

НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ ІНСТИТУТ ГЕОФІЗИКИ ім. С.І. СУББОТІНА

ЗВІТ

**про виконання роботи аспірантської підготовки
(за другий рік навчання)**

за темою дисертації:

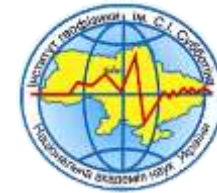
**“Моделювання пружних властивостей порід з урахуванням пористості,
літологічного складу та нафтогазонасичення відкладів кам'яновугільного віку
Дніпровсько-Донецької западини”**

Київ

30 жовтня 2025 р.

Аспірант: Василь КАРПИН

Науковий керівник: професор, доктор геологічних наук Михайло ОРЛЮК



Індивідуальний навчальний план

Згідно робочого плану передбачалось скласти іспити та заліки з дисциплін:

№	Дисципліни	Сума балів	Кредитів ЄКТС	Форма контролю
Вивчення обов'язкових дисциплін				
1	ОК 03 «Методологія, організація та технологія наукових досліджень»	95	2	іспит
2	ОК 04 Навчально-педагогічна практика	90	2	залік
3	ОК 05 Загальна геофізика	90	7	іспит
	Загальна сума кредитів ЄКТС		11	
Вивчення дисциплін за вибором				
1	ВК 01 Сейсмологія і внутрішня будова Землі	95	3	Іспит
2	ВК 03 Фізика Землі	90	3	Іспит
3	ВК 04 Магнітне поле. Палеомагнетизм	98	2	Залік
4	ВК 06 Теплове поле Землі	98	2	Іспит
5	ВК 08 Глибинна будова середовища за даними сейсморозвідки	95	1	Іспит
6	ВК 09 Фізика атмосфери та фізичні основи теорії клімату	95	1	Залік
	Загальна сума кредитів ЄКТС		12	

Успішно пройшов обов'язкові та за вибором дисципліни.

Актуальність роботи



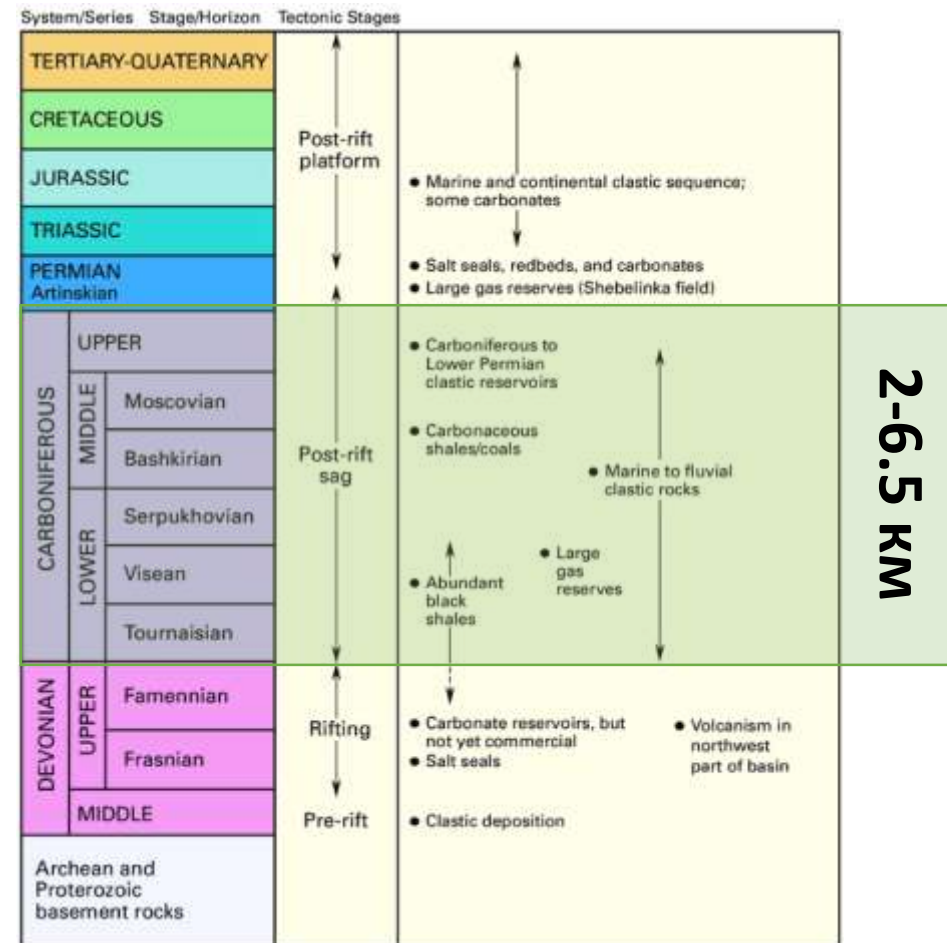
Об'єкт дослідження – пласти-колектори кам'яновугільного віку із різним мінеральним складом, пористістю та насиченням.

Метою дослідницької роботи є розробка моделі пружних властивостей 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.

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.
- 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 відношення зон.



