



# НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУКА УКРАЇНИ ІНСТИТУТ ГЕОФІЗИКИ ім. С.І. СУББОТІНА

## **ЗВІТ**

**про виконання роботи аспірантської підготовки  
(перший рік навчання)**

за темою дисертації:

**“Моделювання пружних властивостей порід з урахуванням пористості,  
літологічного складу та нафтогазонасичення відкладів кам'яновугільного віку  
Дніпровсько-Донецької западини”**

Київ

29 жовтня 2024 р.

**Аспірант:** Василь КАРПИН

**Науковий керівник:** професор, доктор геологічних наук Михайло ОРЛЮК



### **ЗГІДНО РОБОЧОГО ПЛАНУ НА ПЕРШОМУ РОЦІ НАВЧАННЯ ПЕРЕДБАЧАЛОСЯ ВИКОНАТИ НАСТУПНІ ЗАВДАННЯ:**

1. Скласти кандидатські іспити з іноземної мови та філософії.

2. Почати роботу над дисертацією:

Теоретична робота – узагальнення наявних літературних даних щодо моделювання пружних властивостей порід з урахуванням пористості, літологічного складу та нафтогазонасичення.

Експериментальна робота – провести петрофізичну оцінку (визначення літології, глинистості, пористості, коефіцієнту нафтогазонасиченості). Виконати моделювання пружних властивостей порід на основі петрофізичної моделі будь-якого горизонту кам'яновугільного віку Дніпровсько-Донецької западини.

3. Взяти участь у наукових конференціях та підготувати до публікації статей/тез.

У Центрі наукових досліджень та викладання іноземних мов НАН України пройшов повний курс мовної підготовки для аспірантів та на відмінно склав кваліфікаційний іспит з англійської мови.



НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК  
УКРАЇНИ  
ЦЕНТР НАУКОВИХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА  
ВИКЛАДАННЯ ІНОЗЕМНИХ МОВ  
Україна 01601 Київ, вул.Троїцький шлях, 4  
+380.99.71

ПОСВИДЧЕННЯ № 220/93

в тому, що він (вона) пройшов(ла) повний курс підготовки в філософії в обсязі 180 год. (6 кредитів ЄКТС) за освітньо-науковою програмою здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії і склав(ла) кваліфікаційний іспит з дисципліни:

Філософін ставити її культурно

Відомо: Карявину Василю Миколайовичу (прізвище, ім'я та по батькові) – професор (преподаватель) спеціального курсу мовної підготовки з іншомовної мови в обсязі 240 годин (8 кредитів ЕКТС) за спеціальністю «Іноземна мова професійного спрямування» для слухачів аспірантів до рівня загальноосвітньої стандарту повної загальної школи. Ст 1 (сесія (сесії)) 14 червня 2024 року кандидатський аспірат із іншомовної предметної комісії у складі членів Жалая В. Я., кандидата філософських наук, доцента, директора Центру наукових досліджень та інноваційних ініціатив мов НАН України та членів комісії Лявченко О. М., доктора філософських наук, професора, завідувача кафедри інженерних мов Центру, Бедрич Я.В., кандидата філософських наук, старшого викладача кафедри іншомовних мов Центру та Мірошник Т.М. кандидата філософських наук, доцента, завідувача кафедри іншомовних мов Центру з точки результату:

Загальна оцінка за кваліфікаційний іспит (з урахуванням середнього бала атестаційного листа) – відмінно / 94 бали; відмінно / 93 бали, що відповідає рівню C1  
 Атестаційний іспит рекомендується з мовної освіти

Підписувачі висловили глибоку співчуття загибелі вченого, що зберігається в пам'яті української інтелектуальної еліти.

