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

Сейсмоакустика

для здобувачів

галузь знань ***10 Природничі науки***
спеціальність ***103 Науки про Землю***
освітній рівень ***магістр***
освітня програма ***Геофізика***
спеціалізація ***Прикладна геофізика, фізика Землі***
вид дисципліни ***обов`язкова***

Форма навчання	***денна***
Навчальний рік	***2024/2025***
Семестр	***2***
Кількість кредитів ECTS	***3***
Мова викладання, навчання та оцінювання	***українська***
Форма заключного контролю	***Іспит***

Викладач: Безродна Ірина Миколаївна, кандидат геологічних наук, доцент кафедри геофізики

Продовжено: *на 20__/20__ н.р.* _____ _____ «__»____ 20__ р.
(підпис, П.І.Б., дата)
на 20__/20__ н.р. _____ _____ «__»____ 20__ р.
(підпис, П.І.Б., дата)
на 20__/20__ н.р. _____ _____ «__»____ 20__ р.
(підпис, П.І.Б., дата)

© Ірина Безродна

КИЇВ – 2024

Розробник: **Безродна Ірина Миколаївна, кандидат геологічних наук, доцент кафедри геофізики**

Затверджено
Завідувач кафедри геофізики
_____ Віктор ОНИЩУК
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 – забезпечити формування у здобувачів знань з теорії та можливостей сейсмоакустики для різних прикладних задач, здійснення вимірювальних робіт, виконання обробки та аналізу спостережених даних, сприяти поширенню сейсмоакустики у повсякденній та соціальній діяльності.

Вимоги до вибору навчальної дисципліни:

1. Знання теоретичних основ геофізики та сейсмохвильових полів.
2. Володіти навичками роботи з персональним комп'ютером.

Анотація навчальної дисципліни / референс**:**

В програмі дисципліни основна увага приділяється аналізу складно побудованого геологічного середовища сучасними методами сейсмоакустики (мінерал - гірська порода – геоформація – геокомплекс - геосфера). Розглядається методологія і методи вивчення різномасштабних сейсмоакустичних неоднорідностей та розрізнення ефектів неоднорідності і анізотропії. Пояснюється теорія розповсюдження пружних хвиль у анізотропному геологічному середовищі на різних масштабних рівнях структурних досліджень. Проводиться ознайомлення із апаратурою і методикою основних методів сейсмоакустики. До розгляду включені теоретичні основи сейсмоакустичної томографії.

Завдання:

- ознайомити з термінологічним апаратом сейсмоакустики;

- надати фізико-математичні основи сейсмоакустичних хвильових полів;

- пояснити методологію, теорію і методику сучасних методів сейсмоакустики при визначенні симетрії упорядкованого геологічного середовища;

- набуття здобувачами необхідних методологічних знань з методів розв'язку прямих і зворотних задач прикладної сейсмоакустики на різних структурних рівнях досліджень упорядкованого геологічного середовища .

- набуття практичних навичок з сейсмоакутистичних вимірювань;

- ознайомлення з методикою кількісної оцінка азимутальних параметрів анізотропії пружних хвиль на різних структурних рівнях досліджень.

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 теорії розповсюдження пружних хвиль в однорідному анізотропному середовищі*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10%*
1.2	*Класифікацію методів сейсмоакустики та способи визначення пружних постійних мінералів*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 5%*
1.3	*Методи кількісної оцінки пружної і акустичної анізотропії*	*лекція,*	*Письмова робота*	*до 10%*
1.4	*Методи розв'язку прямої та зворотної задачі акустики мінералів*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10%*

1.5	*Основи акустики текстур гірських порід та принцип квазіоднорідності гірських порід і типи їх упорядкованості.*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 5%*
1.6	*Основи пружної та акустичної анізотропії текстур гірських порід та її природи*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10%*
1.7	*Основи сейсмоакустики геоформацій і геокомплексів. Методи дослідження геоформацій*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 5%*
1.8	*Запис функції розподілу орієнтації мінералів і тріщин. Акустичний текстурний аналіз гірських порід*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 5%*
1.9	*Принципи латеральної сейсмоакустичної квазіоднорідності*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 5%*
1.10	*Методи сейсмічної томографії та методи відновлення швидкостей в сейсмічній томографії*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 5%*
1.11	*Принципи побудови стерео-проекцій сейсмоакустичних параметрів геологічного середовища*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 5%*
2.1	*Обробляти та описувати результати обробки сейсмоакустичних даних та пояснювати їх зв'язок з геологічними об'єктами*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 5%*
2.2	*Володіти базовими навиками в комп'ютерних програмах з інтерпретації даних сейсмоакустичних досліджень*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 5%*
3.1	*Вміти організувати колективну роботу для ефективного вирішення поставленої задачі*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 5%*
4.1	*Розуміння особистої відповідальності за професійні рішення які можуть давати інформацію про геологічне середовище*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10%*