Regional setting of the Dnipro-Donetsk Basin

Основні етапи робіт з петрофізичного забезпечення сейсмічної інверсії

Геофізичні дослідження свердловин (ГДС)

1

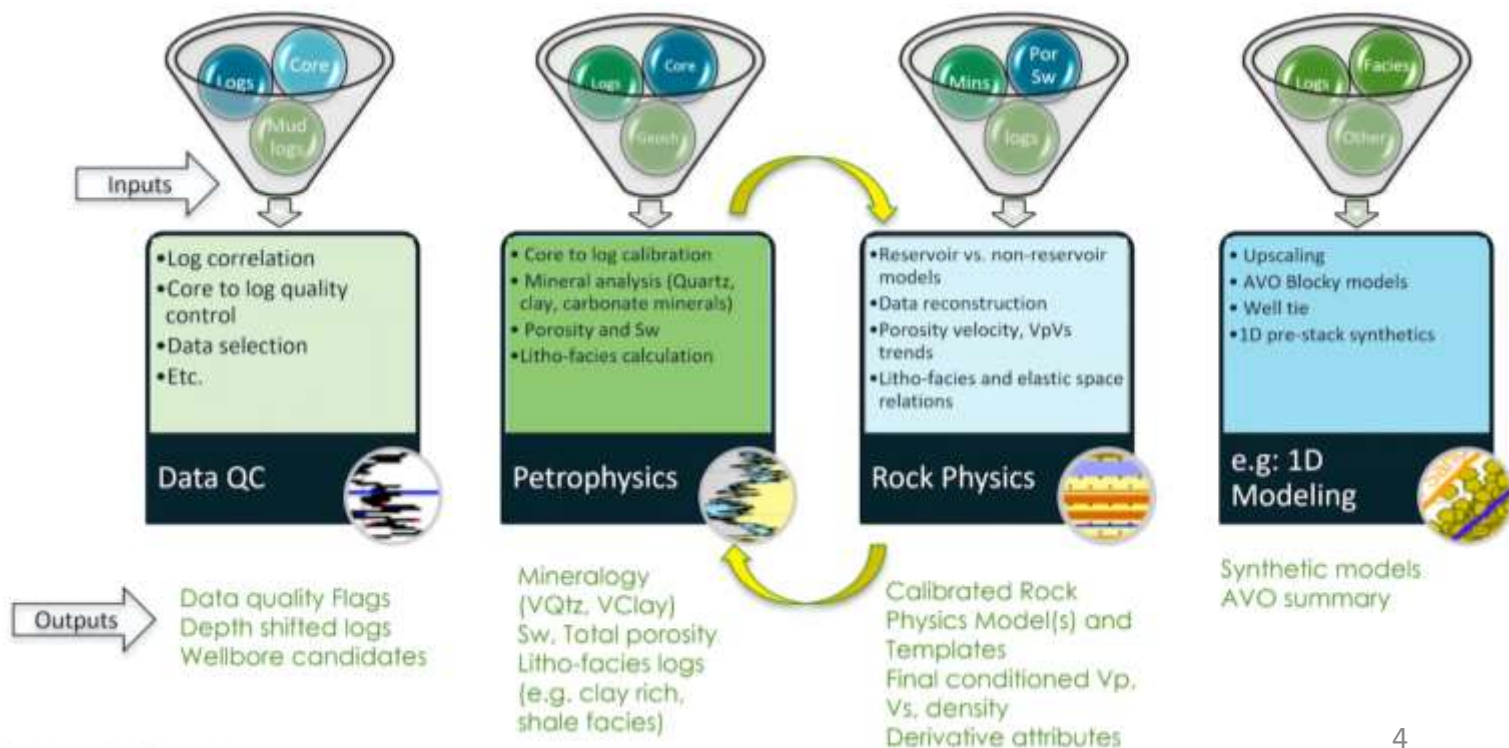
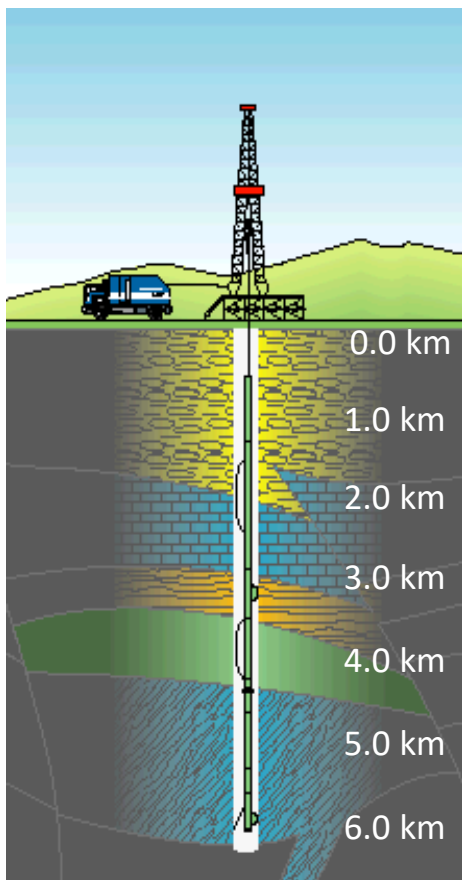
Контроль якості даних каротажу свердловин