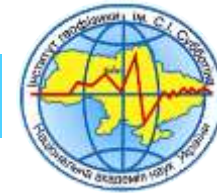
Direct  
Reply

Gamma МАТЕМАТИКА

Куба, 14 сентября 2024 года

 B.A. PICKENS

\*10\* черная 2024p



1. Archie, G. E. (1942). The electrical resistivity log as an aid in determining some reservoir characteristics. *Petroleum Transactions of AIME*, 146(01), 54–62.
2. Avseth, P., Mukerji, T., & Mavko, G. (2010). *Quantitative seismic interpretation: Applying rock physics tools to reduce interpretation risk*. Cambridge university press.
3. Bjorlykke, K., & Avseth, P. (2010). Explorational rock physics—the link between geological processes and geophysical observables. *Petroleum Geoscience: From Sedimentary Environments to Rock Physics*, 403–426.
4. Clavier, C., Coates, G., & Dumanoir, J. (1984). Theoretical and experimental bases for the dual-water model for interpretation of shaly sands. *Society of Petroleum Engineers Journal*, 24(02), 153–168.
5. Doveton, J. H. (2014). *Principles of mathematical petrophysics*. Oxford University Press.
6. Gassmann, F. (1951). Elasticity of porous media. *Vierteljahrsschrder Naturforschenden Gessellschaft*, 96, 1–23.
7. Harju, J. A., Malki, M. L., & Rasouli, V. (2023). Effect of mineralogy on elastic properties of the Bakken formation: A lab scale rock physics modelling. *Geoenergy Science and Engineering*, 224, 211487.
8. Mavko, G., Mukerji, T., & Dvorkin, J. (1998). *The rock physics handbook: Tools for seismic analysis in porous media: University of Cambridge*.
9. Rimstad, K., & Omre, H. (2010). Impact of rock-physics depth trends and Markov random fields on hierarchical Bayesian lithology/fluid prediction. *Geophysics*, 75(4), R93–R108.
10. Simandoux, P. (1963). Dielectric measurements on porous media, application to the measurements of water saturation: study of behavior of argillaceous formations. *Revue de l'Institut Francais Du Petrol*, 18(suppl), 93–215.
11. Vernik, L. (2016). *Seismic petrophysics in quantitative interpretation*. Society of Exploration Geophysicists.
12. Vernik, L., & Milovac, J. (2011). Rock physics of organic shales. *The Leading Edge*, 30(3), 318–323.
13. Zhang, J. (2011). Pore pressure prediction from well logs: Methods, modifications, and new approaches. *Earth-Science Reviews*, 108(1–2), 50–63.
14. Abrar Alabbad, John D. Humphrey, Ammar El-Husseiny, Yazeed Altowairqi, Jack P. Dvorkin, Rock physics modeling and quantitative seismic interpretation workflow for organic-rich mudrocks, *Geoenergy Science and Engineering*, Volume 227, 2023, 211824, ISSN 2949-8910, <https://doi.org/10.1016/j.geoen.2023.211824>.
15. Yemets, V., & Bezrodna, I. (2024). Petrophysical rock typing of complex reservoirs in the Visevan and Tournaisian formations of the Berezhivske field based on filtration capacity and elastic properties using the Winland Method and Pore Geometry Structure Method. *Geofizicheskiy Zhurnal*, 46(4). <https://doi.org/10.24028/gj.v46i4.300816>
16. Ємець, В., Безродна, І., & Антонюк, В. (2023). Моделювання ефектів заміщення флюїду у візейських відкладах Яблунівського родовища на основі інтерпретації даних ГДС та петрофізики. *Вісник Київського Національного Університету Імені Тараса Шевченка. Геологія*, 1(100), 67–72. <https://doi.org/https://doi.org/10.17721/1728-2713.100.08>
17. Карпенко, О., Соболь, В., Миронцов, М., & Карпенко, І. (2020). Аналіз впливу геологічних чинників на глибину зони проникнення фільтрату при первинному розкритті гранулярних колекторів за даними ГДС. *Вісник Київського Національного Університету Імені Тараса Шевченка. Геологія*, 4(91), 6–21. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.91.02>
18. Карпенко, І., Карпенко, О., & Башкіров, Г. (2014). Петрофізичні передумови оцінки вмісту керогену в гірських породах за даними промислової геофізики. *Вісник Київського Національного Університету Імені Тараса Шевченка. Геологія*, 4, 44–48.
19. Колісніченко, В., Кашуба, Г., & Солодкий, Е. (2014). Прогнозування геоакустичних характеристик розрізів нафтогазових свердловин ДДЗ за відсутності вимірів акустичного каротажу. *Вісник Київського Національного Університету Імені Тараса Шевченка. Геологія*, 3, 82–87.
20. Продайвода, Г. Т., Вижива, С. А., Безродна, І. М., & Продайвода, Т. Г. (2011). Геофізичні методи оцінки продуктивності колекторів нафти і газу. *К.: ВПЦ" КУ*.

