

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
КИЇВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА**

01033, м. Київ, вул. Володимирська, 60, тел.: 239-33-33

ЗАТВЕРДЖУЮ

Проректор з наукової роботи
Київського національного
університету імені Тараса Шевченка
проф. _____ Ганна ТОЛСТАНОВА

М.П.

**Проміжний звіт
про результати виконання №24БП049-01, I етапу науково-дослідної роботи
«Геофізичні критерії виділення та оцінки продуктивності ущільнених
порід-колекторів нафти і газу, як критичних для України корисних
копалин»**

Науковий керівник _____

Сергій ВИЖВА

2024

Підготовку звіту завершено _____ 20__ р.

1. Номер державної реєстрації роботи: _____
2. Номер договору, за яким надається фінансування (за наявності): _____
3. Науковий напрям, до якого відноситься робота, відповідно до додатку до Порядку проведення державної атестації наукових установ та закладів вищої освіти в частині провадження такими закладами наукової (науково-технічної) діяльності, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 19 липня 2017 року № 540 Природничі науки
4. Найменування організації-виконавця роботи: КНУ імені Тараса Шевченка
5. Власне ім'я та прізвище наукового керівника наукової (науково-технічної) роботи: Сергій ВИЖВА, директор ННІ «Інститут геології», доктор геологічних наук, професор
6. Місце основної роботи наукового керівника: КНУ імені Тараса Шевченка
7. Терміни та тривалість виконання роботи:
 - Тривалість роботи 36 місяців
 - Початок 01.01.2024
 - Закінчення 31.12.2024
 - Тривалість звітнього етапу 12 місяців
 - Початок 01.01.2024
 - Закінчення 31.12.2024
8. Обсяги фінансування роботи:
 - Загальний обсяг фінансування:
 - за запитом (заявкою) 2635,19 тис. грн (*формат 1000,5*)
 - фактичний 1199,874 тис. грн
 - Обсяг фінансування звітнього етапу:
 - за запитом (заявкою) 826,87 тис. грн
 - фактичний 1199,874 тис. грн
9. Перелік виконавців з оплатою праці (прізвище, ім'я та по батькові (за наявності), посада за основним місцем роботи, або посада за цивільно-правовим договором), окремо зазначаються молоді вчені, студенти, аспіранти (за наявності) (*додаток до форми*).
10. Стислий зміст роботи в цілому (актуальність, мета, основні завдання, ідеї, гіпотези тощо) (до 40 рядків):
 - Актуальність дослідження ущільнених порід-колекторів пов'язана із вирішенням різних природних та вимірювально-методичних проблем у лабораторних і польових умовах щодо забезпечення отримання, обробки та інтерпретації геофізичної інформації.
 - Метою НДР є розробка інформативних і стійких геофізичних критеріїв для виділення та оцінки продуктивності ущільнених порід-колекторів нафти і газу. Це реалізується на основі: досліджень максимально повного переліку петрофізичних властивостей та встановленні їх зв'язку з ефективними

геофізичними параметрами; розробки теорії та методики контролю за ходом процесів інтенсифікації пласту.

Завдання: 1) Обрати і класифікувати типові представники порід, які відносяться до ущільнених колекторів нафти і газу з урахуванням їх текстурних особливостей/анізотропії.

2) Розробити схему проведення ядерного аналізу, послідовності та обсягів геофізичного дослідження та лабораторного петрофізичного вивчення орієнтованих зразків керну.

3) На основі мікроскопічного опису порід встановити генезис, тип і щільність мікротріщинуватості на зразках ущільнених порід колекторів

Ідеї і гіпотези. Нетрадиційні колектори ВВ мають унікальні петрофізичні властивості, які включають низьку пористість і низьку проникність та особливу реакцію на стиск в умовах багатозафазного насичення. У низькопроникних колекторах, залишкове водонасичення і критичне водонасичення можуть різко відрізнятися від об'єкта до об'єкта, тому існує широкий діапазон залишкового водонасичення, при якому не можуть мігрувати флюїди. У граничному випадку, в деяких дуже низькопроникних колекторах, практично відсутня рухома водна фаза навіть при дуже високому водонасиченні. Тому їх можна розглядати як такі, що мають недостатню проникність ні для газу, ні для води у широкому діапазоні водонасичення. Нафтогазонасичення змінює фізичні властивості покладу, створює його фізичну контрастність у петрофізичних параметрах, геофізичних полях щодо вмісних порід, що потенційно створює умов їх геофізичного вивчення.

11. Основні результати виконання попереднього (за наявності) етапу (до 20 рядків): виконується перший етап НДР

12. Номер та назва звітнього етапу (за наявності): Етап 1. Відпрацювання і апробація методики дослідних робіт на колекціях зразків порід ущільнених колекторів та ґрунтів.