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**	**1.7**	**1.8**	**1.9**	**1.10**	**1.11**	**2.1**	**2.2**	**3.1**	**4.1**
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 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, самостійна робота студентів.*

Схема формування оцінки:

Форми оцінювання здобувачів

1. Семестрове оцінювання:

1) *Контрольна робота з методів дослідження анізотропії геологічного середовища – 20 балів (рубіжна оцінка 12 балів).*
2) *Оцінка самостійних практичних робіт та захист практичних робіт – 40 балів (рубіжна оцінка 24 балів).*

2. Підсумкове оцінювання *у формі іспиту*[1]: *максимальна оцінка 40 балів, рубіжна оцінка 24 бали.*

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*

[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***).

	ЗМ1 / Частина 1	Іспит	Підсумкова оцінка
Мінімум	*36*	*24*	*60*
Максимум	**60**	**40**	**100**

*Здобувач не допускається **до іспиту**, якщо під час семестру набрав менше 24 балів. 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 практичних робіт (де здобувачі мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі використовуючи окреслені викладачем методи та засоби), виконання самостійних робіт (де здобувачі мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі без обмеження інструментарію та техніки вирішення проблеми) та проведення 1 письмово-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

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	Самостійна робота
Частина 1. *Сейсмоакустика геологічного середовища*				
	Вступ. Місце сейсмоакустики серед наук.	2		
1	**Тема 1.** Системний підхід в сейсмоакустиці	4		10
2	**Тема 2.** Акустика мінералів	4		10
3	**Тема 3.** Акустичний текстурний аналіз гірських порід	6	2	18
	Контрольна робота 1			2
4	**Тема 4.** Пряма і зворотна задачі акустичного каротажу	4	2	10
5	**Тема 5.** Сейсмічна томографія	4		10
	ВСЬОГО	**24**	**4**	**60**

Примітка: слід зазначити теми, винесені на самостійне вивчення

Загальний обсяг *90* *год.*[2], в тому числі:
Лекцій **– *24*** *год.*
Практичні заняття **– *4*** *год.*
Консультації **– *2*** *год.*
Самостійна робота **– *60*** *год.*

Теми для самостійного навчання (додаток 1):

1. *Історія розвитку сейсмоакустичного методу (2 год).*
2. *Елементи системного підходу в сейсмоакустиці. Акустичний інваріант поляризаційний метод визначення ефективних акустичних постійних гірських порід (4 год).*

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:

Основні:

1. *Продайвода Г.Т. Основи сейсмоакустики. Київ: ВПЦ "Київський університет", 2000, 292 с.*
2. *Продайвода Г.Т. Акустика текстур гірських порід. Київ: ВГЛ «Обрій», 2004, 144 с.*
3. *Продайвода Г.Т., Безродний Д.А. Акустичний текстурний аналіз гірських порід. К.: ВПЦ «Київськ. Ун-т», 2011. - 303 с.*
4. *Продайвода Г.Т., Вижва С.А., Віршило І.В. Математичне моделювання ефективних геофізичних параметрів. К.: ВПЦ «Київськ. Ун-т», 2012. - 287 с.*

Додаткові:

1. *Продайвода Г.Т.,Трипільський О.А., Чулков С.С. Сейсморозвідка. Київ: ВПЦ «Київський університет», 2008, 351 с.*