# Експериментальна робота



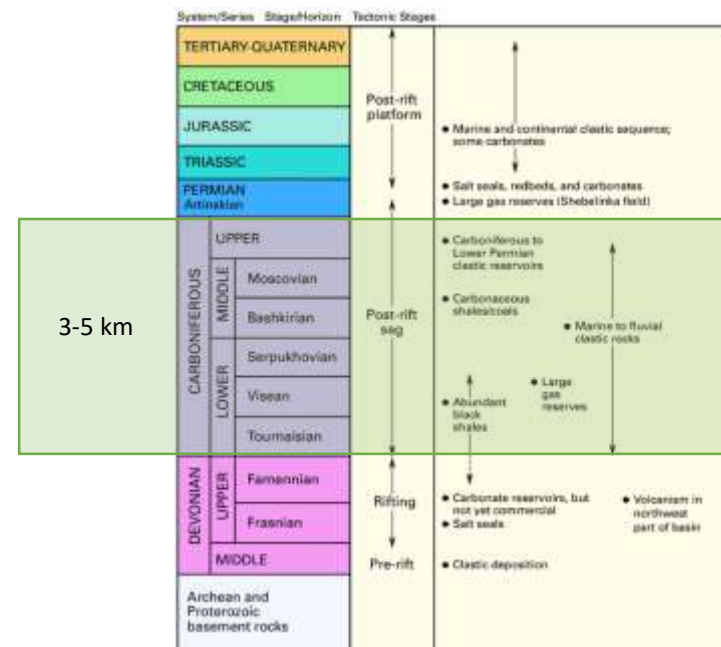
Об'єкт дослідження – пласти-колектори кам'яновугільного віку із різним мінеральним складом, пористістю та насиченням.

Метою дослідницької роботи є розробка моделі фізики порід, що буде враховувати як літологічні так і петрофізичні властивості інтервалів для вирішення задач сейсмічної інверсії.

Сейсмічна інверсія - це процес перетворення сейсмічних даних у кількісний опис властивостей порід-колекторів для прогнозування літології, властивостей колекторів і насичення. Інтерпретація результатів інверсії базується на моделі впливу літологічного складу, насиченості та петрофізичних параметрів на пружні характеристики гірських порід.



Location of the Dnipro-Donetsk Basin



Regional setting of the Dnipro-Donetsk Basin

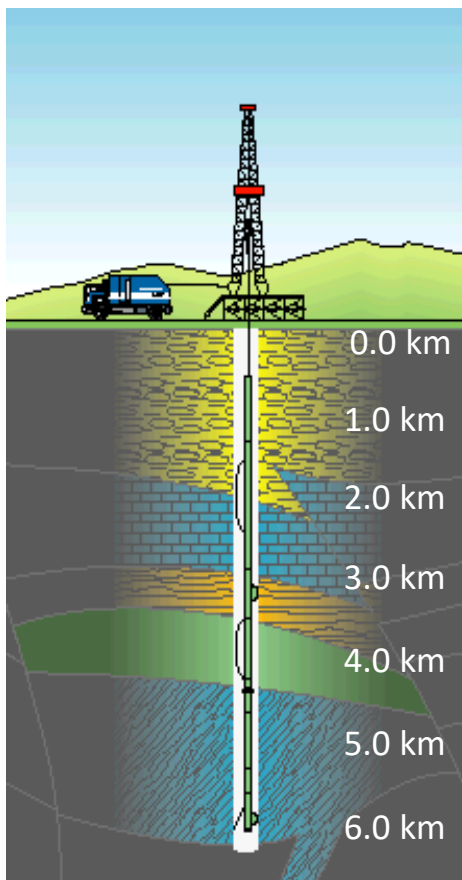
Наукова новизна, яка планується, буде складатися з:

- Досліджень трендів зміни пружних властивостей гірських порід з глибиною та стратиграфічною приналежністю, що пояснюється мінеральним складом та ступенем ущільнення (катагенетичними перетвореннями).
- Уточнення класичних коефіцієнтів в рівняннях прогнозування швидкості проходження повздовжньої та поперечної хвиль і густини в досліджуваному розрізі.
- Прогнозування порового тиску та геомеханічних властивостей порід відкладів середнього карбону.
- Дослідження впливу літологічних особливостей порід, їхньої пористості та нафтогазонасичення на пружні властивості.
- Впровадження розробок на конкретних об'єктах у виробничих організаціях для виділення перспективних в нафтогазовому відношенні зон.