13. Опис процесу реалізації (хід виконання, які дослідження проводились, які методики використовувались тощо) роботи за звітним етапом (до 50 рядків тексту)

На основі зібраного кам'яного матеріалу (Володимирська площа Волино-Подільська плита) була сформована колекція ущільнених порід-колекторів (основні літологічні типи: пісковик, доломіт, вапняк). Здійснювався макро-і мікроопис зразків порід, де основна увага приділялася встановлення генезису, типу щільності мікротріщинуватості на зразках ущільнених порід колекторів.

Науково-технічним аналіз численних методик і рекомендацій, технічних звітів було впроваджена нова удосконалена технологічна схема проведення ядерного аналізу, що включає перелік послідовності, обсягів геофізичного дослідження та лабораторного петрофізичного вивчення зразків керну.

Ключовим для початку промислової розробки колекторів ущільненого типу є створення системи наведеної тріщинуватості у пласті, що реалізується через гідравлічний розрив. З цією метою було виконано попередні (передтестові) лабораторні дослідження, пов'язані з ГРП, параметрів порід ущільнених порід.

Здійснювалося чисельне моделювання для встановлення аналітичної залежності потоку нафти від пластової температури і тиску при фізичному моделюванні пластових умов (для заданої літологічної вибірки ущільнених порід-колекторів).

Здійснювалося оцінювання інформативності та перспективності впровадження магнітометричного методу при вивченні верхньої частини геологічного розрізу та ґрунтового покриву у комплекс геологорозвідувальних робіт на різних етапах.

(за необхідності, можуть наводитись дані у вигляді таблиць, рисунків, формул, графіків, діаграм, креслень тощо).

14. Результати виконання звітнього етапу відповідно до технічного завдання/календарного плану:

14.1 Заплановані завдання роботи (звітнього етапу) *(перерахуйте завдання звітнього етапу, окреслені у запиті (технічному завданні/календарному плані) роботи, до 40 рядків):*

1) Вибір і розкласифікація типових представників порід, які відносяться до ущільнених колекторів нафти і газу з урахуванням їх текстурних особливостей/анізотропії.

2) Розробка схеми проведення кернового аналізу, послідовності та обсягів геофізичного дослідження та лабораторного петрофізичного вивчення орієнтованих зразків керну.

3) На основі мікроскопічного опису порід будуть встановлено генезис, тип і щільність мікротріщинуватості на зразках ущільнених порід колекторів

14.2 Отримані результати роботи (звітнього етапу) *(опишіть результати, отримані виконавцями протягом звітнього періоду, посилаючись на заплановані та досягнуті цілі, задачі та індикатори виконання, згадані в технічному завданні/календарному плані роботи. Додайте посилання на публікації у наукових виданнях, інші показники з п. 18, що є підтвердженням досягнення результатів виконання етапу, якщо такі показники передбачені, до 120 рядків):*

1) Розглянуто поняття «нетрадиційний колектор» та неоднозначність його трактування в літературі. Наведено основні види нетрадиційних ресурсів вуглеводнів (сланцеві вуглеводні, вуглеводні ущільнених порід, метан вугільних родовищ, газогідрати тощо) та їхні особливості у порівнянні з традиційними ресурсами (фільтраційно-ємнісні властивості, особливості залягання, технології видобутку тощо).

Описані головні характеристики найпоширеніших типів ущільненого колектора (низькопористих ущільнених колекторів та високопористих ущільнених колекторів), вказано їх відмінності у порівнянні з конвекційними газоносними колекторами; дана геологічна позиція і петрофізичні характеристики ущільнених колекторів Волино-Подільської плити та найбільш загальні мінералого-петрографічні та геохімічні особливості ущільнених порід-колекторів.

Створено колекцію порід ущільнених колекторів нафти і газу. Виконано їх систематизацію, літологічний опис, фотографування і підготовку до подальшого петрофізичного аналізу.

2) Розроблена удосконалена схема лабораторних петрофізичних досліджень ущільнених порід-колекторів з врахуванням їх структурних та текстурних особливостей, термобаричних умов та анізотропії, що складається із розгорнутої послідовності лабораторних та експериментальних дій (58 технологічних етапів).

3) Майже в усіх кернах наявна шаруватість, що спричинено, в основному, зміною зернистості мінералів та наявністю тонких прошарків збагачених вуглисто-глинистим матеріалом, яка в свою чергу може впливати на анізотропію петрофізичних властивостей.

Різноманітні міжзернові порожнини складають основу порожнього простору практично в усіх горизонтах. Також спостерігається закономірність, що збільшення об'єму порожнин призводить до одночасного збільшення вмісту міжзернових порожнин та порожнин ущільнення.

4) Серед петрофізичних досліджень, що проводяться на підготовчому етапі до проведення ГРП, варто виділити дослідження пружних модулів в лабораторних умовах, дослідження проникності зразків гірських порід до і після змодельованого процесу ГРП та вимірювання акустичної емісії з метою вивчення поширення тріщин в зразках. Серед основних параметрів порід, що використовуються при плануванні ГРП, модуль Юнга, коефіцієнт Пуассона, індекс крихкості, тріщиностійкість, ефект пошкодження пласта.

