленого завдання</i>	<i>лекція, практичне заняття</i>	<i>Письмова робота</i>	<i>до 4%</i>
4.1	<i>Розуміння особистої відповідальності за професійні й організаційні рішення, спрямовані на вирішення поставленого завдання</i>	<i>лекція, практичне заняття</i>	<i>Письмова робота</i>	<i>до 2%</i>

Структура курсу: лекційні й практичні заняття і самостійна робота здобувачів.

Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9	1.10	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6	2.7	3.1	3.2	4.1
Програмні результати навчання																				
Застосовувати свої знання для визначення і вирішення проблемних питань і прийняття обґрунтованих рішень в науках про Землю, в тому числі, в питаннях геофізичних досліджень, геологічної інтерпретації даних геофізичних досліджень та моделювання геологічних об'єктів за геофізичними даними.	+			+	+							+	+	+		+	+	+	+	
Вміти здійснювати екологічну оцінку, аудит, ліцензування, сертифікацію використання природних ресурсів, прогнозувати розвиток екологічних, технологічних, економічних та соціальних наслідків на окремих об'єктах природокористування.	+		+	+	+						+	+	+		+	+		+	+	
Знати сучасні методи дослідження Землі та її геосфер і вміти їх застосовувати у виробничій та науково-дослідницькій діяльності та вміти використовувати геофізичні дослідження для вивчення верхньої частини земної кори та її осадового шару.				+	+							+	+	+	+	+		+	+	
Демонструвати здатність до адаптації та дії в новій ситуації, пов'язаній з роботою за фахом, вміння генерувати нові ідеї в області наук про Землю, зокрема в галузі геофізичних досліджень, геологічної інтерпретації даних геофізичних досліджень та моделювання геологічних об'єктів за геофізичними даними.					+						+		+		+	+	+	+	+	
Моделювати геосферні об'єкти і процеси, застосовуючи картографічні і математичні методи та геоінформаційні технології.	+		+	+							+	+			+	+			+	
Ідентифікувати та класифікувати відомі і реєструвати нові об'єкти в складі геосфер, їхні властивості, явища та процеси, їм притаманні.															+	+		+	+	+

Схема формування оцінки: Форми оцінювання здобувачів

1. Семестрове оцінювання:

- 1) Контрольна робота з алгоритмів розв'язку прямих і обернених задач електрометрії – 20 балів (рубіжна оцінка 12 балів).
- 2) Оцінка за виконання та захист практичних робіт – 40 балів (рубіжна оцінка 24 бали).

2. Підсумкове оцінювання у формі іспиту¹: максимальна оцінка 40 балів, рубіжна оцінка 24 бали. Під час іспиту студент пише письмову роботу з наступним усним поясненням відповідей і результатів розв'язку задач.

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 бальною шкалою.

Змістовні модулі (ЗМ) формують бали, які виставляються за результатами роботи здобувача впродовж усього семестру, як сума (проста або зважена) балів за систематичну роботу впродовж семестру.

	ЗМ 1	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	36	24	60
Максимум	60	40	100

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

Організація оцінювання: Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою та передбачає: виконання практичних робіт (де здобувач мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі, використовуючи окреслені викладачем методи та засоби) та проведення письмової модульної контрольної роботи. Підсумкове оцінювання проводиться у формі письмового іспиту.

Шкала відповідності

Відмінно / Excellent	90-100
Добре / Good	75-89
Задовільно / Satisfactory	60-74
Незадовільно / Fail	0-59

¹ Семестрову кількість балів формують бали, отримані студентом у процесі теоретичного засвоєння матеріалу з усіх розділів дисципліни, семінарських занять, виконання практичних, лабораторних, індивідуальних, підсумкових контрольних робіт, творчих робіт упродовж семестру, передбачених робочою навчальною програмою (100 балів - для залікових дисциплін, у випадку, якщо дисципліна завершується екзаменом, то розподіл здійснюється за таким алгоритмом: 60 балів (60%) – семестровий контроль і 40 балів (40%) – екзамен).

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин			Самостійна робота
		Лекції	Практичні заняття	Консультації	
1	Вступ. Геоелектричний розріз та його типізація Тема 1. Інтерпретація даних в методах опору	3	12	1	24
2	Тема 2. Інтерпретація даних в методі природного електричного поля й викликаної поляризації	1	4		8
3	Тема 3. Інтерпретація даних в методі частотних електромагнітних зондувань і в методі становлення поля	2	4	1	16
	<i>Контрольна робота</i>				1
4	Тема 4. Інтерпретація даних магнітотелуричних методів	1	4		8
5	Тема 5. Інтерпретація даних низькочастотних індуктивних профілювань	1	2		8
6	Тема 6. Інтерпретація даних високочастотних методів електрометрії	1	2		11
7	Тема 7. Загальні принципи математичного моделювання електричних полів в неоднорідних середовищах	1			4
	ВСЬОГО	10	28	2	80

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг 120 год.², у тому числі:

Лекцій – **10 год.**

Практичні заняття - **28 год.**

Консультації - **2 год.**

Самостійна робота – **80 год.**

² Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:³

Основні:

