

Національна академія наук України
Інститут геофізики імені С.І.Субботіна



“Методика комплексування геолого-геофізичних даних при вивченні чорносланцевих пластів”

Аспірант: **Куртий Володимир Олегович**

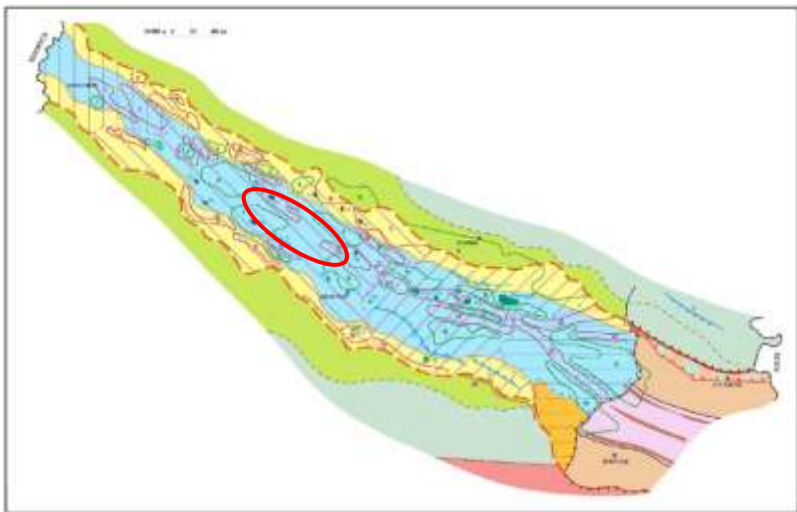
Науковий керівник:
Верпаховська Олександра Олегівна

Метою дисертаційної роботи є розробка методики дослідження чорносланцевих пластів України на основі комплексування даних ВСП, каротажних методів та даних сейсморозвідки.

У дисертаційній роботі поставлено такі завдання:

- ✿ Вивчити геологічну будову, літологічні й геохімічні характеристики та особливості поширення чорносланцевих пластів в Україні, зокрема в районі ДДЗ (Глинсько-Солохівська (південний борт), Артемівська, Євгеніївська, Зачепилівська, Гашинівська площі) та на Волино – Подільській плиті (Бучацька площа).
- ✿ Розробити комплексну методику вивчення чорносланцевих відкладів України на основі геолого-геофізичних матеріалів. Порівняти сейсмічні розрізи, отримані з застосуванням ВСП та сейсморозвідки в районі ДДЗ для кореляції та визначення глибинного залягання чорносланцевих відкладів.
- ✿ Побудувати синтетичні сейсмограми із залученням даних геофізичних досліджень свердловин, а саме акустичного та гамма – гамма густинного каротажу для визначення акустичного імпедансу чорносланцевих порід.
- ✿ Перевірити ефективність розробленої методики для виділення точної глибини залягання чорносланцевих пластів із застосуванням модельних та практичних прикладів.

Дослідження комплексування геохімічних та петрофізичних властивостей горючих сланців



Досліджувані інтервали горючих сланців залягають в нижньовізейському ярусі приосьової зони Дніпровсько - Донецької западини в одному з блоків Глинсько-Солохівського нафтогазового регіону.

Дані відклади залягають на глибині більше 5800м та мають потужність 25-35 м.

Карта розташування перспективних площ з горючими сланцями, що досліджувалися в роботі.

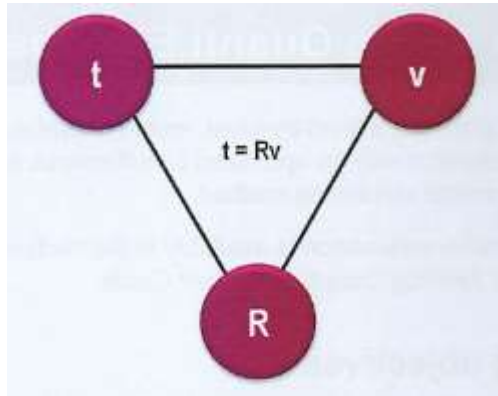


Проведено аналіз кернових досліджень, що складався з 12 взірців керну.