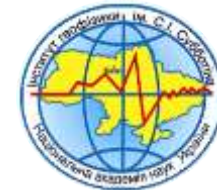
2

Петрофізична оцінка

3

Моделювання фізики порід





Індивідуальний план наукової роботи на II рік

№ п/п	Зміст та обсяг науково-дослідницької діяльності аспіранта	Виконання
1	Аналіз результатів лабораторних керованих досліджень для побудови петрофізичної моделі (серпуховський ярус)	Виконано
2	Проведення наукових досліджень за темою дисертації доктора філософії (серпуховський ярус).	Виконано
3	Публікація статей за темою дисертації доктора філософії: у фахових виданнях з обраної спеціальності, серед яких статті в міжнародних реферованих журналах, що індексовані в наукометричних базах.	Виконано на 80%
4	Апробація результатів дисертаційного дослідження доктора філософії: участь у роботі міжнародних та вітчизняних наукових конференціях; публікація тез за результатами участі у роботі наукових конференцій.	Виконано
5	Написання II-го розділу дисертації доктора філософії	Виконано на 70%

Індивідуальний план наукової роботи

1. Аналіз результатів лабораторних кернових досліджень для побудови петрофізичної моделі (серпуховський ярус, завершення збору візейського ярусу).

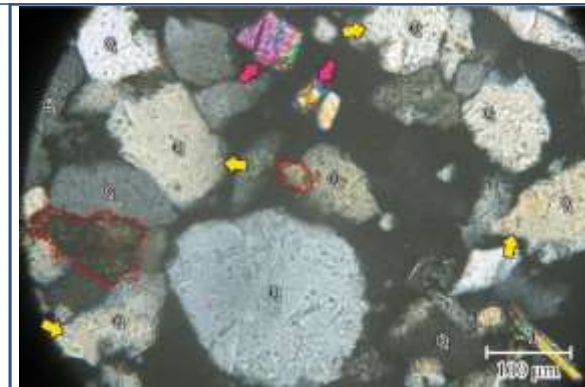
Виконання: завершено аналіз керну візейських відкладів, керновий матеріал серпуховських відкладів зібраний на 80% (не весь керн досліджений, оскільки є свердловини закінчені бурінням у 2025 році).

Літологія:	Пісковик	Цемент:	Регенераційно-кварцовий, карбонатний, глинистий
Склад (за Ф.Дж. Петдзоном):	Кварцовий ареніт	Шаруватість (в керні):	-
Структура:	Дрібно-середньозернистий	Фаша:	-
Бали обкошеності за шкалою Рухна, 1961	2-3	Пористість, % (робочий газ He):	9,0
Сортування:		Проникність, абсолютна, $\times 10^{-13} \text{ м}^2$ (по штирду):	2,97
за Фолком, 1954	1,06	Карбонатність, % (по штирду):	2,5
за Траском, 1932	1,69	Мінералогічна щільність (позіриа), $\alpha \times 10^3 \text{ кг/м}^3$ (по штирду):	2,67
Середній розмір зерна:	0,162		

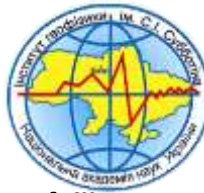
А: Пісковик дрібно-середньозернистий, кварцовий ареніт. Розмір зерен від 0,032 до 0,976 мм. Структура псамітова, текстура масивна. Контакти зерен конформні, інкорпораційні. **Кластична частина** – 88,15 %, цемент – 11,85 %. **Склад кластичної частини:** кварц – 85,55 %; слюди – 1,90 %; важкі мінерали – 0,70 %; **Цемент** регенераційно-кварцовий, карбонатний та глинистий. **Регенераційно-кварцовий цемент** займає близько 7,65 %, розподілений як у вигляді класичних облямівок 4,90 %, так і у вигляді новоутворених зерен, які заповнюють інтерстиції 2,75 %. **Карбонатний цемент** займає близько 2,20 %, розподілений у вигляді відкритого порового острівного кальцит-доломітового. **Глинистий цемент** займає близько 2,00 %, представлений гідролітами 1,40 % та, подекуди, хлоритом 0,60 % у вигляді характерних агрегатів. Полярізоване світло (із аналізатором) – верхня половина фото, без аналізатора – нижня половина фото. Мірло - 500 μm (0,50 мм).



А: Микрофотография шлифа, зр.



На фото добре видно кварцовий ареніт, представлений практично повністю кварцовими (Q) зернами (кластична частина). Жовтими стрілками показані регенераційні кварцові облямівки, як результат вторинної катагенетичної активізації росту зерен кварцу. Цифрою 1 позначено гідратовану луску мусковіту. Червоним пунктиром позначено кальцит-доломітовий цемент. Малиновими стрілками відмічені зерна циркону. Фіолетова стрілка вказує на зерно, імовірно, амфіболу. Діапазон зафіксованих розмірів зерен від алевроліту до середньозернистого, розподіл зерен бімодальний, погано відсортований.



Індивідуальний план наукової роботи

2. Проведення наукових досліджень за темою дисертації доктора філософії (серпуховський ярус).

