

КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА
ННІ «Інститут геології»

Кафедра *геофізики*

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Заступник директора інституту
з навчальної роботи

 Всеволод ДЕМИДОВ

« » _____ 2023 року

**РОБОЧА ПРОГРАМА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
«Геологічна інтерпретація сейсмічних даних»**

для студентів

галузь знань **10 Природничі науки**
спеціальність **103 «Науки про Землю»**
освітній рівень **Магістр**
освітня програма **Геофізика**
блок дисциплін **Прикладна геофізика, Фізика Землі**
вид дисципліни **Обов'язкова**

Форма навчання **денна**
Навчальний рік **2023/2024**
Семестр **3**
Кількість кредитів ECTS **3**
Мова викладання,
навчання та оцінювання **українська**
Форма заключного контролю **залік**

Викладачі: *Тищенко Андрій Павлович, кандидат геологічних наук, доцент кафедри геофізики, доцент*

Продовжено: на 20__/20__ н.р. _____ «__»__ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

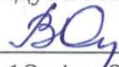
на 20__/20__ н.р. _____ «__»__ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

на 20__/20__ н.р. _____ «__»__ 20__ р.
(підпис, ПІБ, дата)

Андрій ТИЩЕНКО

КИЇВ - 2023

Розробники: Кузьменко Павло Миколайович, кандидат геологічних наук, доцент кафедри геофізики, доцент; Тищенко Андрій Павлович, кандидат геологічних наук, доцент кафедри геофізики, доцент.

Затверджено
Завідувач кафедри геофізики

Віктор ОНИЩУК
Протокол № 18 від «29» червня 2023 р.

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

Протокол № 1 від «31» серпня 2023 року

Голова науково-методичної комісії  Всеволод ДЕМИДОВ

Мета дисципліни – ознайомлення студентів з особливостями якісної та кількісної інтерпретації хвильових полів для вирішення як задач побудови геологічних моделей, так і прогнозування характеристик геологічного розрізу, з методологією сейсморозвідки як основного метода, що застосовується під час пошуків і розвідки родовищ вуглеводнів.

Вимоги до вибору навчальної дисципліни:

Знання теоретичних основ геологічних та геофізичних дисциплін.

Анотація навчальної дисципліни / референс:

В програмі дисципліни основна увага приділяється якісному та кількісному аналізу сейсмохвильових полів, а також комп'ютерним принципам інтерпретації спостережених сейсмічних даних, AVO-аналізу та сейсмічної інверсії. Розглядаються підходи до розв'язку обернених задач сейсмічних даних та комплексування з методами ГДС. Вивчаються прийоми якісної та кількісної інтерпретації, які пояснюються на реальних прикладах. До розгляду включено геологічні аспекти сейсморозвідки, основні положення AVO-аналізу, питання теорії сейсмічної інверсії та практичного застосування до сейсмічних даних інверсій до та після підсумовування.

Завдання (навчальні цілі):

- оволодіння студентами основних методів сейсморозвідки на основі вивчення теоретичних основ;
- набуття практичних навичок сейсмічних досліджень;
- набуття студентами необхідних методологічних знань з якісної та кількісної інтерпретації сейсмічних даних;
- дослідження геологічного середовища з точки зору теоретичних аспектів методів сейсморозвідки та комплексування сейсмічних даних з методами ГДС;
- ознайомити з термінологічним апаратом якісної та кількісної інтерпретації сейсмічних даних;
- пояснити загальні принципи інтерпретації сейсмічних даних;

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 інтерпретації даних сейсмічних досліджень | лекція | Письмова робота | до 10% |
| 1.2 | Класифікацію методів кінематичної інтерпретації | лекція | Письмова робота | до 15% |
| 1.3 | Знати технології побудови швидкісних моделей | лекція | Письмова робота | до 10% |
| 1.4 | Класифікацію методів динамічної інтерпретації | лекція | Письмова робота | до 20% |
| 1.5 | Основні поняття AVO-аналізу та вирішувати ним задач | лекція | Письмова робота | до 10% |
| 1.5 | Технології сейсмічних інверсій та методик прогнозування геологічного | лекція | Письмова робота | до 10% |

| | | | | |
|-----|--|---------------|------------------------|---------------|
| | <i>розрізу за сейсмічними та свердловинними даними.</i> | | | |
| 2.1 | <i>Обробляти та описувати результати обробки сейсмічних даних та пояснювати їх зв'язок з геологічними об'єктами</i> | <i>лекція</i> | <i>Письмова робота</i> | <i>до 5%</i> |
| 2.2 | <i>Володіти базовими навиками в комп'ютерних програмах з якісної та кількісної інтерпретації сейсмічних даних</i> | <i>лекція</i> | <i>Письмова робота</i> | <i>до 5%</i> |
| 3.1 | <i>Вміти організувати колективну роботу для ефективного вирішення поставленої задачі</i> | <i>лекція</i> | <i>Письмова робота</i> | <i>до 5%</i> |
| 4.1 | <i>Розуміння особистої відповідальності за професійні рішення які можуть давати інформацію про геологічне середовище</i> | <i>лекція</i> | <i>Письмова робота</i> | <i>до 10%</i> |

