

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ННІ «Інститут геології»

Кафедра *геофізики*

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора інституту
з навчальної роботи

В. Демидов Всеволод ДЕМИДОВ
« 26 » *серпня* 2022 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Магнітометрія

для студентів

галузь знань
спеціальність
освітній рівень
освітня програма
блок дисциплін
вид дисципліни

10 Природничі науки
103 Науки про Землю
Бакалавр
Геологія та менеджмент надрокористування
Геофізика
Вибіркова

Форма навчання	денна
Навчальний рік	2022/2023
Семестр	6
Кількість кредитів ECTS	4
Мова викладання, навчання та оцінювання	українська
Форма заключного контролю	іспит

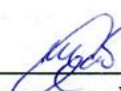
Викладач: *Безродний Дмитро Анатолійович*, кандидат геологічних наук, доцент кафедри геофізики

Продовжено: на 2023/2024 н.р. *В. Демидов* « 26 » 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)
на 2024/2025 н.р. *В. Демидов* « » 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)
на 20__/20__ н.р. _____ « » 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

© Дмитро БЕЗРОДНИЙ


КИЇВ – 2022

Розробник: Безродний Дмитро Анатолійович, кандидат геологічних наук, доцент
кафедри геофізики, доцент;

Затверджено
В.о. зав. кафедри геофізики

Олександр ШАБАТУРА
Протокол № 19 від «29» червня 2022 р.

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

Протокол № 1 від «26» серпня 2022 року

Голова науково-методичної комісії  Всеволод ДЕМИДОВ

Мета дисципліни – забезпечити формування у здобувачів знань з теорії магнітного поля Землі, фізико-математичних та геологічних основ магнітометрії, розглянути можливості магнітометрії для розв'язку різноманітних прикладних задач, проведення лабораторних та польових досліджень з використанням сучасної вимірювальної апаратури, обробки та аналізу спостережених даних, сприяти застосуванню магнітометрії в повсякденній професійній діяльності.

Вимоги до вибору навчальної дисципліни:

1. Знання теоретичних основ фізики, математики, теорії поля, математичної статистики.

Анотація навчальної дисципліни / референс:

В програмі дисципліни основна увага приділяється прикладній магнітометрії, а також принципам будови приладів та методиці виконання вимірювальних робіт, їхній первинній обробці та виділенню аномалій магнітного поля. Вивчаються прийоми якісної та кількісної інтерпретації на теоретичних та польових аномаліях. Розглядаються підходи до розв'язку прямих та обернених задач. Характеризуються області застосування магнітометрії на реальних прикладах. До розгляду включено загальні принципи постановки магнітометричних завдань, огляд шляхів їх реалізації та ефективність.

Завдання (навчальні цілі):

- ознайомити з термінологічним апаратом магнітометрії;
- надати фізико-математичні та геологічні основи магнітометрії;
- пояснити основні фактори виникнення магнітного поля;
- охарактеризувати загальні принципи будови сучасної лабораторної та польової магнітометричної апаратури та методики проведення лабораторних і польових робіт;
- набуття здобувачами необхідних методологічних знань з обробки магнітометричної інформації, прийомів якісної та кількісної інтерпретації;
- засвоєння здобувачами базових знань із застосування магнітометричних досліджень для вирішення геолого-геофізичних, інженерних та екологічних задач;
- ознайомлення з основними принципами комплексування магнітометрії з іншими геофізичними методами.