# Основні етапи робіт з петрофізичного забезпечення сейсмічної інверсії

## Геофізичні дослідження Свердловин (ГДС)



1

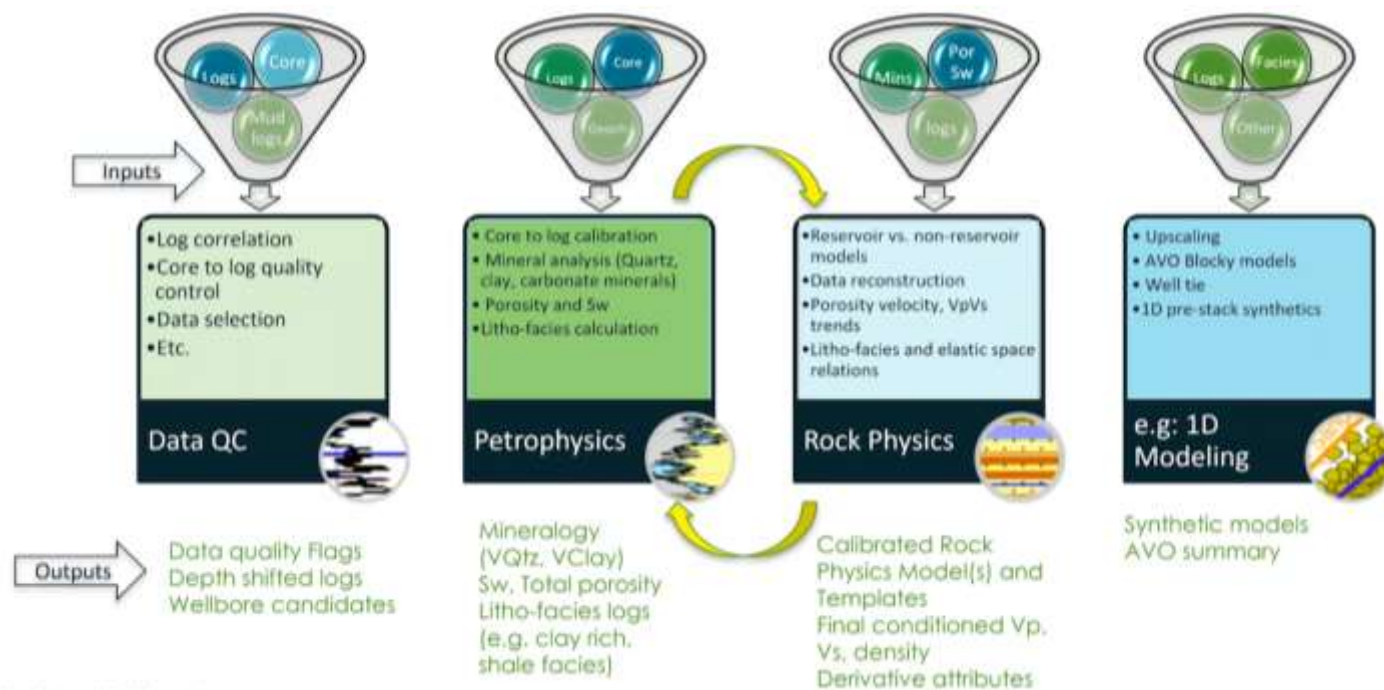
Контроль якості даних каротажу свердловин