Результати моделювання

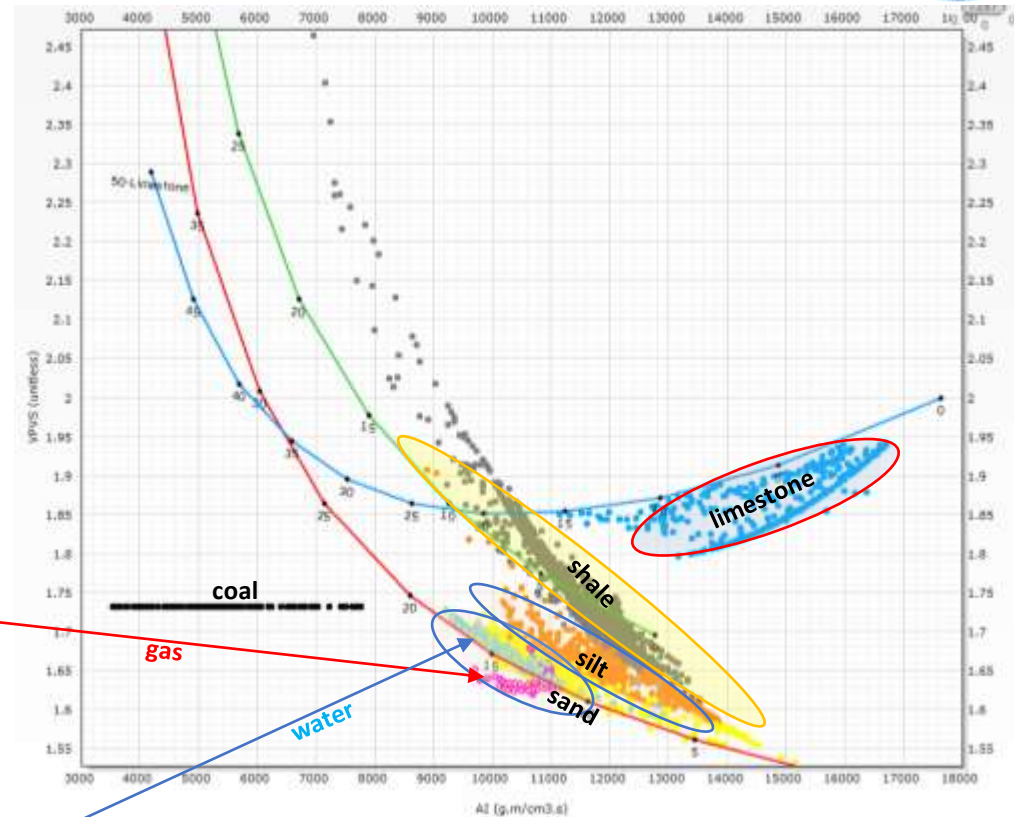
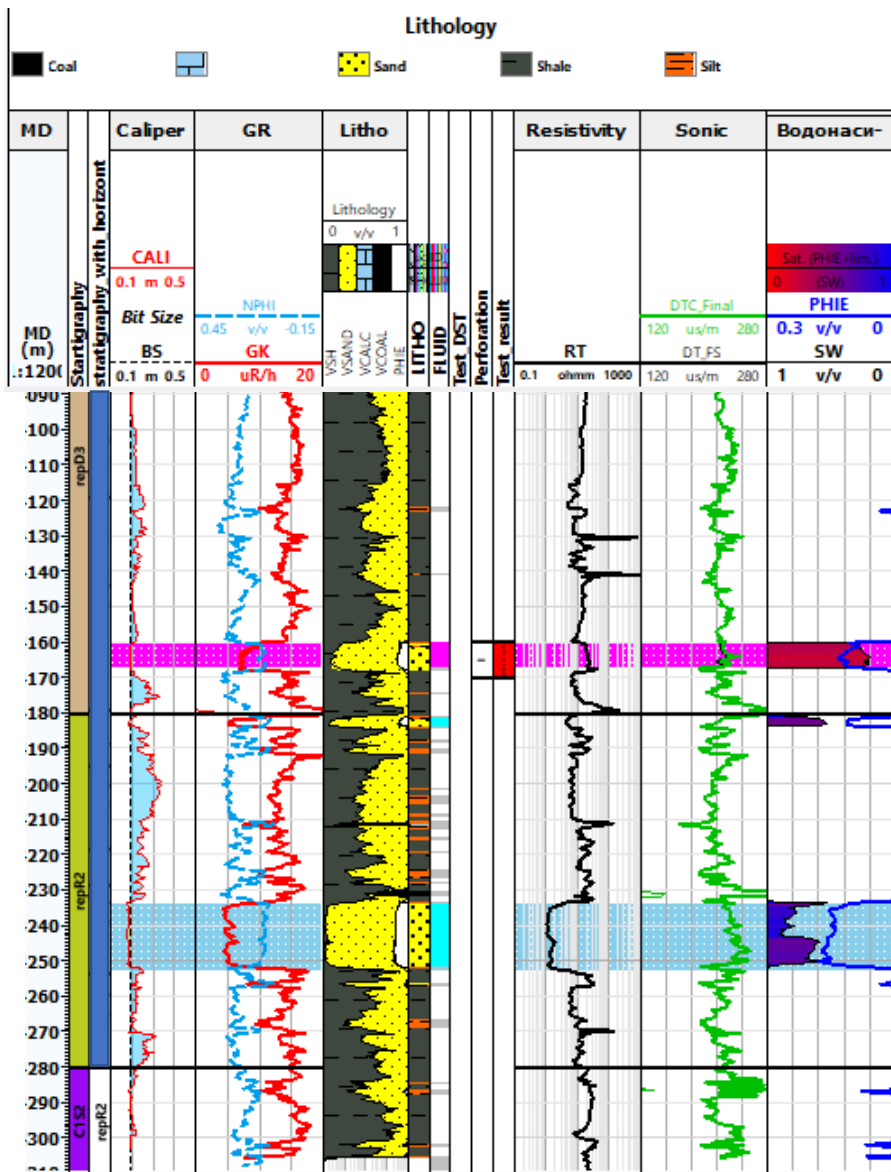
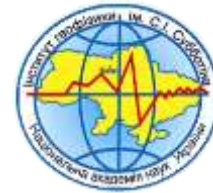
Проведено петрофізичну оцінку (визначення літології, глинистості, пористості, коефіцієнту нафтогазонасиченості) 6 свердловин у серпуховських відкладах з урахуванням досліджень кернавого матеріалу. Виконано моделювання пружних властивостей порід на основі петрофізичної моделі. Для проведення сейсмічної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

