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

Науково–дослідницький практикум

для здобувачів освіти

галузь знань	**10 Природничі науки**
напрям	**103 Науки про Землю**
освітній рівень	**Магістр**
освітня програма	**Геофізика**
спеціалізація	**Прикладна геофізика, Фізика Землі**
вид дисципліни	**Вибіркова**

Форма навчання	**денна**
Навчальний рік	**2024/2025**
Семестр	**2,3**
Кількість кредитів ECTS	**6**
Мова викладання, навчання та оцінювання	**українська**
Форма заключного контролю	**залік**

Викладачі: *Безродний Дмитро Анатолійович, кандидат геологічних наук, доцент кафедри геофізики, Безродна Ірина Миколаївна, кандидат геологічних наук, доцент кафедри геофізики, Тищенко Андрій Павлович, 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)

© Безродний, Д.А.,
© Безродна І.М.,
© Тищенко А.П.

КИЇВ – 2024

Розробники: Безродний Дмитро Анатолійович, кандидат геологічних наук, доцент кафедри геофізики, Безродна Ірина Миколаївна, кандидат геологічних наук, доцент кафедри геофізики, Тищенко Андрій Павлович, кандидат геологічних наук, доцент кафедри геофізики

Затверджено
Завідувач кафедри геофізики
_____ Віктор ОНИЩУК
(підпис) (прізвище та ініціали)
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 – дати загальні фундаментальні знання про сучасні методи аналізу геолого-геофізичної інформації при пошуках та розвідці покладів вуглеводнів. Визначити ключові питання прогнозування геологічного розрізу на основі петрофізичних, сейсмічних та граві-м
агнітних даних та їх математичного моделювання. Привити здобувачам знання інтерпретаційного процесу прогнозування геологічного розрізу та його нафтогазонасичення.

Вимоги до вибору навчальної дисципліни:

1. Знання теоретичних основ петрофізики, сейсмометрії, гравіметрії, магнітометрії та математичного моделювання геофізичних параметрів.
2. Володіти навичками роботи з персональним комп'ютером.

Анотація навчальної дисципліни / референс**:**

В програмі дисципліни основна увага приділяється освоєнню здобувачами основних понять світового досвіду пошуків та розвідки покладів вуглеводнів, обґрунтуванню фізико-математичних основ використання сучасних методів аналізу геофізичної інформації. Зокрема, розглядаються підходи щодо вивчення анізотропного геологічного середовища геофізичними методами, аналізу амплітуди відбиття хвиль від віддалення (AVO) в сейсморозвідці, вивчення нових підходів щодо вирішення прямих та обернених задач геофізики, прийомів якісної та кількісної інтерпретації геофізичних даних, роль пружної інверсії при пошуках та розвідці родовищ вуглеводнів.

Завдання:

- *ознайомити з геофізичними методами оцінки перспективних товщ нафтогазових відкладів.*
- *навчити принципам аналізу вхідних геолого-геофізичних даних та їх комплексної інтерпретації.*
- *надати способи вивчення анізотропного геологічного середовища геофізичними методами.*
- *пояснити можливості математичного моделювання геофізичних параметрів для дослідження колекторських властивостей порід, їх нафтогазонасичення.*
- *навчити вимірювати петроакустичні параметри з врахуванням анізотропії та моделювати на їх основі текстурно-структурних особливостей мінерального складу та структури пустотного простору порід-колекторів.*
- *пояснити залежності відбиваючої здатності геологічного середовища від віддалення джерело-приймач.*
- *пояснити методи дослідження факторів, які впливають на амплітуди відбитих хвиль.*
- *охарактеризувати AVO-класифікацію газонасичених пісковиків.*
- *ознайомити з теорією пружної інверсії петроакустичних і сейсмічних даних.*
- *Надати можливість засвоєння принципів моделювання впливу флюїдонасиченого пласта на амплітуди відбитих хвиль.*

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 акустичної інверсії геофізичних даних.	*лекція*	*Письмова робота*	*до 5 %*
1.2.	Основні принципи інваріантно-поляризаційного методу	*лекція , практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 5 %*