За результатами кернового аналізу встановлено, що Кп,в даних відкладів становить - 1,5-3,5%, а вміст органічної речовини (ТОС) – 2,4 – 3,5%. За макроописом досліджуваний керновий матеріал представлений аргілітом чорним доломітистим з наявними конкреціями сидериту. 75% породи складені глинистими мінералами, решта – кварц, карбонати та пірит. Кпр становить 0,00004 – 0,0001 мД.

Макрофотографія керну з досліджуваного інтервалу глинистих товщ.

Методика дослідження



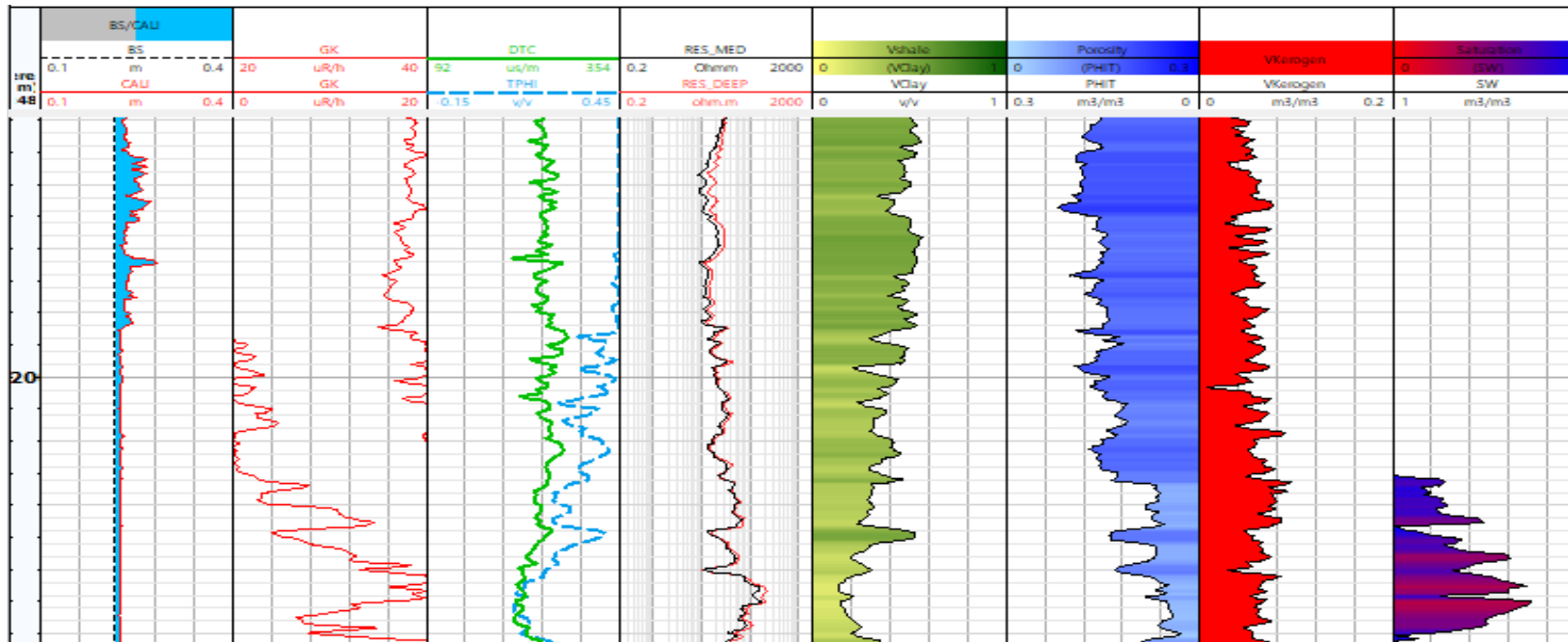
Стохастична петрофізична модель, що складається з:

t – вимірів каротажних приборів;

v – об'єму мінералів та флюїдів в породі, що задані в моделі;

R – фізичні параметри кожного з мінералів (V_p , вміст водню кварцу і т.д.);

При дослідженні чорносланцевих товщ використовувалось стохастичне петрофізичне моделювання, сама інтерпретація геофізичних даних проводилась у програмному забезпеченні **Techlog** компанії Шлюмберже на вхід, якої у модель задавались дані:



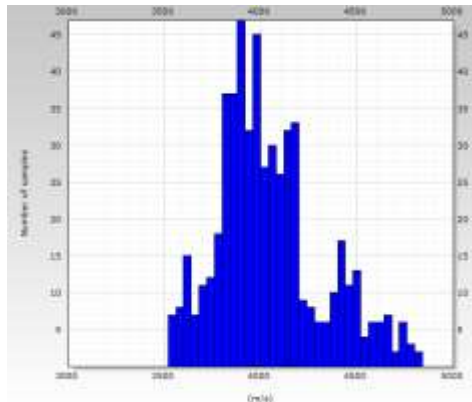
- акустичного каротажу;
- радіоактивних методів (гама та нейтронного);
- питомого електричного опору;

Виконано стохастичну інтерпретацію каротажних даних та визначено загальну пористість, водонасичення та вміст керогену та компонентний склад інтервалів залягання нижньовізейських сланцевих товщ.

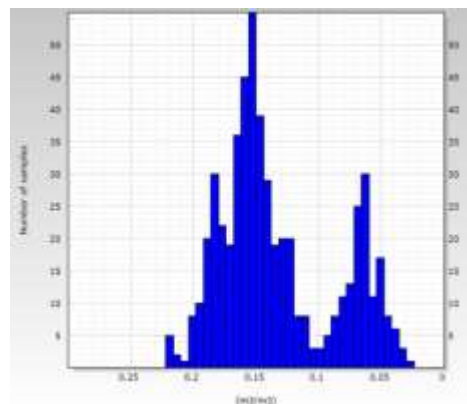
Планиет з каротажними діаграмами та результатами петрофізичної інтерпретації в інтервалі товщ горючих сланців.

Результати петрофізичної інтерпретації

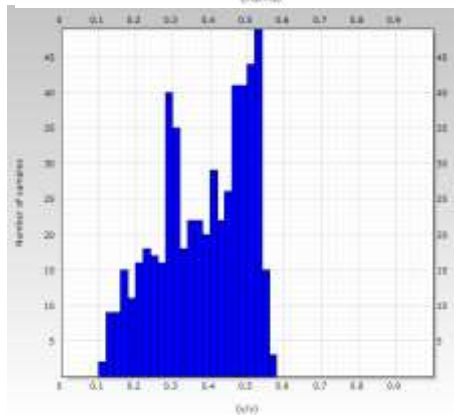
На даному слайді показано гістограми за результатом петрофізичної інтерпретації:



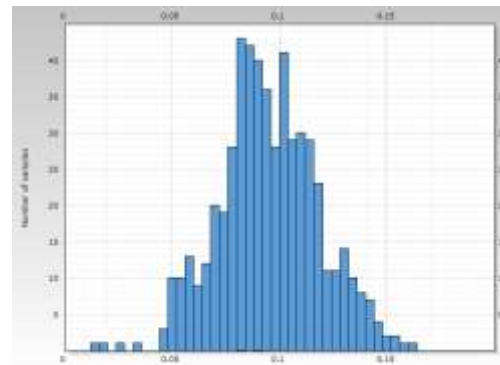
На гістограмі №1 розподілу швидкості проходження повздовжньої хвилі показано, що в інтервалі глинистих сланців значення V_p знаходиться в межах 3600-4800 м/с. Також, виділяється дві групи інтервалів, з $V_p > 4300$ м/с, що ймовірно пов'язано зі зменшенням об'єму глинистих мінералів і перспективністю для розвідки покладу.



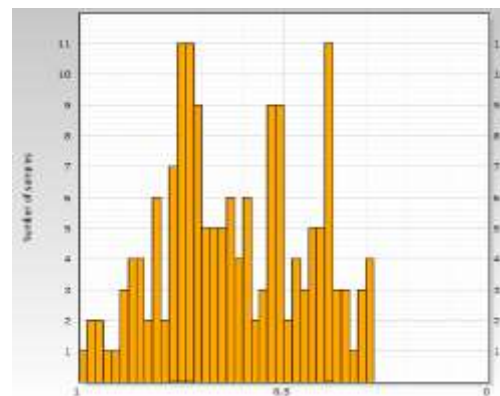
Гістограма №2 показує розподіл значень загальної пористості. Встановлено, що значення коефіцієнту загальної пористості змінюється в межах 3% - 20% та виділяються дві групи порід. Перспективний інтервал характеризується значеннями PnIT менше 10%.