Співвідношення результатів навчання дисципліни із програмними результатами навчання

| Результати навчання дисципліни | 1.1 | 1.2 | 1.3 | 1.4 | 1.5 | 2.1 | 2.2 | 3.1 | 4.1 |
|--|--------------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| | Програмні результати навчання | | | | | | | | |
| <i>Аналізувати особливості природних та антропогенних систем і об'єктів верхньої частини земної кори та її осадового шару зокрема.</i> | + | + | | + | + | + | | | + |
| <i>Знати сучасні методи геофізичних досліджень верхньої частини земної кори та її осадового шару зокрема і вміти їх застосовувати у виробничій та науково-дослідницькій діяльності</i> | | + | | + | | | + | + | + |
| <i>Моделювати об'єкти і процеси верхньої частини земної кори та її осадового шару зокрема, застосовуючи геофізичні, математичні методи та геоінформаційні технології.</i> | | | + | + | + | | + | | + |

Структура курсу: *лекції та самостійна робота студентів.*

Схема формування оцінки:

Форми оцінювання студентів

1. Семестрове оцінювання:

- 1) *Контрольна робота з якісної інтерпретації сейсмічних даних – 20 балів (рубіжна оцінка 12 бали)*
- 2) *Самостійна робота з якісної інтерпретації сейсмічних даних – 10 балів (рубіжна оцінка 6 балів)*
- 3) *Контрольна робота з основ кількісної інтерпретації сейсмічних даних – 40 балів (рубіжна оцінка 24 бали).*

4) Самостійна робота з кількісної інтерпретації сейсмічних даних – 10 балів (рубіжна оцінка 6 балів)

2. Підсумкове оцінювання у формі заліку: максимальна оцінка 20 балів, рубіжна оцінка 12 балів. Підсумкове оцінювання у формі заліку не є обов'язковим, при відмові від участі у даній формі оцінювання студент не отримає відповідні бали до підсумкової оцінки.

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.

| | ЗМ1/Частина 1 | ЗМ2/Частина 2 | залік | Підсумкова оцінка |
|-----------------|---------------|---------------|-----------|-------------------|
| <i>Мінімум</i> | 18 | 30 | 12 | 60 |
| Максимум | 30 | 50 | 20 | 100 |

Студент не допускається **до заліку**, якщо під час семестру набрав менше 40 балів.

Організація оцінювання: Контроль здійснюється за модульно-рейтинговою системою та передбачає: виконання 2 самостійних робіт (де студенти мають продемонструвати якість засвоєних знань та вирішити поставлені задачі без обмеження інструментарію та техніки вирішення проблеми) та проведення 2 письмових модульних контрольних робіт. Підсумкове оцінювання проводиться у формі заліку.

Шкала відповідності

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

**СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ
ТЕМАТИЧНИЙ ПЛАН ЛЕКЦІЙ**

| № теми | Назва теми | Кількість годин | |
|--|--|-----------------|-------------------|
| | | лекції | самостійна робота |
| Змістовий модуль I „Якісна інтерпретація сейсмічних даних” | | | |
| 1 | Вступ. Тема 1 Основи кінематичного та динамічного підходу до інтерпретації даних сейсмозвідки | 4 | |
| 2 | Тема 2 Основні типи пасток вуглеводнів та їх відображення на сейсмічних даних. | 4 | 16 |
| 3 | Тема 3 Побудова швидкісних моделей для перерахунку час-глибина та створення синтетичних сейсмічних трас | 4 | |
| 4 | Тема 4. Сейсмоатрибутний аналіз | 2 | 10 |
| <i>Контрольна робота 1</i> | | | 2 |
| Змістовий модуль II „Кількісна інтерпретація сейсмічних даних ” | | | |
| 5 | Тема 5. Інверсійні перетворення після підсумовування. | 4 | 16 |
| 6 | Тема 6. Інверсійні перетворення до підсумовування. | 4 | |
| 7 | Тема 7. AVO-аналіз сейсмічних даних | 4 | 14 |
| 8 | Тема 8. Інтеграція результатів інтерпретації для вирішення задач пошуків вуглеводнів | 2 | |
| <i>Контрольна робота 2</i> | | | 2 |
| Всього | | 28 | 60 |