1. Вижва С.А., Рева М.В., Онищук І.І., Онищук В.І. (2014). [Електрометрія](#). Посібник із навчальної геофізичної практики. Київ: ВПЦ «Київський університет», 303 с.
2. Головцин В.М., Скопиченко М.Ф. (1961). Електрична розвідка корисних копалин. Київ: Видавництво Київського університету, 286 с.
3. Толстой М.І., Гожик А.П., Рева М.В., Степанюк В.П., Сухорада А.В. (2006). Основи геофізики. Київ: ВПЦ «Київський університет».
4. Кузьменко Е.Д., Кулік С.М, Пігулевський П.Г. (2018). Електрометрія. Підручник. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 411 с.
5. Сейфулін Р.С., Кузьменко Е.Д. (2006). Електрична розвідка: Навчальний посібник. Івано-Франківськ: Факел,.
6. Кузьменко Е.Д., Сапужак Я.С. (2002). Електрична розвідка методом становлення поля. Навчальний посібник. Івано-Франківськ: Факел.

Додаткові:

1. Кузьменко Е. Д., Рева М. В. (2014). Теорія поля. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 410 с.
2. Vikhot, Yuriy & Fourman, Vitaly & Pavlyuk, Oksana. (2017). Основи геофізики (фізика геологічних середовищ) : навчальний посібник з практикуму для студентів геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка.
3. [.Pierre van Baal](#) A (2013). Course in Field Theory 1st Edition CRC Press 234 Pages
4. [P. Moon, D. E. Spencer](#) (1988). Field Theory Handbook: Including Coordinate Systems, Differential Equations and Their Solutions 2nd ed.

³ У тому числі Інтернет ресурси

ПЕРЕЛІК КОНТРОЛЬНИХ ПИТАНЬ

1. Геоелектричний розріз та його типізація.
2. Узагальнені характеристики геоелектричного розрізу та їх розрахунок.
3. Алгоритми розв'язку прямої задачі електричного зондування горизонтально-шарового розрізу.
4. Просторова характеристика геоелектричного розрізу (кern-функція), її властивості та розрахунок.
5. Ефективні геоелектричні характеристики.
6. Якісна інтерпретація даних електричного зондування на постійному струмі, якісні геоелектричні побудови.
7. Кількісна інтерпретація даних електричного зондування на постійному струмі, побудова геоелектричного розрізу.
8. Алгоритми розрахунку кривих уявного опору.
9. Алгоритми розрахунку кривих електропрофілювання через вертикальні межі поділу.
10. Електропрофілювання через тіла ізометричної й циліндричної форм в однорідному електричному полі.
11. Якісна й кількісна інтерпретація даних електропрофілювання.
12. Аномалії природного електричного поля над тілами ізометричної й циліндричної форм.
13. Інтерпретація аномалій природного поля над вертикально та похило поляризованими тілами ізометричної й циліндричної форм.
14. Інтерпретація аномалій природного поля над стовпо- та пластоподібними тілами.
15. Поля викликаної поляризації над тілами ізометричної й циліндричної форм в однорідному електричному полі і в полі точкового джерела.
16. Кількісна і якісна інтерпретація даних методу ВП.
17. Алгоритми розв'язку прямих задач методу частотного зондування. Якісна й кількісна інтерпретація даних ЧЗ.
18. Формули перехідних процесів в електромагнітному полі електричного й магнітного дипольних джерел у разі шаруватих середовищ
19. Перехідний процес в електромагнітному полі електричного диполя в присутності тонкої провідної пластини.
20. Трансформація перехідного процесу в методі зондування становленням поля в дальній зоні в криві ефективного опору. Властивості кривих зондувань.
21. Трансформація перехідного процесу в в методі зондування становленням поля в ближній зоні в ефективну поздовжню провідність за методикою «плавальної площини».
22. Якісні геоелектричні побудови в методах ЧЗ і ЗС.
23. Алгоритм розв'язку прямої задачі в методі магнітотелуричного зондування (задача Тихонова-Каньяра). Властивості кривих МТЗ.
24. Спотворення кривих МТЗ.
25. Якісна й кількісна інтерпретація кривих магнітотелуричного зондування.
26. Інтерпретація даних в методах магнітотелуричного профілювання та магнітоваріаційного зондування.
27. Методи низькочастотного індуктивного профілювання – довгого кабелю, незаземленої петлі, дипольного індуктивного профілювання та перехідних процесів.

28. Якісна інтерпретація даних методів низькочастотного індуктивного профілювання.
29. Індуктивні магнітні аномалії в полі плоского гармонічного магнітного поля над тілами простої геометричної форми.
30. Інтерпретація частотних характеристик та профільних графіків індуктивних магнітних аномалій над рудними тілами простої форми.
31. Перехідні процеси в полі плоского імпульсного магнітного поля над тілами простої геометричної форми.
32. Кількісна інтерпретація перехідних характеристик та профільних графіків індуктивних магнітних аномалій над рудними тілами простої форми.
33. Особливості високочастотних електромагнітних полів та класифікація високочастотних методів.
34. Якісна інтерпретація даних радіокомпараційного методу та методу індукції.
35. Теоретичні засади методу радіопросвічування та інтерпретація експериментальних даних.
36. Теоретичні засади методу радіохвильового інтерференційного зондування та принципи аналізу експериментальних даних.
37. Високочастотний метод георадарного зондування та принципи аналізу даних.
38. Математичне моделювання електричних полів в неоднорідних середовищах та його використання в процесі інтерпретації даних електрометрії.