


КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ННІ «Інститут геології»

Кафедра *геофізики*

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора інституту  
з навчальної роботи

Всеволод ДЕМИДОВ   
«30» серпня 2024 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

*Глибинна геоелектрика*

для здобувачів

10 Природничі науки  
103 Науки про Землю  
магістр  
Геофізика  
Прикладна геофізика, Фізика Землі  
Обов'язкова

галузь знань  
спеціальність  
освітній рівень  
освітня програма  
блок дисциплін  
вид дисципліни

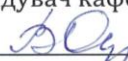
Форма навчання	денна
Навчальний рік	2024/2025
Семестр	1
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

Викладач: *Кушнір Антон Миколайович, старший науковий співробітник, доктор геологічних наук, старший дослідник*

Продовжено: 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)

КИЇВ – 2024

Розробники: *Бурахович Тетяна Костянтинівна, провідний науковий співробітник, доктор геологічних наук, професор; Кушнір Антон Миколайович, старший науковий співробітник, доктор геологічних наук, старший дослідник*

Затверджено  
Протокол № 1 від «29» серпня 2024 р.  
Завідувач кафедри геофізики  
 Віктор ОНИЦУК

Схвалено науково - методичною комісією **ННІ «Інститут геології»**  
Протокол № 1 від «30» серпня 2024 року

Голова науково-методичної комісії  **Всеволод ДЕМИДОВ**

**Мета дисципліни** – забезпечити формування у студентів знань з теорії та можливостей методів дослідження геоелектричних параметрів глибинних шарів Землі, здійснення вимірювальних робіт, виконання обробки та аналізу спостережених даних, сприяти поширенню глибинної геоелектрики у повсякденній професійній та соціальній діяльності.

**Вимоги до вибору навчальної дисципліни:**

1. Знання теоретичних основ електрометрії.
2. Володіти навичками роботи з персональним комп'ютером.

**Анотація навчальної дисципліни / референс:**

*В програмі дисципліни основна увага приділяється фізико-математичними основами електромагнітних методів; а також принципами будови апаратури та методики проведення польових робіт. Розглядаються підходи до розв'язку прямих та обернених задач. Прийоми якісної та кількісної інтерпретації пояснюються на окремих аномаліях. Характеризуються області застосування геоелектричних методів на реальних прикладах. До розгляду включено основні результати, що отримані за останні роки в результаті геоелектричних досліджень в різних регіонах нашої планети.*

**Завдання (навчальні цілі):**

- ознайомити термінологічним апаратом геоелектрики;
- надати фізико-математичні основи електромагнітних методів;
- пояснити теоретичні, методичні та апаратурні технології;
- охарактеризувати загальні принципи роботи низькочастотної магнітотелуричної станції та методики проведення польових робіт;
- набуття студентами навичок з обробки даних програмними комплексами;
- засвоєння студентами інтерпретаційних методик;
- ознайомлення з основними принципами застосування геоелектричних досліджень для геологічних та екологічних задач;

**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	Основні поняття і терміни геоелектрики	лекція, практичні заняття	Письмова робота	до 15 %
1.2	Фізико-математичні основи усіх базових геоелектричних методів	лекція, практичні заняття	Письмова робота	до 15 %
1.3	Загальні принципи будови апаратури та методики проведення польових робіт	лекція, практичні заняття	Письмова робота	до 15 %
1.4	Підходи до розв'язку прямих та зворотних задач геоелектрики	лекція, практичні заняття	Письмова робота	до 15 %
2.1	Працювати з геоелектричними приладами	лекція, практичні заняття	Письмова робота	до 10 %
2.2	Розраховувати аномальні поля та будувати тривимірні геоелектричні моделі	лекція, практичні заняття	Письмова робота	до 10 %
3.1	Вміти організувати бригадну геоелектричну зйомку для ефективного вирішення поставленої задачі	лекція, практичні заняття	Письмова робота	до 10 %

4.1	Розуміння особистої відповідальності за професійні рішення які можуть давати інформацію про геологічне середовище	лекція, практичні заняття	Письмова робота	до 10%
-----	---	---------------------------	-----------------	--------

### Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

Результати навчання дисципліни	1.1	1.2	1.3	1.4	2.1	2.2	3.1	4.1
	<b>Програмні результати навчання</b>							
Аналізувати особливості природних та антропогенних систем і об'єктів геосфер Землі.	+							
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.		+						
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.				+				
Ідентифікувати та класифікувати відомі і реєструвати нові об'єкти в складі геосфер, їхні властивості, явища та процеси, їм притаманні.					+			
Демонструвати здатність проводити самостійні геофізичні дослідження природних об'єктів і процесів у геосферах в польових і лабораторних умовах.			+			+	+	+

**Структура курсу:** лекційні та практичні заняття і самостійна робота студентів та консультації.

### Схема формування оцінки:

#### Форми оцінювання студентів

##### 1. Семестрове оцінювання:

- 1) Контрольна робота з основ геоелектричних вимірювань та будови її приладів – 5 балів (рубіжна оцінка 3 бали)
- 2) Контрольна робота з розв'язку прямих та обернених задач геоелектрики – 5 балів (рубіжна оцінка 3 бали).
- 3) Контрольна робота з техніки роботи з приладами та аналізом геоелектричних даних – 5 балів (рубіжна оцінка 3 бали).
- 4) Оцінка самостійної роботи за виконання та захист практичних робіт на заняттях – 45 балів (рубіжна оцінка 27 балів).

**2. Підсумкове оцінювання у формі іспиту<sup>1</sup>:** максимальна оцінка 40 балів, рубіжна оцінка 24 бали.

Результати навчальної діяльності студентів оцінюються за 100 бальною шкалою.

**Змістовні модулі (ЗМ) формують бали, які виставляються за результатами роботи студента впродовж усього семестру, як сума (проста або зважена) балів за систематичну роботу впродовж семестру. Підсумкова оцінка складається із суми балів за змістовні модулі та балів за іспит.**

	ЗМ1/Частина 1	ЗМ2/Частина 2	ЗМ3/Частина 3	іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	12	12	12	24	60
Максимум	20	20	20	40	100

Студент не допускається **до іспиту**, якщо під час семестру набрав менше 20 балів.<sup>2</sup> Оцінка за іспит не може бути меншою **24 балів** для отримання загальної позитивної оцінки за курс.

**Організація оцінювання:** Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою та передбачає: виконання 4 практичних робіт (де студенти мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі використовуючи окреслені викладачем методи та засоби) та проведення 3 письмових модульних контрольних робіт. Підсумкове оцінювання проводиться у формі письмового іспиту.

#### Шкала відповідності

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

<sup>1</sup> 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 впродовж 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**).

<sup>2</sup> У випадку, коли дисципліна завершується екзаменом не менше – **20 балів**, а рекомендований мінімум **не менше 36 балів**, оскільки якщо студент на екзамені набрав менше **24 балів** (а це 60% від 40 балів, відведених на екзамен), то вони **не додаються** до семестрової оцінки незалежно від кількості балів, отриманих під час семестру, а в екзаменаційній відомості у графі «результуюча оцінка» переноситься лише кількість балів, отриманих під час семестру.

**СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ**  
**ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ**

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	Самостійна робота
<i><b>Частина 1. Теорія електромагнітних методів</b></i>				
1	<b>Вступ.</b> Мета та актуальність глибинних геоелектричних методів <b>Тема 1.</b> Фізико-математичні основи електромагнітних методів	4		14
2	<b>Тема 2.</b> Методи числового моделювання квазістаціонарних електромагнітних полів	4	4	15
	<i>Контрольна робота 1</i>			1
<i><b>Частина 2. Спостереження та аналіз електромагнітних даних</b></i>				
3	<b>Тема 3.</b> Спостереження та обробка електромагнітного поля Землі	4	4	20
4	<b>Тема 4.</b> Природа електропровідності земної кори та верхньої мантії Землі	4		5
	<i>Контрольна робота 2</i>			1
<i><b>Частина 3. Вивчення електропровідності та його зв'язок з землетрусами</b></i>				
5	<b>Тема 5.</b> Електропровідність земної кори та верхньої мантії території України	4	4	11
6	<b>Тема 6.</b> Землетруси платформної частини України, їх можливі зв'язки з аномально провідними структурами. Прогнозування рудопроявів корисних копалин УЩ	4	2	12
	<i>Контрольна робота 3</i>			1
	<b>ВСЬОГО</b>	<b>24</b>	<b>14<sup>3</sup></b>	<b>80</b>