Досліджено тенденції зміни пружних властивостей гірських порід з глибиною. Уточнено класичні коефіцієнти в рівняннях прогнозу швидкості поздовжніх і поперечних хвиль і густини в досліджуваному розрізі.

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.

Виділення газонасичених зон потребує додаткового аналізу.

Результат моделювання пружних властивостей порід серпуховських відкладів (глибина $\approx 4500\text{м}$)



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 ($PHIE > 0.08$): AI-9600-11000 g.m/cm³.s, V_p/V_s -1,62-1,65;
- Пісковики колектори водонасичені ($PHIE > 0.08$): AI-9200-11000 g.m/cm³.s, V_p/V_s -1,63-1,73;
- Пісковики ущільнені: AI – 12000-15000 g.m/cm³.s, V_p/V_s – 1,55-1,62;
- Глинисті пісковики : AI – 10000-14000 g.m/cm³.s, V_p/V_s – 1,57-1,75
- Карбонати: AI-12000-16500 g.m/cm³.s, V_p/V_s – 1,8-1,95

Індивідуальний план наукової роботи



3. Публікація статей за темою дисертації доктора філософії: у фахових виданнях з обраної спеціальності, серед яких статті в міжнародних реферованих журналах, що індексовані в наукометричних базах.

Виконання: співавтор 1 статті:

В'язовська Є., Михалевич І., Карпин В.,
Дучук С. Достовірність прогнозування
газоносності колекторів у Більче-
Волицькій зоні за даними станції ГТД.
Вісник Київського університету імені
Тараса Шевченка. Геологія. 2025. Т. 2. №
109. С. 40-44.

<http://doi.org/10.17721/1728-2713.109.05>

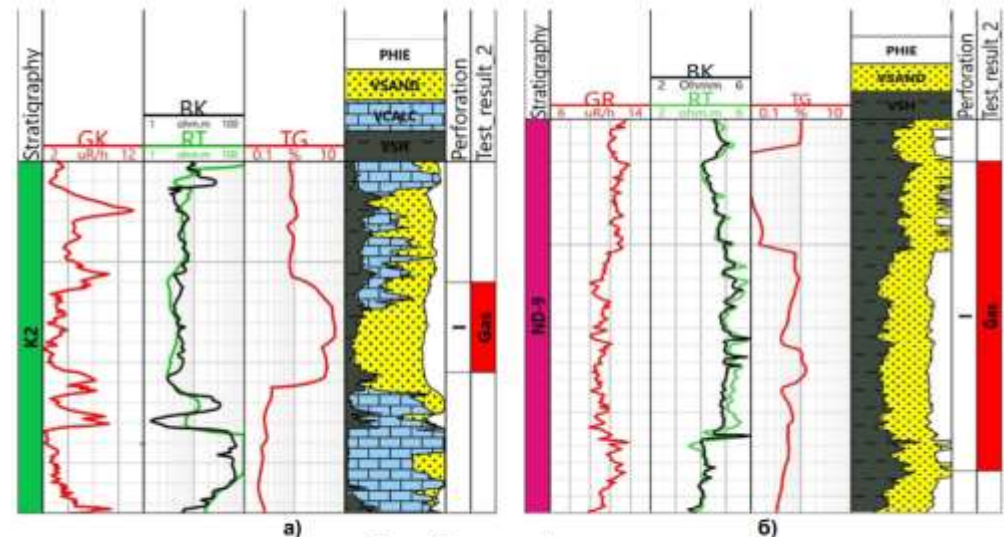


Рис. 4. Зведений планшет:
а) свердловина № 1; б) свердловина № 2.

В роботі стаття: Карпин В., Орлюк М., Антонюк В. Ефективність методу ядерно-магнітного каротажу у складнопобудованих породах-колекторах.

Стаття написана на 80%, у зв'язку з надходженням нових кернах матеріалів, що потребують додаткового аналізу та уточнення результатів, публікація статті перенесена на 2026 рік.

4. Апробація результатів дисертаційного дослідження доктора філософії: участь у роботі міжнародних та вітчизняних наукових конференціях; публікація тез за результатами участі у роботі наукових конференцій.

Результати дослідження нетрадиційних типів колекторів візейського ярусу були представлені на 32-й міжнародній конференції з органічної геохімії (IMOG) 2025. В м. Порту, Португалія. (Доповідач - Левонюк Сергій).