Спостережено чітку обернену залежність між ІК та коефіцієнтом глинистості, що є основним фактором, який зумовлює здатність даних порід до пластичної деформації. Рекомендується використання методу Jarvie для теригенних порід завдяки його простоті у використанні та надійності.

5) Розроблено аналітичні співвідношення, які дозволяють виконувати оцінку проникності за різних значень температури й перепаду тиску.

$$N(\Delta P, T) = \left(\sum_{i=1}^5 a_i T^{(5-i)} \right) \Delta P + \sum_{i=1}^5 b_i T^{(5-i)} = \sum_{i=1}^5 [a_i \Delta P + b_i] T^{(5-i)}$$

Використовуючи мінімізуючий функціонал з використанням поліноміальної апроксимації четвертого порядку дозволив отримати послідовність аналітичних коефіцієнтів, які забезпечили досягнення низької похибки моделювання. Тобто використання цих коефіцієнтів в аналітичній залежності буде означати, що потоки за фіксованих зазначених температур будуть фактично відповідати виміряним потокам.

6) Аналіз впливу міграції вуглеводневого флюїду на зміну мінерального складу ґрунтів вказує на значущу інформативність та перспективність впровадження методу у комплекс геологорозвідувальних робіт на різних етапах. Аутогенні зміни магнітних мінералів у верхній частині геологічного розрізу та ґрунтовому покриві, а також природне та антропогенне накопичення вуглеводневих продуктів у ґрунтах, спричиняє зміну магнітних властивостей та формує аномалії магнітного поля. Сформовані таким чином діагенетичні

магнетики можуть підвищувати або понижувати величини магнітних параметрів ґрунтів у межах ареалів розсіювання вуглеводнів і так званої зони halo ефекту.

Магнітні аномалії ґрунтів знаходяться у тісному зв'язку з аномаліями магнітного поля, геохімічними аномаліями ґрунтів та підстилаючих горизонтів. Ідентифікується наявність аутогенних сульфідів заліза (грейгіт, піротин), що формуються у ґрунтах під впливом вуглеводнів. Паралельно присутні ультрадисперсні оксиди заліза ґрунтотвірного походження, у першу чергу, магнетит та магеміт. Усі магнетики не перевищують псевдооднодоменний стан (PSD).

14.3 Відхилення від календарного плану (за наявності) *(вказіть та детально обґрунтуйте можливі відхилення від технічного завдання/календарного плану та їх потенційний вплив на подальше виконання роботи, до 40 рядків):* відсутні

15. Наукова цінність і актуальність отриманих результатів (науково-технічної продукції), їх порівняння з українськими та/або кращими закордонними аналогами *(до 40 рядків тексту):*

Створена колекція зразків ущільнених порід колекторів одного району досліджень (Володимирська площа Волино-Подільської плити) є унікальною щодо повноти охоплення всіх продуктивних інтервалів. Для зібраної колекцій був виконаний повний літологічний опис, який критично важливий для наступного лабораторного вимірювального етапу дослідження і створення геолого-геофізичної моделі покладу. В процесі роботи використані також результати досліджень окремих колекцій порід-колекторів різного літологічного складу нетрадиційних теригенних порід Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ).

Вперше на основі проведеного порівняльного аналізу методик розрахунку індексу крихкості за лабораторними даними для нетрадиційних теригенних порід-колекторів ДДЗ оцінено їх перспективність для проведення ГРП.

Здобула подальшу адаптацію технологічна схема лабораторних петрофізичних досліджень ущільнених порід-колекторів з врахуванням їх структурних та текстурних особливостей, термобаричних умов та анізотропії.

Вперше для заданої вибірки порід, що відносяться до ущільненого типу (карбонатні формація низької пористості), отриманні коефіцієнти множинного регресійного рівняння, яке забезпечує передбачення величини потоку нафтогазового флюїду у змінному термобаричному полі.

Подальший розвиток отримало застосування термомагнітної і магнітодинамічної діагностики ґрунтового покриття.

(за необхідності, можуть наводитись дані у вигляді таблиць, рисунків, формул, графіків, діаграм, креслень тощо).

16. Практична цінність результатів для потреб оборони, безпеки, економіки та/або суспільства України (у разі наявності) *(до 60 рядків тексту):*

Потенційні споживачі наукової продукції: нафтогазові сервісні і виробничі організації з пошуку, розвідки та видобутку нафти і газу. Суттєвий економічний ефект полягатиме у значному скороченні витрат на буріння (особливо на глибоке

