КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА

ННІ «Інститут геології»

Кафедра ***геофізики***

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
Заступник директора інституту
з навчальної роботи
_____Всеволод ДЕМИДОВ
«29» серпня 2025 року

РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Digital Seismological Models
(Цифрові сейсмогеологічні моделі)

для здобувачів

галузь знань **10 Природничі науки**
напрям **103 «Науки про Землю»**
освітній рівень **Магістр**
освітня програма **Геофізика**
блок дисциплін **Прикладна геофізика**
вид дисципліни **Вибіркова**

Форма навчання	**денна**
Навчальний рік	**2025/2026**
Семестр	**3**
Кількість кредитів ECTS	**5**
Мова викладання, навчання та оцінювання	**англійська, українська**
Форма заключного контролю	**іспит**

Викладач: Лісний Георгій Дмитрович, *доктор геологічних наук, професор кафедри геофізики, доцент*

Пролонговано: 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)

© Георгій ЛІСНИЙ, 2025 рік

КИЇВ – 2025

Розробник: ***Лісний Георгій Дмитрович, доктор геологічних наук, професор кафедри геофізики, доцент***

Затверджено

Завідувач кафедри геофізики

_____ Віктор ОНИЩУК

Протокол № 1 від «26» серпня 2025 р.

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

Протокол № 1 від «29» серпня 2025 року

Голова науково-методичної комісії _____ Всеволод ДЕМИДОВ

Мета дисципліни – підготовка фахівців, що володіють методами промислової сейсморозвідки, сучасними методами аналізу геолого-геофізичної інформації при пошуках та розвідці покладів вуглеводнів, побудовою цифрових геолого-геофізичних моделей, застосування геостатистики для визначення зон покращених колекторських властивостей та літології.

Вимоги до вибору навчальної дисципліни:

1. Знання теоретичних основ геофізики, сейсмометрії, математичної обробки сейсмічних даних
2. Володіти навичками роботи з персональним комп'ютером.

Анотація навчальної дисципліни / референс**:**

В програмі дисципліни поетапно розглядаються технології створення сейсмогеологічної моделі родовищ: завантаження даних, прив'язка, побудова швидкісних моделей, кореляція горизонтів та простеження тектонічних порушень, створення структурного каркасу, розрахунок атрибутів та прогноз фільтраційно-ємнісних властивостей у міжсвердловинному просторі. Розв'язуються прямі і обернені задачі геофізики з метою вирішення фундаментальних і прикладних науково-дослідних задач, застосування нових інформаційних технологій та методів комп'ютерної інтерпретації сейсмічних даних та побудові просторових геолого-геофізичних моделей.

Завдання:

- вивчення теоретичних основ при побудові цифрових сейсмогеологічних моделей,

-оволодіти сучасними методами сейсмічних досліджень при вирішенні фундаментальних і прикладних задач;

-вміння ставити і вирішувати теоретичні та прикладні задачі при побудові цифрових моделей родовищ вуглеводнів;

-вміння застосовувати сучасні інформаційні технології для вирішення геофізичних задач;

-вміння шляхом узагальнення і аналізу одержаних результатів формулювати нові знання та оцінювати їхнє прикладне значення.

- освоїти технології побудови детерміністичної та стохастичної геолого-геофізичниі моделі родовищ нафти та газу на основі сейсмічних даних.

-освоїти поняття побудови просторової геолого-геофізичної моделі нафтогазового родовища, вивчити нові підходи до прогнозування вуглеводнів.

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, створення бази даних проекту.*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10%*
1.2	*Класифікація сейсмічних даних та створення робочого проекту в програмному середовищі Петрел.*	*лекція*	*Письмова робота*	*до 10%*
1.3	*Принципи використання даних геофізичних досліджень у свердловинах.*	*лекція,*	*Письмова робота*	*до 10%*
1.4	*Технологія Pillar Gridding, створення 3D гріду.*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10%*
1.5	*Технологія створення моделей горизонтів та 3Д грідів.*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10%*
1.6	*Створення структурно-тектонічної моделі*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10%*

1.7	*Оцінка запасів вуглеводнів*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10%*
2.1	*Побудова структурно-тектонічних моделей родовищ та площ.*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10%*
2.2	*Володіння базовими навиками з побудови цифрових моделей родовищ вуглеводнів*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10%*
3.1	*Організація колективної роботи геофізичного підрозділу*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 5%*
4.1	*Розуміння особистої відповідальності за професійні рішення щодо інформації про геологічне середовище*	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 5%*

***Структура курсу**: лекційні та практичні заняття, самостійна робота здобувачів.*

Схема формування оцінки:

Форми оцінювання здобувачів

1. Семестрове оцінювання:

1) Контрольна робота 1: Просторове геологічне моделювання. Імпорт геолого-геофізичних даних в програмні продукти – 5 балів (рубіжна оцінка 3 бали)

2) Контрольна робота 2: Кореляція свердловин. Глибинне перетворення. Створення швидкісної моделі. – 5 балів (рубіжна оцінка 3 бали)

3) Контрольна робота 3: Підрахунок запасів та побудова просторової моделі. – 5 балів (рубіжна оцінка 3 бали).