1. Levoniuk S., Kruhlov B., Hejnar J., Orynychak S., Karpyn V., Iuras S., Karpenko I. (2025). New Insights in Hydrocarbon-Generating Potential Of V-23 Rudov Beds (Hot Shale) in the Dnieper-Donets Basin, Eastern Ukraine. Conference: 32nd International Meeting on Organic Geochemistry (IMOG) 2025At: Porto, Portugal. <https://doi.org/10.3997/2214-4609.202533308>

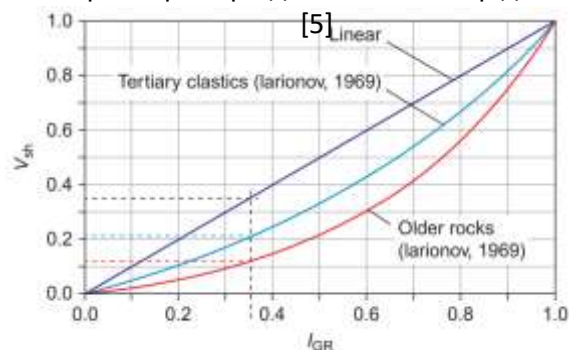
Виступив з доповіддю на конференції «Надрокористування в Україні».

2. Карпин В.М., Антонюк В.В. Особливості визначення коефіцієнту пористості з використанням геофізичних методів у складнопобудованих породах-колекторах. X міжнародна науково-практична конференція «Надрокористування в Україні. Перспективи інвестування». Конференція ДКЗ, жовтень, 2025. Львів, Україна (с. 380-384). https://conf.dkz.gov.ua/files/2025_materials_net.pdf

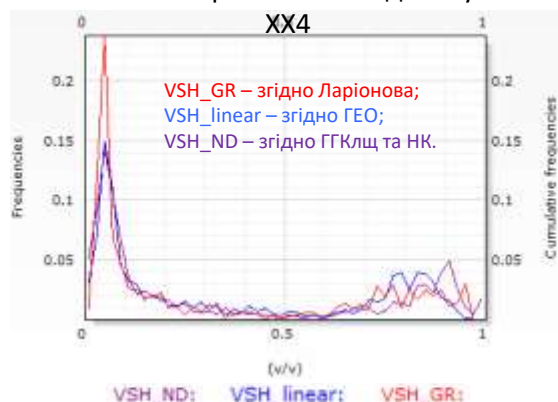


Розрахунок глинистості та визначення типу глинистих мінералів

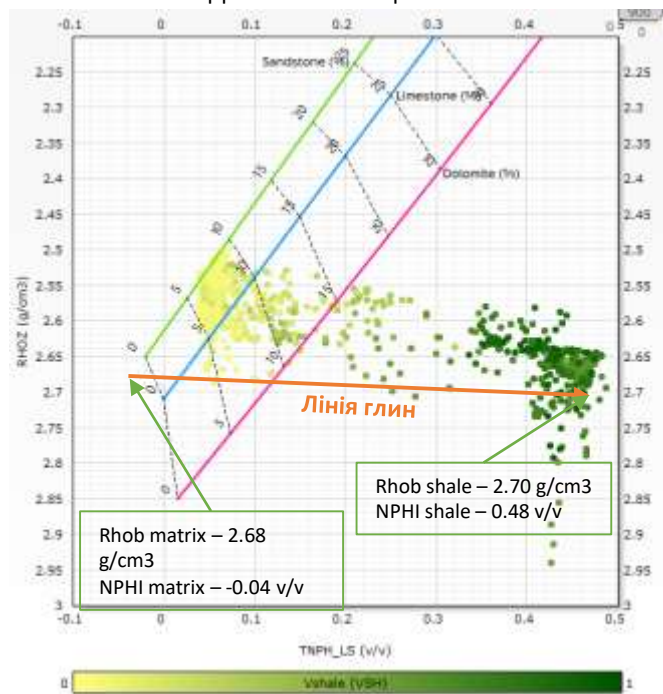
Залежності відносного різницевого параметра ΔI_{GR} від глинистості порід VSH



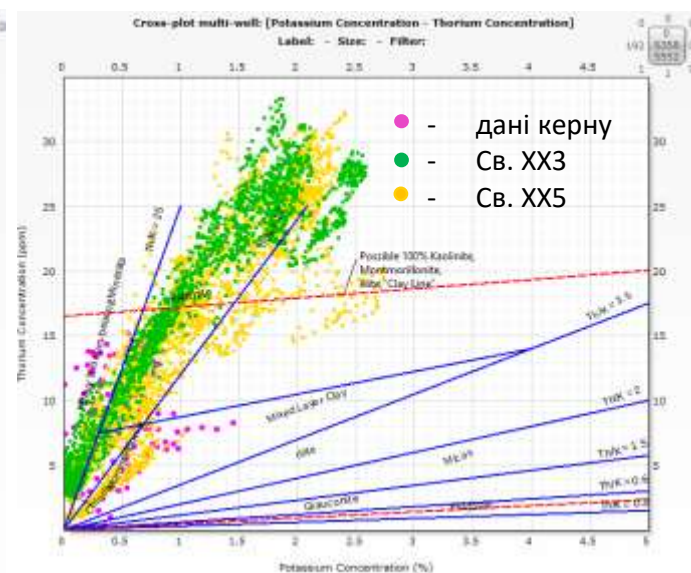
Приклад гістограми розрахунку глинистості різними методами у св. XX4