буріння, буріння з відбором керну), за рахунок зростання ефективності наземних геофізичних робіт при пошуках покладів нафти і газу нетрадиційного типу. Встановлення на наступних етапах реалізації НДР, геофізичних критеріїв виділення та оцінки продуктивності ущільнених порід-колекторів нафти і газу, означатиме більш доступніший, дешевший, оперативніший дослідницький інструмент на всіх стадіях геологорозвідувальних робіт (пошукових, розвідувальних, деталізаційних і навіть промислово-експлуатаційних). Тобто зниження витрат на геологорозвідку приводитиме для зниження «порогу входження» інвестора на ринок добутку вуглеводневої сировини, а отже можливість залучення більшої їх кількості. Іншою важливою технічною характеристикою реалізації НДР є формування фактологічного базису для проведення гідророзриву пласта, практично обов'язкової засобу інтенсифікації родовищ вуглеводнів ущільненого типу. Власне, отримання крихкісно-міцнісних, пружних, фільтраційно-ємнісних властивостей порід ущільнених формацій, разом із знанням їх анізотропії дасть змогу правильно задавати вхідні параметри проведення ГРС і сейсмомоніторингу його впровадження.

(обґрунтуйте практичну цінність результатів, зазначивши їх основні функціональні, тактико-технічні характеристики, перспективи впровадження. За необхідності, можуть наводитись дані у вигляді таблиць, рисунків, формул, графіків, діаграм, креслень тощо).

17. Основні висновки/рекомендації за результатами виконання наукової (науково-технічної) роботи» (до 50 рядків)

Нетрадиційні ресурси вуглеводнів (сланцеві вуглеводні, вуглеводні ущільнених порід, метан вугільних родовищ, газогідрати тощо) володіють виразними особливостями (фільтраційно-ємнісні властивості, особливості залягання, технології видобутку тощо) у порівнянні з традиційними ресурсами, що дозволяє створювати *promising* геолого-геофізичні моделі покладів.

Удосконалення схеми лабораторних петрофізичних досліджень ущільнених порід-колекторів ґрунтується на їх структурно та текстурних особливостях, термобаричних умовах, анізотропії тощо.

Передтестові лабораторні дослідження параметрів порід ущільнених порід, свідчать, що серед петрофізичних досліджень, які проводяться на підготовчому етапі до проведення ГРП, варто виділити дослідження пружних модулів в лабораторних умовах, дослідження проникності зразків гірських порід до і після змодельованого процесу ГРП та вимірювання акустичної емісії з метою вивчення поширення тріщин в зразках. Серед основних параметрів порід, що використовуються при плануванні ГРП, модуль Юнга, коефіцієнт Пуассона, індекс крихкості (ІК), тріщиностійкість, ефект пошкодження пласта.

Спостережено чітку обернену залежність між ІК та коефіцієнтом глинистості, що є основним фактором, який зумовлює здатність даних порід до пластичної деформації. Рекомендується використання методу Jarvie (розрахунок ІК) для теригенних порід завдяки його простоті у використанні та надійності.

Чисельне петрофізичне моделювання встановило аналітичні співвідношення, які дозволяють виконувати оцінку проникності за різних значень температури й перепаду тиску.

На основі мікроскопічного опису майже в усіх зразках кернах наявна шаруватість, що спричинено, в основному, зміною зернистості мінералів та наявністю тонких прошарків збагачених вуглисто-глинистим матеріалом, яка в свою чергу може впливати на анізотропію петрофізичних властивостей. ●

Різноманітні міжзернові порожнини складають основу порожнього простору практично в усіх горизонтах. Також спостерігається закономірність, що збільшення об'єму порожнин призводить до одночасного збільшення вмісту міжзернових порожнин та порожнин ущільнення.

Аутогенні зміни магнітних мінералів у верхній частині геологічного розрізу та ґрунтовому покриві, а також природне та антропогенне накопичення вуглеводневих продуктів у ґрунтах, спричиняє зміну магнітних властивостей та формує аномалії магнітного поля. Сформовані таким чином діагенетичні магнетити можуть підвищувати або понижувати величини магнітних параметрів ґрунтів у межах ареалів розсіювання вуглеводнів і так званої зони halo ефекту, а отже бути інформативними при оцінці перспективності впровадження магнітометричного методу при вивченні верхньої частини геологічного розрізу та ґрунтового покриву у комплекс геологорозвідувальних робіт на різних етапах.

18. Основні кількісні показники/індикатори¹ виконання роботи (звітної етапу) за темою роботи (у звіті зазначаються лише ті показники з таблиці, які планувались у запиті (заявці/договорі на отримання фінансування (надання грантової підтримки), із зазначенням відповідного фактичного кількісного виконання цих показників/індикаторів у графах «Заплановано» / «Виконано». Якщо у запиті (заявці тощо) кількісні показники не передбачались, але у результаті виконання роботи або етапу вони були отримані, то у звіті вони додатково зазначаються у графі «Виконано»).

№ з/п	Показники/індикатори	Заплановано (відповідно до запити на фінансування/ТЗ/КП тощо), кількість	Виконано (за результатами етапу/роботи), кількість
1	2	3	4
1.	Публікація результатів:	10	46
1.1.	Статті у журналах, що індексуються наукометричними базами даних: - Scopus та/або Web of Science Core Collection, всього, од.	4	8

¹ До показників/індикаторів таблиці пункту 18 не можуть бути включені будь-які публікації (включно із співавторством), конференції, впровадження, охоронні документи на об'єкти права інтелектуальної власності, тощо держав (їх представників), визнаних в установленому порядку державою-агресором або державою-окупантом.