2

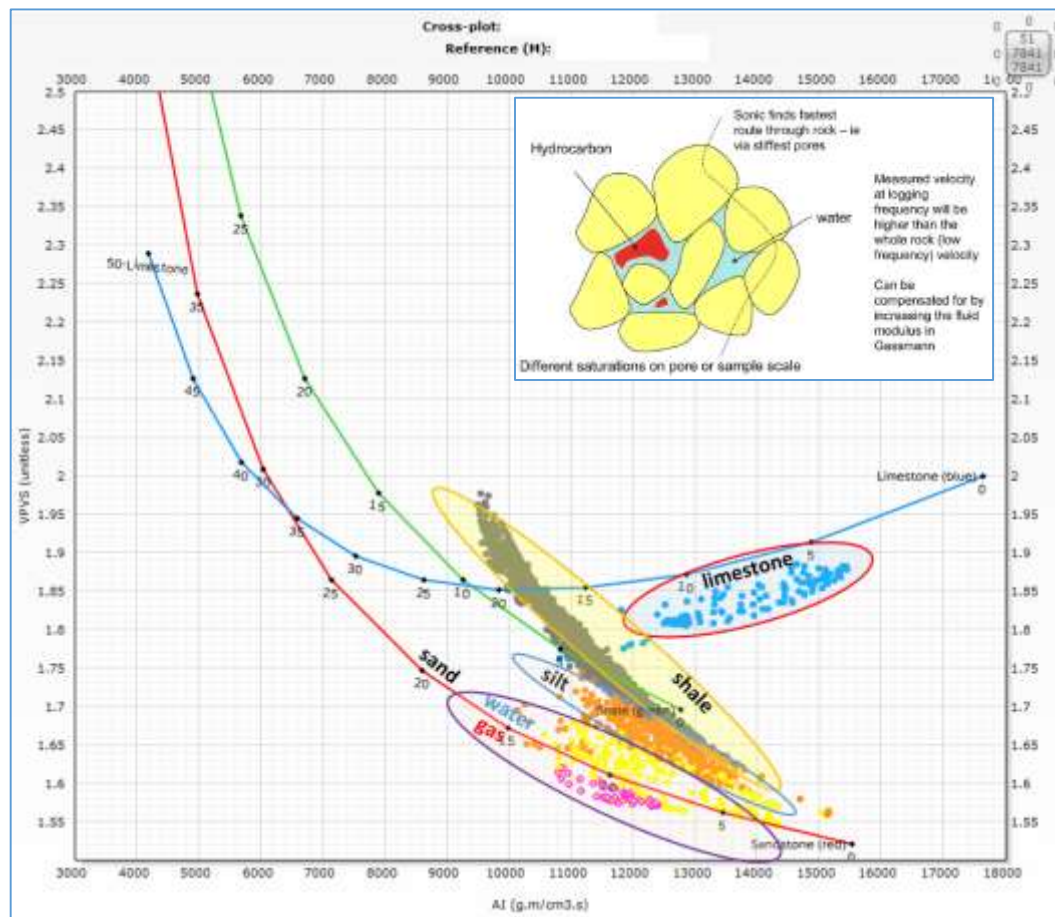
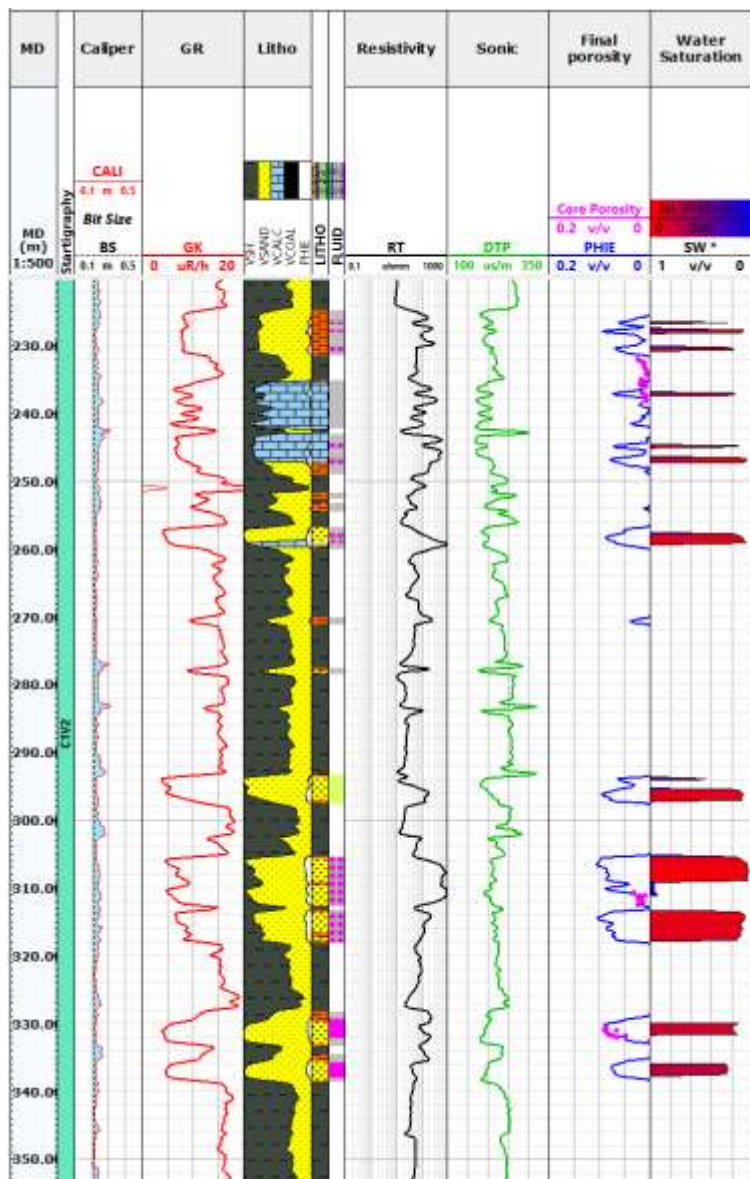
Петрофізична оцінка