Гістограма №3 зображує розподіл значень об'єму глинистих мінералів в інтервалі горючих сланців. Об'єм глинистих мінералів варіюється в межах 10 % - 58%.

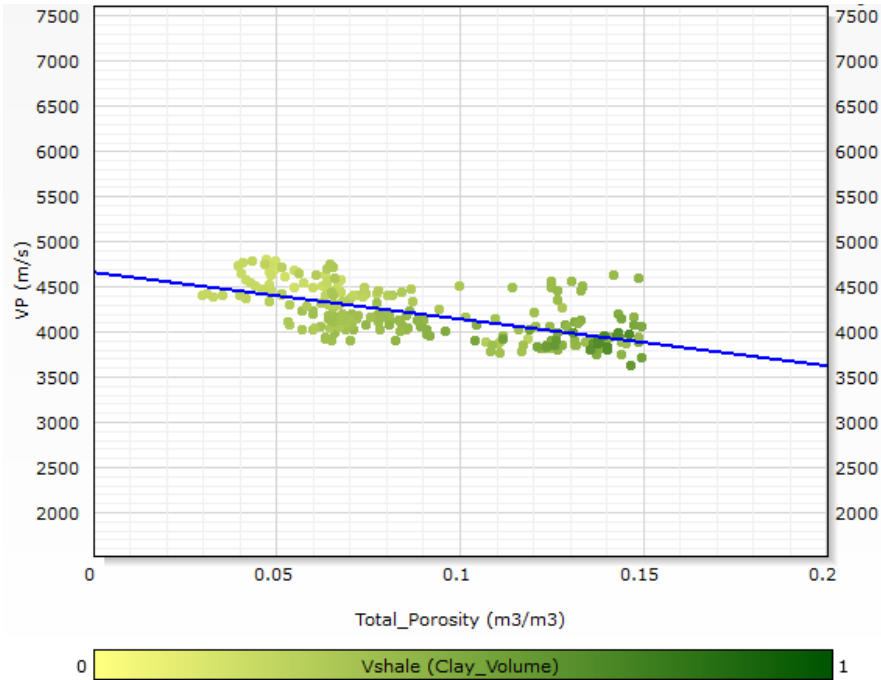


Гістограма №4 представляє розподіл значень вмісту керогену. Встановлено, що вміст керогену складає в основному 5% - 14%.



Гістограма №5 відображає розподіл значень коефіцієнту водонасичення. Встановлено, що значення S_w змінюються в межах 30% - 100%

Зв'язок між V_p та загальною пористістю сланцевих товщ



V_p в даних відкладах складає 3500 – 4800 м/с, а коефіцієнт загальної пористості ($K_{п,з}$) досягає 20%.

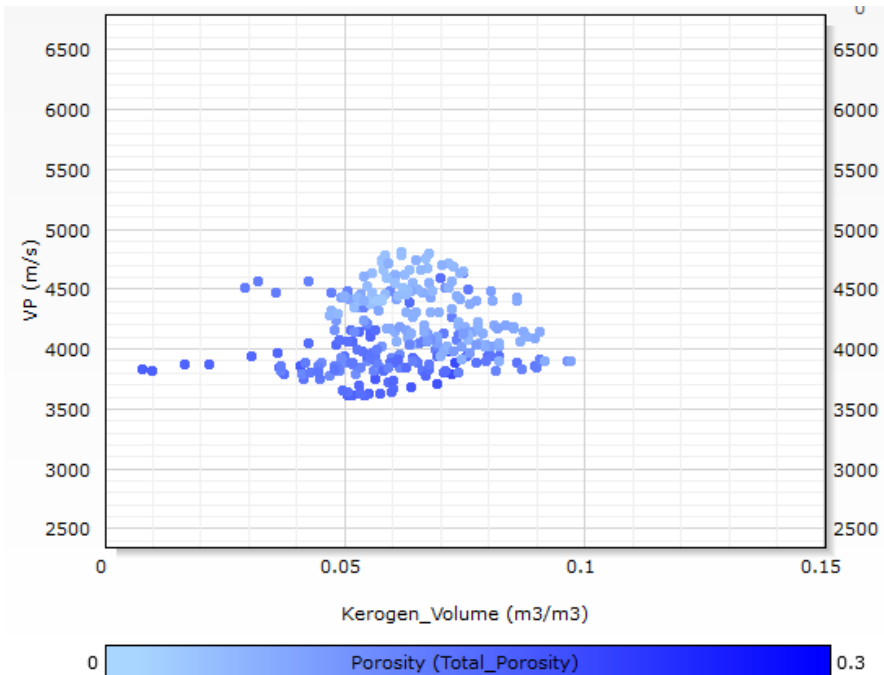
Проте, найбільш перспективний інтервал на глибині 5800 метрів має $K_{п,з}$ 3% -15%. На даному зображенні представлено зв'язок V_p та $K_{п,з}$, **коефіцієнт детермінації** (R^2), який становить **0,5**, та не є доволі стійким, що пояснюється гетерогенністю мінерального складу порід та їхніх петрофізичних властивостей.