1	2	3	4
	з них із квантилем Q1 і Q2 на момент опублікування, од.		1
	з них із квантилем Q3 і Q4 на момент опублікування, од.		1
	з них із іншими показниками впливовості видання, які визначені замовником (імпаکت-фактор, SNIP тощо), <i>необхідне зазначити, од.</i>		
	з них з відкритим доступом, од.		
1.2.	Статті у виданнях, які містять інформацію з обмеженим доступом (для робіт оборонного та/або подвійного призначення), од.	0	0
1.3.	Статті у наукових журналах (без квантилю), збірниках наукових праць, матеріалах конференцій тощо, що індексуються наукометричними базами даних Scopus або Web of Science Core Collection (крім тих, що увійшли до п.1.1) , од.	3	5
1.4.	Статті у фахових виданнях України категорії «А», які у звітному році індексуються наукометричними базами даних Scopus або Web of Science Core Collection, од.	1	6
1.5.	Статті у наукових фахових виданнях України категорії «Б» , од.	1	1
1.6.	Статті у періодичних виданнях інших країн, що мають ISSN, од.	1	1
1.7.	Публікації у матеріалах конференцій, тезах доповідей та виданнях, що не включені до переліку наукових фахових видань України та не індексуються наукометричними базами даних Scopus або Web of Science Core Collection, од.	0	2
1.8.	Монографії та розділи монографій, опубліковані (або підготовлені і подані до друку) у закордонних виданнях мовами країн ОЕСР та/або ЄС, од.	0	0
1.9.	Монографії та розділи монографій, опубліковані (або підготовлені і подані до друку) в українських виданнях, од.	0	2
1.10.	Монографії та розділи монографій, опубліковані (або підготовлені і подані до друку) з обмеженим доступом (для робіт оборонного та/або подвійного призначення), од.	0	0
1.11.	Підручники, навчальні посібники, од.	0	1
1.12.	Словники, довідники, енциклопедії, видані українськими та/або закордонними видавництвами, од.	0	
1.12	Рецензії, експертні висновки	0	18
1.13	Препринти, які мають DOI	X	
1.14	Набори FAIR-даних, які мають DOI	0	
1.15.	Інші публікації, які не описані у пп. 1.1-1.12, од.	0	
2.	Презентація та поширення результатів:		
2.1.	Міжнародні науково-комунікативні заходи, конференції, од.	3	5
2.2.	Всеукраїнські та регіональні науково-технічні/промислові виставкові заходи, од.	0	2
2.3.	Представлення розробки/бізнес-плану/результатів роботи на:	0	
	- інноваційних фестивалях, од.		
	- конкурсах стартапів, од.		
	- акселераційних програмах, од.		
	- хакатонах, од.		
2.4.	Науково-популярні публікації з метою поширення інформації про результати роботи для загальної (широкої) аудиторії, од.	0	2
2.5.	Представлення інформації про результати роботи на науково-популяризаційних заходах (дні науки, наукові пікніки тощо), од.	0	
2.6.	Інші заходи, які не описані у пп. 2.1-2.5, од.	0	
3.	Підготовка наукових кадрів:	0	1
3.1.	Захищено дисертацій доктора наук авторами роботи або під консультуванням авторів у рамках тематики роботи, од.		
3.2.	Захищено дисертацій доктора філософії авторами роботи або під керівництвом авторів у рамках тематики роботи, од.	0	1
4.	Охоронні документи на об'єкти права інтелектуальної власності (ОПІВ)	0	0
4.1.	Отримано патентів України на винахід, од.		
4.2.	Отримано патентів України на промисловий зразок , од.		