3

Моделювання з фізики порід



# Результат моделювання фізики гірських порід візейських відкладів



Досліджено тенденції зміни пружних властивостей гірських порід з глибиною та стратиграфічною приналежністю. Уточнено класичні коефіцієнти в рівняннях прогнозу швидкості поздовжніх і поперечних хвиль і густини в досліджуваному перерізі. Залежність акустичного імпедансу (AI) від відношення  $V_p/V_s$  наведена на крос-плоті.

Пружні властивості для різних літологій наступні (MD 4000-5000 m):

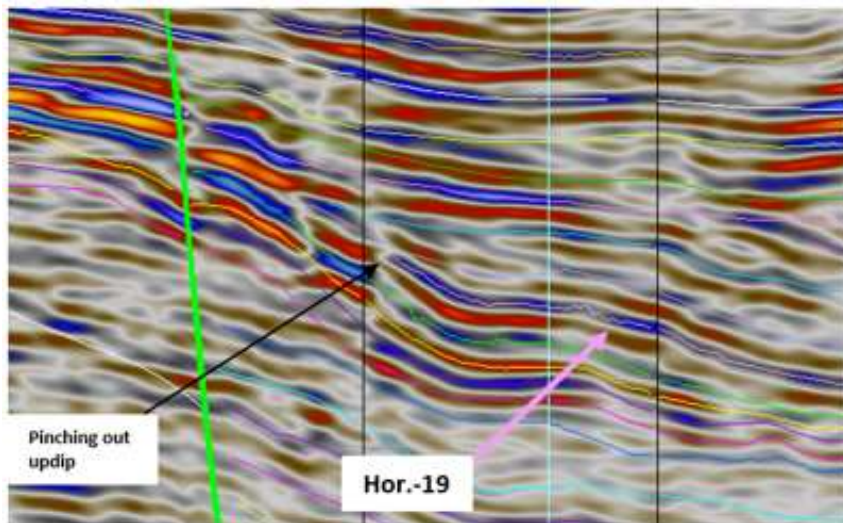
- Пісковики колектори газонасичені ( $PHIE > 7\%$ ): AI-10000-12500 g.m/cm<sup>3</sup>.s,  $V_p/V_s$ -1,57-1,68;
- Пісковики ущільнені: AI – 11000-15000 g.m/cm<sup>3</sup>.s,  $V_p/V_s$  – 1,57-1,7;
- Глинисті пісковики : AI – 9000-14500 g.m/cm<sup>3</sup>.s,  $V_p/V_s$  – 1,55-1,98
- Карбонати: AI-12000-16500 g.m/cm<sup>3</sup>.s,  $V_p/V_s$  – 1,8-1,93

a) Simple petrophysical evaluation (limited data)