Кросплот для визначення глинистості за даними ГГКлц та НК



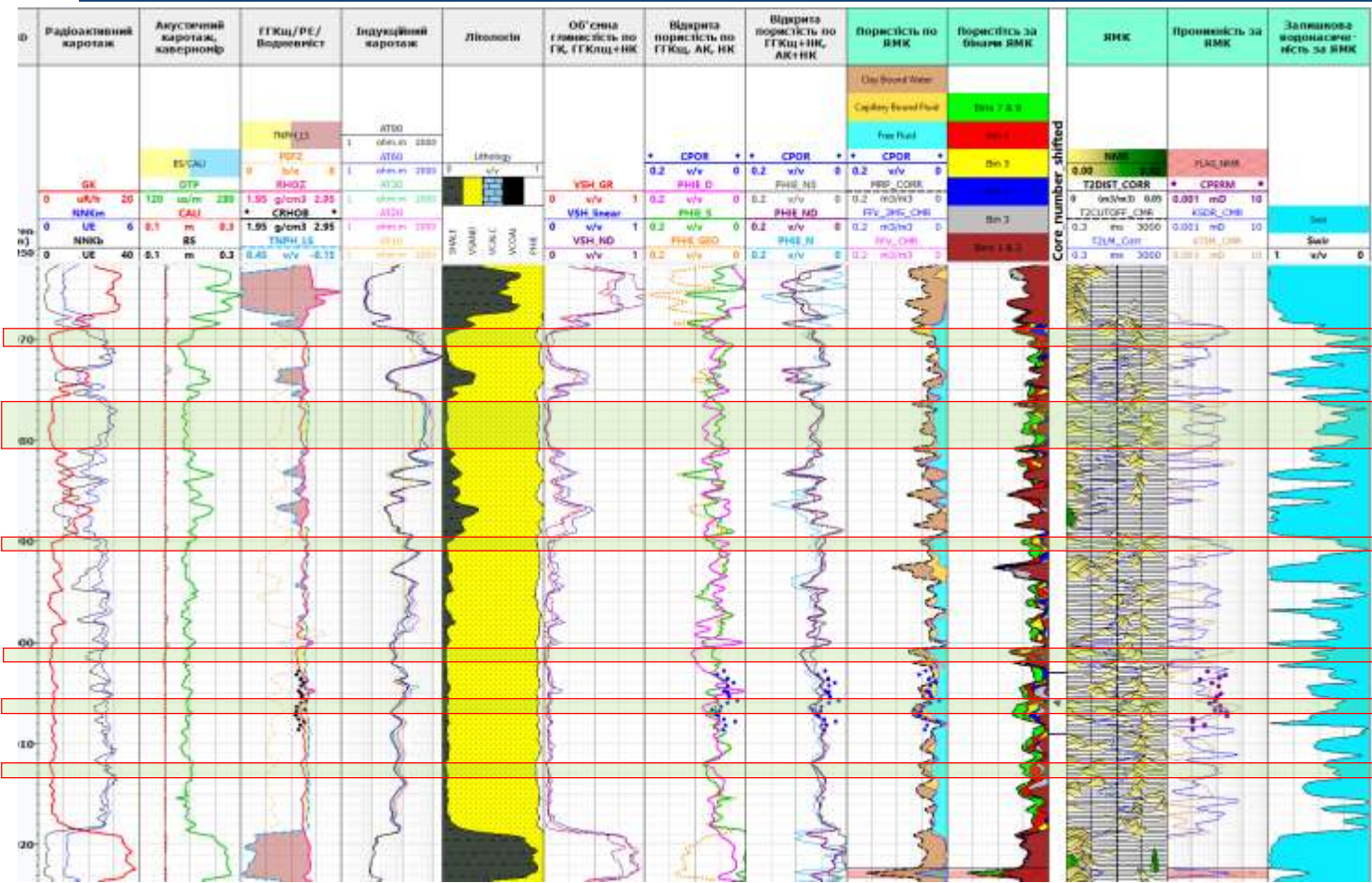
Кросплот визначення типу глинистих мінералів за даними SGK





Із доповіді на конференції «Надрокористування в Україні»