1	2	3	4
4.3.	Отримано патентів України на корисну модель, од.		
4.4.	Отримано охоронний документ на ОПІВ інших країн, од.		
4.5.	Отримано охоронних документів на інші види ОПІВ, які не описані у пп. 4.1-4.4, од.		
4.6.	Подано заявок на отримання охоронного документу на ОПІВ України та /або інших країн, од.		
5.	Впровадження та використання наукових або науково-технічних (прикладних) результатів:	0	3
5.1.	Підписано (укладено) договорів (угод) організацією-виконавцем роботи на впровадження (використання) результатів роботи (окрім індивідуальних), серед них:	0	3
5.1.1	Господарських договорів/контрактів, од./тис.грн	0	3*
5.1.2	Ліцензійних договорів/договорів на ноу-хау, од./тис.грн		
5.1.3	Грантових угод (держаного рівня), од./тис.грн		
5.1.4	Грантових угод (міжнародного рівня), од./тис.грн		
5.1.5	Індивідуальні договори, угоди державного/міжнародного рівня		
5.1.6	Інші договори (угоди), які не описані у пп. 5.1.1-5.1.5, од./тис.грн		
5.2.	Документально підтверджено використання результатів (різних видів НТП) у практиці органів державної/місцевої влади, суспільних практиках тощо, од.		
5.3.	Проведено маркетингові дослідження, перемовини з потенційними замовниками із підписанням протоколу (меморандуму, угоди) про наміри комерційного впровадження результатів, од.	0	0
5.4.	Подано заявок на державні, міжнародні наукові гранти (окрім індивідуальних), од.	0	2*
5.5.	Впроваджено у освітній процес ЗВО/НУ з відповідним підтвердженням, од.	0	1*
5.6.	Інші варіанти впровадження, які не описані у пп. 5.1-5.5, од.		
6.	Створено чи істотно удосконалено/покращено існуючі:	0	
6.1.	Пристрої (макет, експериментальний/дослідний зразок), од.		
6.2.	Матеріали, процеси, технології, технологічні регламенти, цифрові продукти та електронні сервіси, од.	0	1*
6.3.	ТУ, ДСТУ, будівельні норми, зареєстровані проекти нормативно-правових актів, од.		
6.4.	послуги у сфері наукової та науково-технічної діяльності, од.		
6.5.	Інші результати, які не описані у пп. 6.1-6.4, од.		
7.	Участь з оплатою у виконанні роботи (штатних одиниць/осіб) згідно з додатком до форми, всього, у т.ч.:	0	0
7.1.	Студентів (здобувачів вищої освіти I-II рівнів), шт.од./ осіб		
7.2.	Аспірантів (здобувачів вищої освіти III рівня), шт.од./ осіб		
7.3.	Молодих вчених, шт.од./ осіб		

* - перелік у п. 20

19. Відхилення від запланованих показників/індикаторів, зазначених у пункті 18 (у разі наявності зазначити і обґрунтувати причини таких відхилень та їх вплив на подальше виконання роботи) (до 20 рядків): відхилень від ТЗ немає

20. Вихідні дані щодо показників виконання відповідно до підпунктів пункту 18 (зазначити дані про публікації, препринти, FAIR-дані, конференції, захисти дисертацій, отримання ОПІВ, впровадження, створення НТП, залучення молодих вчених, студентів, аспірантів тощо) з додаванням WEB-посилання (за наявності) на ресурси, де вони розміщені:

Захист дисертацій: Краснікова Олена Олександрівна, Назва дисертаційної роботи: "Геофізичний супровід планування та проведення гідравлічного розриву пласта", спеціальність: 103 - Науки про Землю, Посилання: <https://scc.knu.ua/zdobuvach-phd?id=336206>

Публікації: Монографії

Багрій І.Д., Репкін О.О., Забулонов Ю.Л., **Вижва С.А.**, Хрущев Д.П., Паюк С.О., Щуров І.В., Гафич І.П. та ін. Н2 – водень. Еколого-енергетичні виклики XXI сторіччя. Глобальні проекти. Шляхи реалізації. ДП «Українська Геологічна Компанія 2023. (видана в 2024 р.) (Внесок у НДР: аналіз актуальності вивчення і впровадження технологій розробки нетрадиційних енергетичних покладів). <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:1819155/FULLTEXT01.pdf>

Методичні праці

Митрохин О.В. Польовий визначник гірських порід: Навчальний посібник. – К.: ННІ «Інститут геології». Електронне видання. 2024. – 95 с. http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/Mytrokhyn_2024.pdf (Внесок у НДР: експресне визначення і характеристика осадових порід, у тому числі потенційних колекторів нафти і газу).

Статті, що входять в наукометричні бази даних

Bakmutov V., Yegorova T., Bakarzhayeva M., **Mytrokhyn O.**, Shpyra V., Orlyuk M., Maksymchuk V., Tarasov V., Romanets A., Nakalov Ye., Brillinh Ye., Romanyuk O., Otruba Yu., Litvinov D. (2024) Magnetic field map of the Wilhelm Archipelago shelf zone, West Antarctica // Acta Geophysica (2024) 72: 1693–1712. (WoS Q2) (Внесок у НДР: структура магнітного поля над тріщинними інтрузивними масивами)

Dindaroglu, T., Boran, B., Babur, E., & **Menshov, O.** (2024). Long-term temporal variation of land use transition on soil carbon stocks in mediterranean karst ecosystems. Forestist, 74(1), 94-101. DOI: 10.5152/forestist.2024.23014 (Scopus Q3) (Внесок у НДР: механізми флюїдопереносу в ґрунтах)

Krasnikova Olena, Kuzmenko Pavlo, **Vyzhva Serhii** (2024) Analysis of the methods of determining the brittleness index and their application for terrigenous reservoir rocks of the Dnipro-Donetsk basin. Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology. 2024(104)10.17721/1728-2713.104.03 . (WoS Q4) (Внесок у НДР: методи розрахунку здатності до тріщиноутворення в ущільнених породах-колекторах)