# Результат сейсмічної інверсії

## А) Сейсмічний розріз



## Б) Фото сучасного вигляду приливних каналів



Проведено петрофізичну оцінку (визначення літології, глинистості, пористості, коефіцієнту нафтогазонасиченості) 6 свердловин у серпуховських та візейських відкладах з урахуванням досліджень кернавого матеріалу. Виконано моделювання пружних властивостей порід на основі петрофізичної моделі. Для проведення сейсмічної інверсії наведено межі зміни акустичного імпедансу та відношення  $V_p/V_s$  для різних літотипів (пісковики, вапняки, заглинизовані теригенні породи), колекторів та неколекторів.

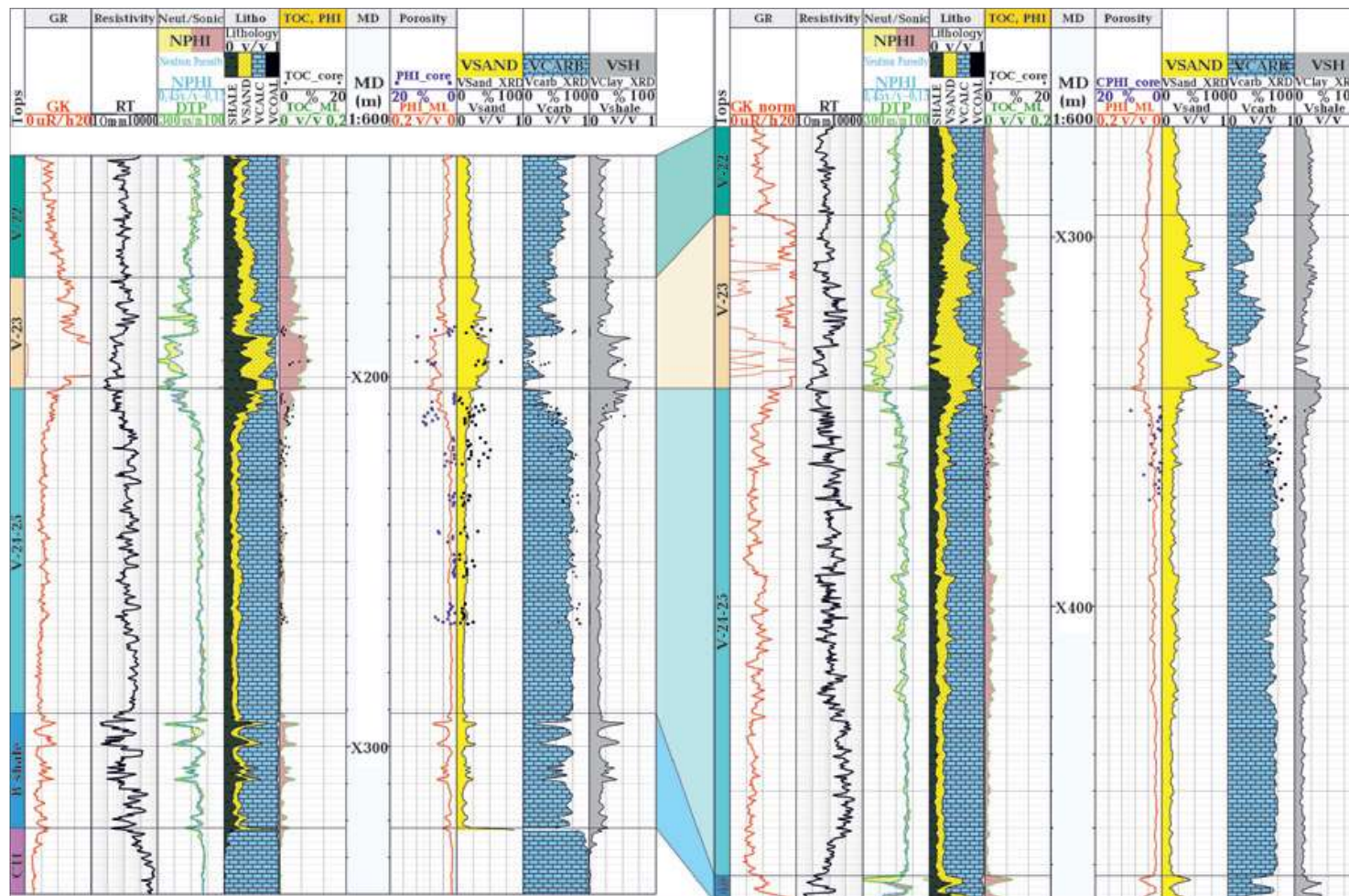
Отримані результати мають практичне значення, що дозволило виконати не тільки прогноз літології по площі та властивостей колекторів, а й розрахувати літологічні куби та пористість у серпуховських відкладах.