	дослідження анізотропного геологічного середовища			
1.3.	Принципи дослідження комплексу петрофізичних параметрів при вивченні порід-колекторів	*лекція , практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 5 %*
1.4.	Методику математичного моделювання флюїдонасичення порід з використанням геофізичних даних	*лекція*	*Письмова робота*	*до 5 %*
1.5.	Методику інтерпретації потенціних полів при пошуках нафти і газу	*лекція , практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 5 %*
1.6	Основні способи сейсмічної інверсії на основі згорточної моделі геологічного середовища.	*лекція*	*Письмова робота*	*до 5 %*
1.7	Комп'ютерні технології інверсії сейсмічних даних.	*лекція*	*Письмова робота*	*до 5 %*
1.8	Методи створення синтетичних сейсмічних розрізів із застосуванням даних ГДС.	*лекція*	*Письмова робота*	*до 5 %*
1.9	Способи корелювання сейсмічних даних та даних ГДС для виконання інверсійних перетворень.	*лекція,*	*Письмова робота*	*до 10 %*
1.10	Методи отримання петрофізичних параметрів із застосуванням сейсмічних інверсійних перетворень.	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10 %*
2.1	Здійснювати оцінку перспективних товщ нафтогазових відкладів із використанням сучасних геофізичних технологій	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 5 %*
2.2.	Досліджувати зразки інваріантно-поляризаційним методом	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10 %*
2.3	Проводити аналіз вихідних геолого-геофізичних даних та здійснювати їх комплексну інтерпретацію	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10 %*
2.4.	Виконувати моделювання впливу флюїдонасиченості породи.	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 10 %*
3.1	Вміти організувати колективну роботу для ефективного вирішення поставленої задачі	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 3 %*
4.1	Розуміння особистої відповідальності за професійні рішення які можуть давати інформацію про геологічне середовище	*лекція, практичне заняття*	*Письмова робота*	*до 2 %*

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

Схема формування оцінки:

Форми оцінювання здобувачів

1. **Семестрове оцінювання:**

І семестр

1) Контрольна робота з питань пружної анізотропії – 5 балів (рубіжна оцінка 3 бали)
2) Контрольна робота з методів моделювання флюїдонасиченого середовищі – 5 балів (рубіжна оцінка 3 бали).
3) Оцінка самостійної роботи за виконання та захист робіт на практичних заняттях – 40 балів (рубіжна оцінка 18 балів)

ІІ семестр

4) Контрольна робота з питань акустичної інверсії – 5 балів (рубіжна оцінка 3 бали)
5)Контрольна робота з методів сейсмічної інверсії для аналізу петрофізичних параметрів – 5 балів (рубіжна оцінка 3 бали).
4) Оцінка самостійної роботи за виконання та захист робіт на практичних заняттях – 20 балів (рубіжна оцінка 18 балів)

.**2. Підсумкове оцінювання *у формі заліку*:** [1] *максимальна оцінка 20 балів, рубіжна оцінка 12 балів. Під час заліку здобувач готує відповіді на три поставлені питання.* ***Підсумкове оцінювання у формі заліку не є обов'язковим, при відмові від участі у даній формі оцінювання здобувач не отримає відповідні бали до підсумкової оцінки.***

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.*

	ЗМ1/Частина 1	ЗМ2/Частина 2	ЗМ3/Частина 3	*залік*	Підсумкова оцінка
Мінімум	***15***	*15*	*18*	*12*	*60*
Максимум	**25**	**25**	**30**	**20**	**100**

Здобувач не допускається до заліку, якщо під час семестру набрав менше 40 балів.[2] *Оцінка за залік не може бути меншою* ***12 балів*** *для отримання загальної позитивної оцінки за курс .*

Організація оцінювання: *Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою та передбачає: виконання 8 практичних робіт (де здобувачі 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 письмово-усного заліку.*