ВИЖВА, С., ПОПОВ, С., БОНДАР, К. та ін. (2024). Удосконалена методика детальної магнітної зйомки для вирішення завдань нафтогазової геології. ВІСНИК КИЇВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ТАРАСА ШЕВЧЕНКА. ГЕОЛОГІЯ, 2(105), 29-36. [HTTSPS://DOI.ORG/10.17721/1728-2713.105.04](https://doi.org/10.17721/1728-2713.105.04) (WoS Q4) (Внесок у НДР: методи магніторозвідки для нафтогазової геології)

Митрохин О.В., Чертова Д.С., Бахмутов В.Г. (2024) Петрологія габроїдів затоки Жирар (півострів Київ Берегу Грєяма, Західна Антарктика). Мінералогічний журнал. Т.46, №2, С. 54-66. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.46.02.054> (Scopus Q4) (Внесок у НДР: способи ідентифікації і параметризації первинної тріщинуватості у породах)

Меньшов О. (2024). Вплив міграції флюїдів на магнітну мінералогію ґрунтів. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія, 1(104), 30-35. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.104.04> (WoS Q4). (Внесок у НДР: механізми флюїдопереносу (у тому числі вуглеводневого) в ґрунтах та магнітометричні методи якого виявлення)

Меньшов О., Бондар К., Бахмутов В., Главацький Д., Поляченко Є. (2024). Магнітно-мінералогічні властивості ґрунтів Київщини, уражених військовими діями. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія, 3(106), 5-12 <http://doi.org/10.17721/1728-2713.106.01> (WoS Q4). (Внесок у НДР: методи магнітної діагностики і паспортизації ґрунтів)

РУСАЧЕНКО, Н., ПАСТУШЕНКО, Т., & ВИЖВА, С. (2024). Моделювання соляно-купольних структур у глибинному домені з використанням трасування променів та аналізу сейсмічних атрибутів. Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія, 3(106), 42-46. <https://doi.org/10.17721/1728-2713.106.05> (WoS Q4). (Внесок у НДР: сейсмічні методи ідентифікації пасток вуглеводнів)

Фахові та статті, що видані закордоном

Bondar, K.M., Bashkatov, Y.Y., Khomenko, R.V., Didenko, S.V., Tsiupa, I.V., **Popov, S.A.** (2024). Geophysical Survey in Support of Archaeological Rescue Excavations at Industrial Area of Kremenchuk Magnetic Anomaly in Ukraine. In: Cuenca-Garcia, C., Asándulesei, A., Lowe, K.M. (eds) World Archaeo-Geophysics. One World Archaeology. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-57900-4_18 (Внесок у НДР: геофізичні методи вивчення ґрунтового покриву)

Shabatura, O. & Tyutyunnyk, Yu & Blum, O. (2023) Biogeochemical lichen indication study of formation and temporal changes of Oleksandriia Arboretum atmospheric pollution (2023) Ukrainian hydrometeorological journal. 115-129. 10.31481/uhmj.32.2023.08. (видана в 2024 р.) (Внесок у НДР: методи комплексної математичної обробки і моделювання геохімічних параметрів, у тому числі їх міграції з ґрунту).

Матеріали конференцій, що входять в наукометричні бази даних

Menshov, O., Bakmutov, V., Hlavatskyi, D., Poliachenko, I., & Bondar, K. (2024, June). Magnetic Imprint in the Soils as a Consequence of War Impact in Ukraine. In 85th EAGE Annual Conference & Exhibition (including the Workshop Programme) (Vol. 2024, No. 1, pp. 1-5). European Association of Geoscientists & Engineers. <https://www.earthdoc.org/content/papers/10.3997/2214-4609.202410637> (Scopus) (Внесок у НДР: методи магнітної діагностики і паспортизації ґрунтів)

Bratakh M., Kurylo M., **Shabatura O.**, Saccamo Ch., Wojnicki M. Onshore CCS in Western Ukraine – exploration challenge for depleted fields. AAPG European Regional Conference 2024 “Energy Transition. Is European Approach different?”. Krakow, Poland, 28-29 May, 2024. <https://erc.aapg.org/2024/> (Scopus) (Внесок у НДР: вивчення нетрадиційних енергетичних покладів)

Hlavatskyi, D., **Menshov, O.**, Poliachenko, I., Bakmutov, V., & Bondar, K. (2024, October). Comparison of Magnetic and Geochemical Parameters in Soil for the Estimation of Heavy Metals Pollution Caused by Warfare. In International Conference of Young Professionals «GeoTerrace-2024» (Vol. 2024, No. 1, pp. 1-5). European Association of Geoscientists & Engineers. <https://openreviewhub.org/geoterrace/paper-2024/comparison-magnetic-and-geochemical-parameters-soil-estimation-heavy-metals> (Scopus) (Внесок у НДР: геофізичні методи вивчення ґрунтового покриву)