У візейських відкладах, враховуючи низьку пористість пластів-колекторів, впевнено вдалося розділити тільки літологічні типи порід (розповсюдження по площі приливних каналів, які літологічно складені пісковиками). Розділити зони колекторів/неколекторів не представляється можливим.

В результаті проведені дослідження дозволили спроектувати положення свердловини для буріння.

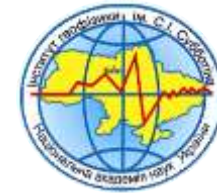


Iuras, S., Orlyuk, M., Drukarenko, V., levoniuk, S., **Karpyn, V.**, & Popadynets, T. (2024). New workflow for petrophysical evaluation of Visean unconventional organic rich reservoirs within Dnipro-Donets Depression. *Geofizicheskii Zhurnal*, 46(4). <https://doi.org/10.24028/gj.v46i4.304092>.



Петрофізична модель, отримана з використанням локальних рівнянь для свердловин з обмеженим каротажем для південного флангу DDB показує доволі добру кореляцію.

Дані напрацювання будуть використані для моделювання пружних властивостей нетрадиційних типів колекторів з метою визначення крихкості порід, для моделювання гідророзриву.



1. Iuras S., Orlyuk M., **Karpyn V.**, Levoniuk S., Karalash A. (2023). The total organic carbon estimation of Visean organic rich formation with limited logging dataset. "17th International Conference Monitoring of Geological Processes and Ecological Condition of the Environment", November 7-10, 2023, Kyiv, Ukraine. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.2023520195>
2. Iuras S., Orlyuk M., Levoniuk S., **Karpyn V.** (2024). Unconventional reservoir evaluation of Visean organic rich formation with limited logging dataset in Dnipro-Donets Basin, Eastern Ukraine. Geoconvention conference, June, 2024. Calgary, Canada. <https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwjL4sjW-56JAXIKBAIHfM5MWEQFnoECAkQAQ&url=https%3A%2F%2Fgeoconvention.com%2Fwp-content%2Fuploads%2Fabstracts%2F2024%2F104333-unconventional-reservoir-evaluation-of-visean-orga.pdf&usg=AOvVaw0hLgQ-Af2yqH3ZU33jgEB2&opi=89978449>
3. Levoniuk S., Csizmeg J., Orynychak S., Ostafiichuk A., Verhunenko O., **Karpyn V.**, Vertiukh A., Khrapach T., Iuras S., Kruhlov B., Sralla B. (2024). Visean Unconventional Plays at Dnieper-Donets Basin, Ukraine: Geological Settings and Exploration Challenges. In Europe regional conference "Energy Transition: Is the European Approach Different?". AAPG, May, 2024. Krakow, Poland. <https://erc.aapg.org/2024/Technical-Program/Program/May-29-Program>
4. Левонюк Сергій, Оринчак Сергій, **Карпин Василь**, Олексин Михайло, Вергуненко Олексій. Геологічні ризики та технічні складнощі при розвідці візейських колекторів нетрадиційного типу у межах Дніпровсько-Донецької западини. IX міжнародна науково-практична конференція «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування». Конференція ДКЗ, жовтень, 2024. Львів, Україна (с. 322-327). [https://conf.dkz.gov.ua/files/2024\\_materials\\_net.pdf](https://conf.dkz.gov.ua/files/2024_materials_net.pdf)