Шкала відповідності

Зараховано / Passed	60-100
Не зараховано / Fail	0-59

2

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ І ПРАКТИЧНИХ ЗАНЯТЬ

№ п/п	Назва теми	Кількість годин		
		лекції	практичні	Самостійна робота
	Частина 1			
	Тема 1. Петрофізичні дослідження анізотропного геологічного середовища	**4**	**2**	**15**
	Тема 2. Математичне моделювання насиченості порід-колекторів	**4**	**2**	**14**
	Контрольна робота 1			**1**
	Тема 3. Принципи інтерпретації годографів сейсмічних хвиль в анізотропному геологічному середовищі при пошуках нафти і газу	**4**	**2**	**15**
	Тема 4. Принципи інтерпретації потенційних полів при пошуках нафти і газу	**4**	**2**	**14**
	Контрольна робота 2			**1**
	Частина 2			
1	**Тема 5.** Акустична інверсія сейсмічних даних. Основні поняття сейсмічної інверсії на основі згорточної моделі геологічного середовища.	2		10
3	**Тема 6**. Створення синтетичних сейсмічних розрізів із застосуванням даних ГДС.	2	2	10
4	**Тема 7**. Корелювання сейсмічних даних та даних ГДС для виконання інверсійних перетворень.	4	2	19
	Контрольна робота 3			1
5	**Тема 8.** Створення проекту за реальними сейсмічними даними	4	2	10
6	**Тема 9.** Моделювання впливу флюїдонасиченого пласта на амплітуди відбитих хвиль.	4	2	9
	Контрольна робота 4			1
	ВСЬОГО	**32**	**16**	**120**

Загальний обсяг 18***0*** *год.*, в тому числі:
Лекцій ***– 32*** *год.*
Практичні заняття ***- 16*** *год.*
Консультації - 12 *год.*
Самостійна робота **- 120** *год.*

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

Основна:

1. Безродна І.М., Гожик А.П. Петрофізика: навчальний посібник. – К: ВПЦ «Київський університет», 2018. – 256 с.
2. Вижва С.А., Безродна І.М. Визначення структури пустотного простору складнопобудованих порід за даними петроакустичних досліджень Семиреньківської площі // Вісник Київського університету, серія Геологія, Київ, в.74. 2016. С. 11-17
3. Вижва С.А., Продайвода Г.Т., Кузьменко П.М. Навчальний посібник «AVO-аналіз та інверсія сейсмічних даних» Київ, Геологічний факультет, КНУ імені Тараса Шевченка, 2014. - 262 с.
4. Викен П.С.Х. Методы сейсмической инверсии и их ограничения / П.С.Х. Викен, М. Да Сильва // First Break. – Том 22. – Июнь 2004. – С. 47–70.
5. Карпенко О.М. Обробка і інтерпретація даних геофізичних досліджень свердловин на ЕОМ: Лабораторний практикум // Івано-Франківськ, Факел. - 2003. – 94 с.
6. Кузьменко П.М., Тищенко А,П. Методичні вказівки з виконання лабораторних робіт до курсу «Сейсмометрія» «Основи структурної інтерпретації сейсмічних даних (Petrel)».
7. Продайвода Г.Т. Основи сейсмоакустики. Київ: ВПЦ “Київський університет”, 2000, 292 с.
8. Продайвода Г.Т., Вижва С.А. Віршило І.В. Математичне моделювання ефективних геофізичних параметрів. Київ: ВПЦ., 2012 – 286с.
9. Castagna J. P. AVO analysis – tutorial and review, in Castagna, J. and Backus, M.M., eds, Offset-dependent reflectivity. Theory and practice of AVO analysis, Investigations in Geophysics Series / J. P. Castagna, M. M. Backus // Society of Exploration Geophysicists. – V. 8. – Tulsa, 1993. – P. 3–36.
10. Leslie B. Magoon and Wallace G. Dow / The Petroleum System From Source to Trap / AAPG Memoir 60/ - 1994.