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

**Загальний обсяг 120 год.<sup>4</sup>**, в тому числі:

Лекцій – **24 год.**

Практичні заняття – **14 год.**

Консультації – **2 год.**

Самостійна робота – **80 год.**

<sup>3</sup> У робочій програмі навчальної дисципліни зазначається *реальна* кількість годин (*кратне 2 год.* – час тривалості пари).

<sup>4</sup> Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

## РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:<sup>5</sup>

### Основні:

1. Kushnir A. N., Kulik S. N.†, and Burakhovich T. K. *Seismicity in the Platform Regions of Ukraine in the Zones of Anomalous Electrical Conductivity. Physics of the Solid Earth, 2013, Vol. 49, No. 3, pp. 392–401.*
2. Shyrkov B., Usenko A. *Conductivity anomalies and mineral resources of the central part of the Ukrainian shield, 2016. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.201600480>*
3. Mackie R.L., Smith J.T. and Madden T.R. *Three dimensional electromagnetic modeling using finite difference equations: the magnetotelluric example.// Radio Science. — 1994. —29. —P. 923-935*
4. Varentsov Iv. M. *Arrays of simultaneous EM soundings: design, data processing and analysis // EM sounding of the Earth's interior (Methods in geochemistry and geophysics, 40). New York: Elsevier. 2007. P. 263-277.*

### Додаткові:

1. Бурахович Т.К., Ширков Б.І., Кушнір А.М., Зайцев Г.М. *Аномальна електропровідність земної кори східної частини Приазовського мегаблоку Вісник Київського університету. Геологія. – 2013. – Випуск 60. – С. 12-16.*
2. Neal S.L. *Variations in the electrical conductivity of the upper mantle beneath North America and the Pacific Ocean. 1998. MS Thesis, Indiana University, Bloomington.*
3. Schmuker U. *Anomalies of geomagnetic variations in the south-western United States. Bull. Scripps Inst. Ocean. 1970. V.13. P.1-165.*
4. Semenov V.Yu., W. Jozwiak *Model of the geoelectrical structure of the mid- and lower mantle in the Europe-Asia region. Geoph. J. Int. 1999. 138. P. 549-552*
5. Shankland, T. J., A. G. Duba, Yousheng Xu, Brent Poe, and David Rubie, "Electrical Conductivity With Depth As Determined By Laboratory Measurements," *Proceedings of the 14th Workshop on Electromagnetic Induction in the Earth, Sinaia, Romania, Vergiliu, Bucharest, 90, (1998).*

---

<sup>5</sup> Основна: (Базова) до 10 фундаментальних, базових джерел. Додаткова: як правило - до 20 джерел в тому числі Інтернет ресурси