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

ПИТАННЯ НА ІСПИТ

1. *Які основні геолого-петрографічні фактори, що впливають на пружні і акустичні властивості гірських порід?*
2. *Як виконується задача відбиття-заломлення пружних хвиль на границі двох анізотропних середовищ?*
3. *Опишіть матричний метод в задачах сеймоакустики стратифікованого анізотропного середовища.*
4. *Фактор добротності. Коефіцієнт затухання пружних хвиль.*
5. *Пряма і зворотня задачі акустики геосистем структурного рівня текстур гірських порід.*
6. *Принцип латеральної сейсмоакустичної квазіоднорідності.*
7. *Роль сеймоакустики при вирішенні задач моніторингу геологічного середовища.*
8. *Характеристичні поверхні фазових швидкостей, рефракції та хвильова поверхня в однорідному ізотропному та анізотропному середовищах.*
9. *Акустичний метод дослідження свердловин.*
10. *Визначення детермінованої і флуктуаційної складової ефективного тензору пружних постійних по даним ультразвукових вимірювань фазових швидкостей пружних хвиль в гірських породах.*
11. *Природа сейсмічної анізотропії земної кори.*
12. *Перетворення Фур'є.Область застосування.*
13. *Закономірності розповсюдження пружних хвиль в анізотропному і ізотропному геологічному середовищі(порівняльний аналіз).*
14. *Сейсмоакустика геокомплексів.*
15. *Лінійні системи.*
16. *Природа сейсмічної анізотропії реального геологічного середовища.*
17. *Годограф відбитих сейсмічних хвиль для стратифікованого поперечно-ізотропного середовища.*
18. *Пертворення Лапласа.*
19. *Акустичний тензор. Фізичний зміст його компонент.*
20. *Свердловинні сейсмоакустичні методи. Їх суть і практичне застосування.*
21. *Методи визначення акустичних і пружних постійних гірських порід.*
22. *Функція розподілу орієнтації мінералів та її розвинення в ряд узагальнених сферичних функцій.*
23. *Природа сейсмоакустичної анізотропії геогомплексів.*
24. *Рух і хвиля. Фазова і групова швидкість.*
25. *Основні структурні рівні сейсмоакустичних досліджень геологічного середовища. Природа сейсмоакустичної анізотропії на різних структурних рівнях досліджень.*
26. *Годографи вертикального сейсмічного профілювання для випадку стратифікованого поперечно-ізотропного товсто-шаруватого середовища.*
27. *Класифікація методів сейсмоакустики.*
28. *Рівняння розповсюдження плоскої монохроматичної хвилі в однорідному анізотропному середовищі. Хвильових вектор. Фазовий множник.*
29. *Годографи відбитих сейсмічних хвиль для стратифікованого поперечно-ізотропного товсто-шаруватого геологічного середовища.*
30. *Акустика структурного рівня текстур гірських порід. Методика і ультразвукова апаратура вимірювання фазових швидкостей пружних хвиль.*
31. *Розповсюдження сейсмічних хвиль в анізотропному товсто-шаруватому геологічному середовищі.*

32. *Класифікація методів сейсмічної томографії.*
33. *Явище розсіювання пружних хвиль в реальному геологічному середовищі.*
34. *Кількісні міри акустичної і пружної анізотропії.*
35. *Поперечно-ізотропна апоксімація азимутальної залежності швидкості товстошаруватого геологічного середовища.*
36. *Модель "чорного ящика".*
37. *Акустика мінералів. Вплив структури на пружні властивості породоутворюючих мінералів.*
38. *Чисельні методи обчислення фазових і променевих швидкостей в анізотропному середовищі довільної симетрії.*
39. *Інверсія сейсмічних даних у пружні постійні методом "просторового стану" для випадку стратифікованого шаруватого середовища.*
40. *Природа пружної анізотропії породоутворюючих мінералів.*
41. *Метод ВСП. Його суть та область застосування при вирішенні геологічних задач.*
42. *Спектральна характеристика шаруватого стратифікованого геологічного середовища.*
43. *Поняття геологічного середовища.*
44. *Розвинення в ряд сферичних функцій азимутальної залежності акустичного тензора мінералів і гірських порід.*
45. *Акустичне точкове джерело в свердловині заповненій рідиною.*
46. *Інваріантно-поляризаційний метод визначення пружних постійних гірських порід.*
47. *Сейсмоакустика геоформацій. О сновні методи та їх застосування при вирішенні геологічних задач.*
48. *Роль екстенсивної ділантасійної анізотропії в геологічних явищах.*
49. *Типи сейсмоакустичних неоднорідностей геологічного середовища.*
50. *Фазова, групова і променеві швидкості анізотропного геологічного середовища. Основні співвідношення між ними.*
51. *Метод інверсії даних ВСП у пружні постійні (випадок товсто-шаруватого середовища).*
52. *Спектральний аналіз в сейсмоакустиці.*
53. *Визначення функції розподілу мікро тріщин по даним вимірювань анізотропії пружних постійних текстур гірських порід.*
54. *Теоретичні основи сейсмоакустичної томографііі. Теорема Радона.*
55. *Явище гіротропії в реальному геологічному середовищі.*
56. *Параметри анізотропії об"ємних пружних хвиль. Методи їх чисельних розрахунків.*
57. *Метод Томпсона для апроксимації фазової і променевої швидкості поперечноізотропного середовища.*