4) Оцінка за виконання та захист практичних робіт – 45 балів (рубіжна оцінка 27 балів).

2. Підсумкове оцінювання *у формі іспиту*[1]: *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.*

	Змістовий модуль1	Змістовий модуль2	Змістовий модуль3	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.*

[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.*

Організація оцінювання: *Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою та передбачає: виконання 6 практичних робіт (де здобувачі мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі використовуючи окреслені викладачем методи та засоби), виконання 8 самостійних робіт (де здобувачі мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі без обмеження інструментарію та техніки вирішення проблеми) та проведення 3 письмових модульних контрольних робіт. 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 роботи	Самостійна робота
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 1 **Просторове геологічне моделювання. Імпорт геолого-геофізичних даних в програмні продукти.**				
	Тема 1. Вступ до предмету. Імпорт даних. Імпортування відбивок свердловин. Імпортування 2Д, 3Д сейсмічних даних. Імпорт даних з іншого проекту. Контроль якості імпортованих даних. Візуалізація сейсмічних даних	*4*	*1*	*15*
	Тема 2. Інтерпретація сейсмічних даних. Створення робочого проекту для інтерпретації. Автоматична та ручна інтерпретація. Інтерпретація тектонічних порушень. Інтерпретація розломів в 3D вікні	*4*	*2*	*14*
	Модульна контрольна робота №1			*2*
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 2 ***Кореляція свердловин. Глибинне перетворення. Створення швидкісної моделі.***				
	Тема 3. Кореляція свердловин. Редагування та створення розбивок свердловин. Моделювання розломів. Редагування піларів. Об'єднання піларів.	*4*	*2*	*14*
	Тема 4. Технологія Pillar Gridding. Створення 3D гріда. Створення границі гріда. Перевірка якості структурного каркасу.	*4*	*2*	*14*
	Тема 5. Моделювання горизонтів. Домени 3Д гріду. *Глибинні перетворення. Створення швидкісної моделі.*	*4*	*2*	*15*
	Модульна контрольна робота №2			*2*
ЗМІСТОВИЙ МОДУЛЬ 3 ***Підрахунок запасів та побудова просторової моделі.***				
	Тема 6. Створення структурно-тектонічної моделі. Детерміністична та стохастична інверсія. Калькулятор властивостей.	*4*	*2*	*14*
	Тема 7. Підрахунок запасів. Проектування свердловин у просторі.	*4*	*3*	*14*
	Модульна контрольна робота №3			*2*
	Екзаменаційний тест			
Всього		***28***	***14***	***106***

Загальний обсяг ***150*** *год.*[3]**,** в тому числі:
Лекцій **– *28*** *год.*
Практичні заняття - ***14*** *год.*
Консультації - ***2*** *год.*
Самостійна робота - **106** *год.*

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

РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА:

Основні:

1) Продайвода Г.Т., Вижва С.А., Безродна І.М., Продайвода Т.Г. (2011). Геофізичні методи оцінки продуктивності колекторів нафти і газу. Київ: ВПЦ «Київськ. ун-т», 367 с.
2) Продайвода Г.Т., Вижва С.А., Безродний Д.А., Безродна І.М. (2011). Акустичний текстурний аналіз тектонофацій метаморфічних порід Криворіжжя. Київ: ВПЦ «Київськ. ун-т», 368 с.
3) Satinder Chopra and John P. Castagna. AVO. Investigation in Geophysics Series No. 16 Society of Exploration Geophysicists. 2014. 289 p.
4) Rob Simm and Mice Bacon. Seismic Amplitude: An Interpreter's Handbook. Cambridge University Press. 2014. 272 p.
5) Hampson D. (1992). Post-stack seismic modeling, processing, and inversion: STRATA software documentation / D. Hampson, B. H. Russell // Hampson-Russell Software Services Ltd.
6) Russell B. H. (2004). The application of multivariate statistics and neural networks to the prediction of reservoir parameters using seismic attributes : PhD thesis / Brian Henderson Russell. Calgary, 367 p.
7) Sheriff R. E. (1975). Factors affecting seismic amplitudes / R. E. Sheriff // Geophysical Prospecting. v. 23, P. 125–138.