## **ПИТАННЯ НА ІСПИТ**

1. Яка принципова можливість та теорія метода магнітотеллуричного зондування?
2. Що таке гальванічні та індукційні спотворення кривих МТЗ?
3. Поясніть метод магнітоваріаційного профілювання та його особливості.
4. Які є методи числового моделювання квазістаціонарних електромагнітних полів?
5. Що таке двовимірне моделювання в геоелектриці?
6. Квазітривимірне плівкове моделювання.
7. Тривимірне моделювання.
8. Методика побудови глибинних геоелектричних моделей.
9. Моделі середи та програмні комплекси, які забезпечують моделювання магнітоваріаційних полів.
10. Спотворення кривих МТЗ приповерхневими та глибинними гальванічними ефектами.
11. Частотні характеристики аномальних полів методу МВП.
12. Частотні характеристики аномальних полів геомагнітних варіацій в умовах тривимірної геоелектричної середи.
13. Теоретичні розрахунки тривимірних моделей розподілу питомого електричного опору структур, що містять провідні розломи, що характеризуються поверховим і глибинним закладенням.
14. Чутливість магнітоваріаційного профілювання в умовах різкого обмеження витягнутості провідників.
15. Магнітотеллуричні і магнітоваріаційні поля в умовах сильно витягнутих структур, в яких питомий електричний опір змінюється по простяганню.
16. Апаратура та обладнання для глибинних електромагнітних спостережень.
17. Методика проведення польових робіт.
18. Обробка даних МТЗ і МВП.
19. Система обробки магнітотеллуричних і магнітоваріаційних даних PRC\_MTMV.
20. Обробка за допомогою програми PTS.
21. Одновимірна інверсія магнітотеллуричного поля у точці спостережень.
22. Кіровоградська магнітоваріаційна аномалія.
23. Карпатська магнітоваріаційна аномалія.
24. Області аномально високої електропровідності УЩ.
25. Області аномально високої електропровідності схилів УЩ та суміжних територій.
26. Області аномально високої електропровідності Прип'ятського прогину, ДДЗ та Донецького басейну.
27. Області аномально високої електропровідності території Скифської плити та Гірського Криму.
28. Геоелектрична "астеносфера" України та суміжних регіонів.
29. Дослідження геофізичних параметрів літосфери сейсмоактивних і асейсмічних регіонів.
30. Внутрішньоплитові землетруси.
31. Проявлення сейсмічної активності та регіональні аномалії глибинної високої електропровідності в земній корі та верхній мантії на прикладі Австралії, Північної та Південної Америки, Африці, Європі, Східноєвропейської платформи.
32. Внутрішньоплитові землетруси та аномалії високої електропровідності платформної території України.
33. Сейсмічність західної частини УЩ та ВПП. Тектонічні землетруси району Чернівецько-Коростенської та Коростенської аномалій електропровідності. Тривимірна геоелектрична модель Могилів-Подільсько-Новодністрівської сейсмонебезпечної зони.

34. Сейсмотектонічні умови району Криворізьких землетрусів та Кіровоградська аномалія електропровідності.
35. Внутрішньоплитова сейсмічність східної частини України. Тектонічні землетруси району Приазовської аномалії. Тектонічні землетруси району ДДЗ та Донбаської аномалії електропровідності.
36. Ймовірні джерела зниженого опору всередині земної кори, які сприяють землетрусам.
37. Швидкісна будова мантії під Добруджею. Розподіл електропровідності в надрах Північної Добруджі та Переддобрузького прогину.
38. Побудова 3D геоелектричної моделі. Тривимірна геоелектрична модель. Прояв сейсмічності на території Північної Добруджі і Переддобрузького прогину.
39. Швидкісна будова мантії під Кримським півостровом. Розподіл електропровідності в надрах Кримського півострову.
40. Глибинна геоелектрична модель тектоносфери Криму.
41. Електропровідність земної кори.
42. Електронні провідники.
43. Іонні провідники.
44. Проникність та електропровідність гірських порід.
45. Зв'язок електропровідності з геологічними процесами.
46. Зв'язок інтегральної провідності земної кори із твердими провідниками.
47. Електропровідність мантії Землі.
48. Електропровідність і плавлення порід мантії.
49. Зв'язок електропровідності мантії з поліморфними переходами.
50. Механізми електропровідності земної кори та мантії.
51. Анізотропія геоелектричних властивостей
52. Геоелектричні критерії алмазоносності кори та верхньої мантії Землі.
53. Геоелектричні аномалії та алмазоносність УЩ.
54. Прогнозування корисних копалин у докембрії на основі створення геолого-геофізичних моделей шовних зон УЩ.
55. Тривимірна геоелектрическая модель земної кори Кіровоградського рудного району УЩ.
56. Корисні копалини КРР та аномалії електропровідності.
57. Аномалії електропровідності УЩ як зони можливого проявлення глибинних флюїдів.