$$V_p = -5038,068 * K_{п,з} + 4653,029$$

Зв'язок в даному рівнянні показує класичну залежність, в якій при збільшенні коефіцієнту пористості ($K_{п,з}$) зменшується значення швидкості проходження повздовжньої хвилі (V_p).

Зв'язок між коефіцієнтом загальної пористості (Total porosity) та швидкістю проходження повздовжньої хвилі.

Зв'язок між вмістом керогену та швидкістю проходження повздовжньої хвилі



Зв'язок між вмістом керогену (Kerogen volume)
та швидкістю проходження повздовжньої хвилі

Зв'язок між вмістом керогену та швидкістю проходження повздовжніх хвиль в сланцевих товщах не є стійким, що пояснюється недостатньою кількістю лабораторних досліджень для калібрування геохімічних властивостей, що розраховуються з каротажних даних, а також гетерогенністю будови та пустотного простору порід, який може складатися, як з міжзернових пустот так і пустот в органічному матеріалі.

Проте, виділяється дві групи порід з Кпз, з 3-7% та 7-15%, для яких характерний різний зв'язок між вмістом керогену та швидкістю проходження повздовжніх хвиль.

Список наукових праць:

Доповідь на коференції: «Від Мінералогії і Геогнозії до Геохімії, Петрології, Геології та Геофізики: фундаментальні і прикладні тренди ХХІ століття» (MinGeoIntegration ХХІ - 2024) на тему:

“Акустичні властивості горючих сланців нижньовізейського ярусу Глинсько-Солохівського нафто-газового регіону.” Acoustic properties of lower visean shale of Glinsky-Solokhivskogo oil and gas field

Збірка тез конференції, «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, 25-27 вересня 2024р, с.84-88.

Результати за рік навчання:

- ❖ Частково написаний перший розділ дисертації, де описано наявні і можливі методи кореляції геолого-геофізичних даних.
- ❖ Зроблено огляд літератури і наукових публікацій по кореляції даних ГДС, ВСП, сейсморозвідки для виділення чорносланцевих товщ.
- ❖ Виконано літературний огляд попередніх досліджень з тематики вивчення комплексування геохімічних та петрофізичних властивостей горючих сланців.
- ❖ Виконано інтерпретацію даних вертикального сейсмічного профілювання (zero-offset VSP).
- ❖ Проведено роботу над практичною частиною дисертації, а саме інтерпретацією каротажних матеріалів, визначення петрофізичних властивостей у інтервалі горючих сланців Глинсько-Солохівського нафто-газового регіону.
- ❖ Дослідженню зв'язок між акустичними і петрофізичними властивостями горючих сланців.
- ❖ Поновлення на курс філософії.
- ❖ Успішно здано екзамен з англійської мови.

План на наступний рік

- Оформлення I розділу дисертації з огляду попередніх наукових досліджень.
- Написання розділу II дисертаційної роботи з геологічною характеристикою району дослідження, а також особливостей відкладів горючих сланців на ДДЗ.
- Написання статті з тематики виділення інтервалів горючих сланців за пружними властивостями, як на каротажних так і на сейсмічних даних.
- Статистичний аналіз геохімічних і петрофізичних властивостей колекції зразків глинистих сланців.
- Успішно скласти іспит з курсу філософії

Дякую Вам за увагу!