Загальний обсяг 90 год.¹, в тому числі:

Лекцій – **28 год.**

Консультації - **2 год.**

Самостійна робота - **60 год.**

¹ Загальна кількість годин, відведених на дану дисципліну згідно навчального плану.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА:

Основна:

1. Продайвода Г.Т., Трипільський О.А., Чулков С.С. Сейсморозвідка. – К – ВПЦ «Київський університет», 2008.-351 с.
2. Вижва С.А., Продайвода Г.Т., Кузьменко П.М. AVO-аналіз та інверсія сейсмічних даних. – Київ, Геологічний факультет, КНУ імені Тараса Шевченка, 2014. - 262 с.
3. Продайвода Г.Т., Вижва С.А., Безродна І.М., Продайвода Т.Г. Геофізичні методи оцінки продуктивності колекторів нафти і газу. К.: ВПЦ «Київськ. Ун-т», 2011. 367 с
4. Акі Х., Річардс П. Кількісна сейсмологія. Теорія та методи. в 2-х т., 1983
5. Вікен П.С.Х. Методи сейсмічної інверсії та їх обмеження / П.С.Х. Вікен, М. Да Сільва // First Break. – Том 22. – Червень 2004. – С. 47–70.
6. Hampson D. Post-stack seismic modeling, processing, and inversion: STRATA software documentation / D. Hampson, B. H. Russell // Hampson-Russell Software Services Ltd. – 1992.
7. «Сейсморозвідка: підручник / Г.Т. Продайвода, П.М. Кузьменко, А.П. Тищенко, О.А. Трипільський. – К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2019.
8. Пряме визначення покладів вуглеводнів з використанням сейсмічних атрибутів (AVO). Найкращі та найгірші практики. Джон Патрік Кастанья.
9. Продайвода Г. Т. Математичне моделювання впливу тиску і температури на швидкості пружних хвиль гірських порід / Г. Т. Продайвода, Б. П. Маслов, С. А. Вижва // Геофизический журнал. – 2000. – №3. – С. 113–118.

Додаткова:

1. Вижва С.А. Сучасні підходи до побудови геолого-геофізичної моделі нафтогазових покладів / С.А. Вижва, А.П. Тищенко // Вісник Київського університету "Геологія". – 2008. – вип. 43. – С. 4–9.
2. Курганський В.М. Петрофізичні та геофізичні проблеми вивчення складнобудованих карбонатних колекторів нафти і газу, 1999.
3. Petrel, Seismic to Simulation Software, Introduction Course, v. 2005: Schlumberger Information Solution, 2006. – 486 p.
4. Petrel, Seismic to Simulation Software, Property Modeling Course, v. 2005: Schlumberger Information Solution, 2006. – 320 p.
5. Petrel, Seismic to Simulation Software, Seismic Visualization and Interpretation, v. 2005: Schlumberger Information Solution, 2006. – 266 p.

ПИТАННЯ НА ЗАЛІК

1. 3-D сейсморозвідка, принципові переваги над 2-D сейсморозвідкою.
2. Коефіцієнти відбиття та проходження за нормального падіння хвилі. Акустична жорсткість.
3. Основні припущення при інтерпретації сейсмічних даних.
4. Принципи поділу сейсмічних досліджень за основними завданнями та цільовою спрямованістю.
5. Основи засади кінематичного та динамічного підходу до інтерпретації даних сейсморозвідки
6. Основні типи пасток вуглеводнів та їх відображення на сейсмічних даних.
7. Сейсмічні атрибути та вирішувані ними задачі з пошуку і розвідки родовищ корисних копалин
8. Побудова швидкісних моделей для перерахунку час-глибина та створення синтетичних сейсмічних трас
9. Інверсійні перетворення після підсумовування.
10. Інверсійні перетворення до підсумовування.
11. AVO-аналіз сейсмічних даних
12. AVO-класифікація газонасичених пісковиків
13. Інтеграція результатів інтерпретації для вирішення задач пошуків вуглеводнів
14. Петрофізичні засади прогнозування характеристик геологічного розрізу за сейсмічними даними.
15. Сейсмічні межі. Сильні та слабкі межі.
16. Сейсмічна стратиграфія.
17. Позитивний та негативний коефіцієнт відбиття
18. Прямі індикатори пошуків вуглеводнів.
19. Основні критерії виявлення диз'юнктивних порушень за сейсмічними даними.
20. Швидкості у сейсморозвідці.
21. Інтерпретація сейсмічних даних.
22. Просторові системи спостережень.
23. Основна діагностична ознака виявлення вуглеводнів за сейсмічним методом.
24. Побудова геолого-геофізичних моделей за сейсмічними та свердловинними даними.