Додаткові:

8) Вижва С.А., Тищенко А.П. (2008). Сучасні підходи до побудови геолого-геофізичної моделі нафтогазових покладів. Вісник Київського університету "Геологія". Вип. 43. С. 4–9.
9) Тищенко А.П., Кузьменко П.М., Коровніченко Є.Є. (2007). Способи побудови сейсмічних моделей геологічних середовищ. Проблеми нафтогазової промисловості: зб. наук. праць. Вип. 5. Київ, С. 182–186.
10) Petrel, Seismic to Simulation Software, Introduction Course, v. 2005: Schlumberger Information Solution,. – 486 p. 2006
11) Petrel, Seismic to Simulation Software, Property Modeling Course, v. 2005: Schlumberger Information Solution, 2006. – 320 p.
12) Petrel, Seismic to Simulation Software, Seismic Visualization and Interpretation, v. 2005: Schlumberger Information Solution, 2006. – 266 p.
13) Tyshchenko A.P. (2008). The modern approaches to geological-geophysical model construction of oil and gas field of the Black Sea North-East shelf (on the Schmidt area example). Science and Technology in Prospecting and Production of Oil and Gaz. Onshore and Offshore. Poland, Zakopane, P. 314–320.

Питання на іспит

1. Основні види форматів сейсмічних та каротажних даних.
2. Організація вхідних даних в проекті.
3. Варіанти візуалізації сейсмічних та свердловинних даних.
4. Сучасні напрямки та підходи інтерпретації сейсмічних даних.
5. Інтерпретація як процес побудови моделей.
6. Методи інтерпретації: прогнозування геологічного розрізу, сейсмостратиграфія, структурно-формаційна інтерпретація.
7. Як відбувається кореляція свердловин?
8. Що таке фаціальний каротаж?
9. Комплексна інтерпретація параметрів сейсмічних хвиль і даних досліджень свердловин.
10. Як відбувається процес моделювання розломів.
11. Зони та слої при побудові каркасу родовища.
12. Процес Pillar Gridding.
13. Процес глибинного перетворення 3D грідів
14. Створення швидкісної моделі
15. Глибинне перетворення
16. Часовий та глибинний каркас моделі.
17. Варіаційний аналіз.
18. Геостатистика: Гістограми та фільтри
19. Водо нафтовий контакт та газа-нафтовий контакт.
20. Властивості між контактами.
21. Підрахунок запасів.
22. Проектування свердловин у просторі
23. Петрофізичне моделювання
24. Мета і завдання побудови цифрової сейсмогеологічної моделі.
25. Цифровий сейсмічний запис як часова послідовність.
26. Етапи побудови цифрової сейсмогеологічної моделі.
27. Математична модель середовища.
28. Формат сейсмічного запису SEG-Y.
29. Літолого-акустична та фізико-геологічна модель середовища.
30. Аналіз швидкостей за даними сейсмокаротажа і акустичного каротажу.
31. Моделювання і розв’язок прямої задачі сейсморозвідки
32. 3-D сейсморозвідка, принципові переваги над 2-D сейсморозвідкою.
33. Загальна схема вирішення зворотніх задач
34. Метод спільної глибинної точки (СГТ) — загальна характеристика.
35. Поздовжні та поперечні хвилі.
36. Класифікація методів сейсморозвідки.
37. Основні припущення при інтерпретації сейсмічних даних.
38. Сейсмічна стратиграфія.
39. Кратні хвилі. Класи кратних хвиль. Хвилеводи
40. Основні способи визначення ефективної швидкості за годографами відбитих хвиль.
41. Багатошарове середовище. Товсті та тонкі шари.
42. Прямі індикатори пошуків вуглеводнів.
43. Зона малих швидкосте (ЗМШ), її вплив на виконання сейсмічних спостережень.
44. Швидкості у сейсморозвідці.
45. Інтерпретація сейсмічних даних.
46. Просторові системи спостережень.
47. Основна діагностична ознака виявлення вуглеводнів за сейсмічним методом.
48. Формати польових даних.
49. Просторова інтерполяція сейсмічних даних.
50. Бінування в 3Д.
51. Цифровий сейсмічний запис як часова послідовність.
52. Реєстрація сейсмічного запису у цифровій формі. Демультиплексація.
53. Двійкова система числення. Одиниці інформації. Динамічний діапазон сейсмічного запису.

54. Етапи обробки і схема їх взаємодії.
55. Перетворення Гільберта
56. Сучасні засоби обчислювальної техніки
57. Комп’ютерне планування 2D і 3D спостережень як новий етап обробки сейсмічних даних