Зведений планшет інтерпретації ГДС у св. № XX4



Мнемоніки кривих: Мнемоніки кривих: GK – гамма каротаж; NNKb, NNKm – великий та малий НК відповідно; DTP – час проходження повздовжньої хвилі АК; CALI – діаметр свердловини; REFZ – фотоелектричний фактор (ГГКлщ), RHOZ – зареєстрована об’ємна щільність (ГГКлщ); CRNOB – щільність по керну; TNPH_LS – пористість за НК в масштабі вапняка; AT10-AT90 – криві багатозондового індукційного каротажу, число відповідає глибині дослідження в дюймах; SHALE – об’ємна глинистість; VSAND – об’ємний вміст пісковику; PHIE – прийнятий коефіцієнт відкритої пористості; VSH_GR – об’ємна глинистість, рівняння Ларіонова для більш давніх відкладів; VSH_ND – об’ємна глинистість, методи НК-ГГКлщ; VSH_linear – лінійна залежність визначення глинистість з GEO; CPOR – коефіцієнт відкритої пористості по керну; розраховані коефіцієнти відкритої пористості за різними методами ГДС: PHIE_D (ГГКлщ), PHIE_S (АК), PHIE_GEO (згідно GEO), PHIE_NS (НК+АК), PHIE_ND (НК+ГГКлщ), PHIE_N (НК); MRP_CORR – коефіцієнт загальної пористості по ЯМК; FFV_3MS_CMR – коефіцієнт відкритої пористості по ЯМК; FFV_CMR – коефіцієнт ефективної пористості по ЯМК; Bins 1-8 – пористість за бінами по ЯМК; T2LM_Corr – логарифмічне середнє значення T2 (розподіл часу поперечної релаксації) з поправкою за пізній T2; T2DIST_CORR – розподіл T2 з поправкою за пізній T2; T2CUTOFF_CMR – граничне значення для T2 для стандартної обробки даних ЯМК; CPERM – абсолютна газопроникність по керну; KSDR_CMR – проникність за ЯМК, рівняння Шлюмберже-Долла; KTIM_CMR – проникність, розрахована на основі сигналу ЯМК за рівнянням Тімура-Коатса; Swir – залишкова водонасиченість за даними ЯМК.



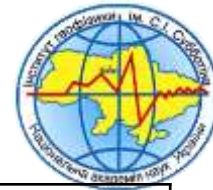
Індивідуальний план наукової роботи

5. Написання II-го розділу дисертації доктора філософії.

Виконано на 70%. Опрацьовані джерела:

1. Мачужак М.І., Лизанець А.В. (2013) Перспективи відкриття значних за запасами родовищ газу на великих глибинах у Дніпровсько-Донецькій западині. Нафтогазова галузь України. - 2013. - № 3. - С. 20-23. <http://elar.nung.edu.ua/handle/123456789/3599>.
2. Стрижак Л.І. Літогенез та природа колекторів глибокозалегаючих теригенних відкладів нижнього карбону центральної частини Дніпровсько - Донецької западини: дис. на здобуття наукового ступеня кандидата геол. наук: 04.00.21 / Стрижак Людмила Іванівна. – Київ, 2021. – 159 с.
3. Asquith G., Krygowski D., & Hurley N. (2004). Basic Well Log Analysis, Second Edition. AAPG Methods in Exploration 16. 37-151.
4. Bjørlykke K. (2015). Petroleum Geoscience: From Sedimentary Environments to Rock Physics, Second Edition. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 31-427. DOI 10.1007/978-3-642-34132_8_1.
5. Грицишин, В. І. (2012). Петрофізична характеристика колекторів нафтових і газових родовищ Карпатського регіону і Дніпровсько-Донецької западини: монографія. Івано-Франківськ: Лілея НВ. <http://elar.nung.edu.ua/handle/123456789/5042>
6. Карпенко, О.М., & Локтєв, А.В. (2001). Підвищення інформативності геофізичних досліджень свердловин при вивченні глинисто-піщаних розрізів тонкошаруватої будови. Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, 1 (1), 20–24. <http://elar.nung.edu.ua/handle/123456789/749>
7. Когуч, Я. Р., & Сабат, Н. В. (2007). Контроль буримості гірських порід в процесі поглиблення нафтових і газових свердловин. Науковий вісник Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу, 1 (15), 116.
8. Прокопів, В.Й. (2004). Фізико-геологічні моделі для визначення ємнісних характеристик порід колекторів складної будови за даними ГДС (на прикладі нафтових і газових родовищ Карпатського регіону та Північного Донбасу). Автореф. дис. ... канд. геол. наук, Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу. <http://elar.nung.edu.ua/handle/123456789/4051>
9. Rider, M. (2000). The Geological Interpretation of Well Logs. Second Edition. Sutherland: Rider-French Consulting.
10. 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.
11. Mavko, G., Mukerji, T., & Dvorkin, J. (1998). The rock physics handbook: Tools for seismic analysis in porous media: University of Cambridge.

Індивідуальний план наукової роботи на III рік (до 1 листопада 2026 р.)



№ п/п	Зміст та обсяг науково-дослідницької діяльності аспіранта	План
1	Аналіз результатів лабораторних кернових досліджень для побудови петрофізичної моделі (відклади середнього карбону)	Завершити збір та аналіз кернових даних відкладів кам'яновугільного віку у першому кварталі.
2	Проведення наукових досліджень за темою дисертації доктора філософії (відклади середнього карбону).	Провести петрофізичну оцінку з урахуванням досліджень кернового матеріалу. Виконати моделювання пружних властивостей порід на основі петрофізичної моделі. Уточнити класичні коефіцієнти в рівняннях прогнозу швидкості поздовжніх і поперечних хвиль і густини в досліджуваному перерізі.
3	Публікація статей за темою дисертації доктора філософії.	Опублікувати 2 статті.
4	Апробація результатів дисертаційного дослідження доктора філософії: участь у роботі міжнародних та вітчизняних наукових конференціях; публікація тез	Взяти участь в конференції.
5	Написання III-го розділу дисертації доктора філософії	
6	Побудова моделі пружних властивостей порід для відкладів кам'яновугільного віку	



Дякую за увагу