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 магнітометрії	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%
1.2	Класифікацію магнітометрії та її вимірювальних параметрів	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%
1.3	Походження магнітного поля Землі та його складових	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%
1.4	Просторово-часову структуру геомагнітного поля та способи розв'язку задач магнітометрії	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%
1.5	Аналітичне представлення магнітного поля Землі	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%
1.6	Чинники магнітних варіацій та способи їхнього врахування при проведенні магнітних зйомок	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%

1.7	Магнітні властивості гірських порід і мінералів	лекція, лабораторне заняття	Письмова	до 5%
1.8	Основи теорії магнетизму гірських порід	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%
1.9	Лабораторні та польові методи вимірювання магнітних властивостей гірських порід	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%
1.10	Розрахунок магнітних аномалій та якісну інтерпретацію магнітометричних спостережень	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%
1.11	Кількісний аналіз магнітних аномалій	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%
1.12	Будову сучасної магнітометричної апаратури	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%
1.13	Умови дослідження магнітного поля Землі в польових умовах	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%
1.14	Магнітний метод дослідження свердловин	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%
1.15	Способи трансформацій геомагнітного поля	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%
1.16	Області застосування магнітометрії для розв'язку прикладних задач задач;	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%
2.1	Вимірювати, обробляти та проводити початкову інтерпретацію магнітних спостережень та пояснювати їх зв'язок з геологічними та техногенними об'єктами	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%
2.2	Проводити польові та лабораторні вимірювання	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%
3.1	Вміти організувати бригадну магнітну зйомку для ефективного вирішення поставленої задачі	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%
4.1	Розуміння особистої відповідальності за професійні рішення які можуть давати інформацію про геологічне середовище	лекція, лабораторне заняття	Письмова робота	до 5%

Структура курсу: лекційні та лабораторні заняття і самостійна робота студентів.

Схема формування оцінки:

Форми оцінювання здобувачів

1. Семестрове оцінювання:

- 1) Контрольна робота з основних елементів геомагнітного поля – 10 балів (рубіжна оцінка 6 балів)
- 2) Контрольна робота з методів вимірювання магнітного поля Землі – 10 балів (рубіжна оцінка 6 балів).
- 3) Контрольна робота з способів інтерпретації даних магнітометрії – 5 балів (рубіжна оцінка 3 бали).
- 4) Оцінка за виконання та захист робіт на лабораторних заняттях – 35 балів (рубіжна оцінка 21 бал).

2. Підсумкове оцінювання у формі іспиту¹: максимальна оцінка 40 балів, рубіжна оцінка 24 бали. Під час іспиту здобувач пише тест і відповідає на питання.

Результати навчальної діяльності здобувачів 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. 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

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

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 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**).

² 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	лабораторні	Самостійна робота
<i>Частина 1. Магнітне поле Землі</i>				
1	Вступ. Місце магнітометрії в системі наук. Тема 1. Магнітне поле Землі та його складові. Варіації магнітного поля.	6	2	7
2	Тема 2. Магнітні властивості гірських порід.	6	6	12
	<i>Контрольна робота 1</i>			1
<i>Частина 2. Вимірювання в магнітометрії</i>				
3	Тема 3. Вимірювання магнітного поля Землі. Апаратура та методики магнітометричних спостережень.	6	2	11
4	Тема 4. Вимірювання магнітних властивостей гірських порід	6	4	12
	<i>Контрольна робота 2</i>			1
<i>Частина 3. Інтерпретація даних магнітометрії</i>				
5	Тема 5. Обробка та інтерпретація даних польових та лабораторних магнітометричних спостережень.	6	2	13
6	Тема 6. Области застосування магнітометрії	2		8
	<i>Контрольна робота 3</i>			1
	ВСЬОГО	32	16³	66

Загальний обсяг *120 год.*⁴, в тому числі:

Лекцій – *32 год.*

Практичні заняття - *16 год.*

Консультації – *6 год.*

Самостійна робота - *66 год.*

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

⁴ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА

Основна:

1. Гура К. О., Грищук П. І. Інтерпретація магнітних аномалій в автоматизованому режимі: Навчальний посібник. – К.: ВЦ «Київський університет», 2000. – 155 с.
2. Стащук В.С., Сухорада А.В., Гузій М.І. Основи магнетизму (навчальний посібник для студентів I-II курсів геофізичної спеціальності. Вид. КДУ, 2004.-120с.
3. Al-Khafaji, Wadhah. (2021). Magnetic Geophysical Method Course Lectures for Undergraduate Students.
4. Calais E. 2005, Geomagnetism, Purdue University Department of Earth and Atmospheric Sciences, West Lafayette, IN 47907-1397
5. Gravity and Magnetic Exploration: Principles, Practices, and Applications 1st Edition by William J. Hinze (Author), Ralph R. B. von Frese (Author), Afif H. Saad 2013
6. Hauet Thomas Introduction to magnetometry techniques. ESM2020, 01/10/2020
7. Foulger G. R. & Peirce C., 2002, Geophysical Methods in Geology,
8. Milsom, John, 2011 Field geophysics. – 4th ed. / John Milsom, Asger Eriksen. Geophysicists

Додаткова:

1. Kearey P., M. Brooks and I. Hill, 2002, An Introduction to Geophysical Exploration, by, 3rd edition Blackwell Science.
2. Milsom J., 2003, Field Geophysics, 3rd Ed., The Geological Field Guide Series, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England
3. Robinson Enders A. Dean Clark BASIC GEOPHYSICS. NUMBER 22 SEG 2017 Society of Exploration

⁵ В тому числі Інтернет ресурси

Питання на іспит

1. Елементи геомагнітного поля і їхнє розташування в прямокутній системі.
2. Що таке ізогони, ізокліни, ізодинами, і як вони розташовані?
3. Повний вектор магнітної індукції та його вертикальна та горизонтальна складові.
4. Карта магнітних епох та система InterMagnet.
5. Материкові аномалії, їхня характеристика.
6. Регіональні та локальні аномалії магнітного поля.
7. Компоненти спостереженого магнітного поля Землі.
8. Варіації геомагнітного поля.
9. Особливості варіацій геомагнітного поля, що покладені у основу їх класифікації.
10. Використання столітніх варіацій для визначення глибинних розломів.
11. Чим викликані сонячно-добові варіації?
12. Врахування впливу сонячно-добових варіацій.
13. Збудження періодичні та аперіодичні.
14. Дати характеристику магнітної бурі.
15. Використання короткоперіодних коливань для вирішення геологічних завдань.
16. Поняття магнітного моменту речовини.
17. Інтенсивність намагнічування.
18. Магнітна індукція.
19. Магнітна сприйнятливість.
20. Магнітна проникність.
21. Зв'язок між магнітною сприйнятливістю та магнітною проникністю.
22. Поле розмагнічування.
23. Запишіть вираз Пуассона.
24. Що таке діа-, пара- та ферромагнетиками?
25. Петля гістерезису.
26. Явище парамагнетизму.
27. Носії магнетизму у ферромагнетиках.
28. Магнітна в'язкість та магнітна анізотропія.
29. Охарактеризуйте способи вимірювання магнітної сприйнятливості.
30. Залишкова та індукована намагніченість гірських порід, методи їх визначення.
31. Принцип будови ферозондового магнітометра.
32. Принцип будови протонного магнітометра.
33. Принцип будови квантового магнітометра.
34. Магнітний метод дослідження свердловин.
35. Варіації магнітного поля.
36. Наземна магнітна зйомка, її основні характеристики.
37. Гідромагнітна зйомка.
38. Аеромагнітна зйомка, її основні етапи.
39. Загальна характеристика трансформацій геомагнітного поля.
40. Загальна характеристика способів вирішення оберненої задачі.
41. Аналітичне продовження магнітного поля у верхній та нижній напівпростори.
42. Радіус автокореляції і його використання для поділу полів.
43. Способи інтерпретації магнітних аномалій.
44. Охарактеризуйте шляхи розв'язку оберненої задачі у випадку тривимірних об'єктів складних форм.
45. Области використання магніторозвідки.
46. Як в магнітних полях будуть проявлятися основні родовища корисних копалин?
47. Магнітометрія для пошуків родовищ нафти та газу.
48. Магнітометрія для пошуків і розвідки рудних родовищ.
49. Пошуки алмазів за допомогою магнітометрії.