Додаткова

11. Безродна І.М. Посібник з лабораторного практикуму з курсу «Петрофізика» // http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/lab_Petrophysics.pdf
12. Безродна, І. Математичне моделювання впливу мінерального скелету та пористості на параметри пружної анізотропії складнопобудованих теригенних порід-колекторів Волино-Поділля [Текст] / І. Безродна, Д. Безродний, Р. Голяка // Вісник Київського університету. Геологія. - 2016. - №73. – С.27-32. http://doi.org/10.17721/1728-2713.73.04
13. Безродная И., Безродный Д., Продайвода Г. Математическое моделирование упругой анизотропии пород-коллекторов // Монография: Издательство Lambert Academic Publishing. 2018. – 200 с. https://www.morebooks.shop/store/ru/book/Математическое-моделирование-упругой-анизотропии-пород-коллекторов/isbn/978-613-8-34712-5
14. Продайвода Г.Т., Вижва С.А., Безродний Д.А., Безродна І.М. Акустичний текстурний аналіз метаморфічних порід Криворіжжя // ВПЦ "Київський університет". – 2011. – 368 с.
15. Castagna J. P. Framework for AVO gradient and intercept interpretation / J. P. Castagna, H. W. Swan, D. J. Foster // Geophysics. – 1998, v. 63, N 3. – P. 948–956.
16. Castagna J. P. Comparison of AVO indicators: A modeling study / J. P. Castagna, S. W. Smith // Geophysics. – 1994, v. 59. – P. 1849–1855.
17. Castagna John P. Principles of AVO Cross Plotting / John. P. Castagna, Herbert W. Swan // The Leading Edge. – 1997. – Vol. 6, April, Issue 4. – P. 337–344.

Питання на залік

1. На чому основано петрофізичне дослідження анізотропних порід?
2. Охарактеризуйте інваріантно-поляризаційний петрофізичний метод.
3. Скільки пружних постійних характеризують анізотропні гірські породи при різних типах симетрії?
4. Які параметри анізотропії описують неоднорідне пружне геологічне середовище за інваріантно-поляризаційним петрофізичним методом
5. Які принципи дослідження і аналізу комплексу петрофізичних параметрів при вивченні порід-колекторів
6. Охарактеризуйте методику математичного моделювання флюїдонасичення порід з використанням акустичних даних
7. Охарактеризуйте методику математичного моделювання флюїдонасичення порід з використанням електричних даних даних
8. Як виконується організація вхідних даних в проекті при дослідженні порід-колекторів геофізичними методами?
9. Які є методи інтерпретації потенційних полів при пошуках нафти і газу?
10. Охарактеризуйте принципи якісної інтерпретації даних потенціальних полів при пошуках нафти і газу
11. Охарактеризуйте принципи кількісної інтерпретації даних потенціальних полів при пошуках нафти і газу
12. Які є варіанти візуалізації сейсмічних та свердловинних даних?
13. Опишіть сучасні напрямки та підходи інверсії сейсмічних даних.
14. Що таке інверсія як процес побудови моделей?
15. Як відбувається кореляція свердловин?
16. Що таке фаціальний каротаж?
17. Опишіть комплексну інтерпретацію параметрів сейсмічних хвиль і даних досліджень свердловин.
18. Що таке глибинне перетворення?
19. Як виконується інверсія сейсмічних даних при петрофізичному моделюванні?
20. Опишіть етапи побудови цифрової сейсмогеологічної моделі.
21. Що таке математична модель середовища?
22. Як виконується аналіз швидкостей за даними сейсмокаротажа і акустичного каротажу?
23. Як виконується моделювання і розв’язок прямої та оберненої задачі сейсморозвідки?
24. Опишіть загальну схему вирішення зворотніх задач у сейсморозвідці.
25. Опишіть загальну характеристику методу спільної глибинної точки (СГТ).
26. Які є прямі індикатори пошуків вуглеводнів?
27. Як впливають швидкості та густина при побудові інверсії у сейсморозвідці?
28. Як виконується інтерпретація та інверсія сейсмічних даних?
29. Як виконується основна діагностична ознака виявлення вуглеводнів за сейсмічним методом?
30. Як здійснюється просторова інверсія сейсмічних даних?
31. Опишіть етапи інверсії і схему їх взаємодії.
32. Що таке акустична інверсія, де вона застосовується?
33. Що таке згорточна модель геологічного середовища?
34. Яке Ви знаєте програмне забезпечення для виконання інверсії сейсмічних даних?
35. Які вхідні дані необхідні для створення синтетичних сейсмічних розрізів?
36. Наведіть основні критерії оптимально відкорельованих сейсмічних та свердловинних даних.
37. Яким чином зв’язані сейсмічні дані із петрофізичними параметрами. Приведіть приклади основних залежностей?
38. Назвіть основні кроки виконання сейсмічної інверсії.