Vyzhva S., A. Gozhyk, **O. Shabatura** Indicators for Identification of Rare-Earth Type of Granitoids of Ukrainian Shield and their Connection with Paleogeodynamics Using ANN202410.3997/2214-4609.2024510023 (Scopus) (Внесок у НДР: методи глибинного навчання в обробці великих масивів петрофізичної і геофізичної інформація)

Vyzhva S., **O. Shabatura**, **V. Onyshchuk**, **I. Onyshchuk**, **D. Onyshchuk** An Enhanced Approach to Discrimination and Regression of Permeability of in Reservoir Sandstones Using Support Vector Machine 202410.3997/2214-4609.2024510005 (Scopus) (Внесок у НДР: методи глибинного навчання в обробці великих масивів петрофізичної і геофізичної інформація)

Матеріали конференцій, що не входять в наукометричні бази даних

Горошкова, Л., Антонюк, Д., & **Меньшов, О.** (2024, February). Перспективи відновлення інфраструктури України на засадах сталого розвитку в умовах війни та повоєнного відновлення країни. In European perspective: міждисциплінарний дискурс у контексті сучасних викликів і можливостей. Луцьк: Вежа-Друк. (Внесок у НДР: актуальність вивчення ґрунтів дистанційними неруйнівними методами)

Митрохин О., Бахмутов В., Крижановська А. (2024) Прояви гематитових яшмоїдів (джаспероїдів) у Західній Антарктиці. // Матеріали тринадцятих наукових читань імені академіка Євгена Лазаренка «Стан, проблеми і перспективи розвитку мінералогічної науки та освіти в Україні». – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2024. – С.117-118 (Внесок у НДР: способи ідентифікації і параметризації первинної тріщинуватості у породах)

Науково-популярні публікації з метою поширення інформації про результати роботи для загальної (широкої) аудиторії

Маширова А., **Митрохин О.** (2024) Петрографія андезитових лав Аргентинських островів (Західна Антарктика) // Матеріали тринадцятих наукових читань імені академіка Євгена Лазаренка «Стан, проблеми і перспективи розвитку мінералогічної науки та освіти в Україні». – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2024. – С.109-111

Митрохин О., Бахмутов В., Крижановська А. (2024) Прояви гематитових яшмоїдів (джаспероїдів) у Західній Антарктиці. // Матеріали тринадцятих наукових читань імені академіка Євгена Лазаренка «Стан, проблеми і перспективи розвитку мінералогічної науки та освіти в Україні». – Львів: ЛНУ імені Івана Франка, 2024. – С.117-118

Укладено договорів (угод): 1) Project Title: Development and implementation of multitask magnetometer survey methodology; STCU Number: NSEPEUR23002-1012; термін виконання: лютий-липень 2024 р; виконавці: Попов С. (наук. кер.), Вишва С., Онищук В., Шабатура О.

2) Договір «Підготовки еталонної літологічної моделі продуктивних відкладів Руденківсько-Пролетарського нафтогазоносного регіону на основі узагальнення петрофізичних, геохімічних, геофізичних даних» між Корпорацією «Науковий парк Київський університет імені Тараса Шевченка»; термін виконання: вересень 2024 р. – січень 2025 р; виконавці: Вишва С. (наук. кер.), Онищук В., Онищук І., Шабатура О.

3) Договір НДІ-1263-пс-24 «Послуги щодо проведення петрофізичних досліджень керну порід-колекторів для задач захоронення CO₂ у Карпатському регіоні) між АТ «Укргазвидобування» Корпорацією «Науковий парк Київський університет імені Тараса Шевченка»; виконавці: Вишва С. (наук. кер.), Онищук В., Онищук І., Шабатура О.

Подано заявок на державні, міжнародні наукові гранти: 1) заявка на збір та обробка інформації необхідної для формування бази даних геолого-промислових даних ГПУ «Шебелинкагазвидобування» АТ «Укргазвидобування» «Послуги зі збору та обробки інформації необхідної для формування бази даних для створення постійно діючих геолого-технологічних моделей та формування електронної бази справ свердловин і геофізичних матеріалів по родовищах Шебелинського відділення» від ГПУ «Шебелинкагазвидобування» АТ «Укргазвидобування»; 2) заявка на збір та обробка інформації необхідної для формування бази даних геолого-промислових даних ГПУ «Шебелинкагазвидобування» АТ «Укргазвидобування» «Послуги зі збору та обробки інформації необхідної для формування бази даних для створення постійно діючих геолого-технологічних моделей та формування електронної бази справ свердловин і геофізичних матеріалів по родовищах Красноградського відділення» від ГПУ «Шебелинкагазвидобування» АТ «Укргазвидобування»;

Впроваджено у освітній процес: див. Додаток 2

Матеріали, процеси, технології, технологічні регламенти, цифрові продукти та електронні сервіси: Схема проведення кернового аналізу, послідовності та обсягів геофізичного дослідження та лабораторного петрофізичного вивчення орієнтованих зразків керну.

До звіту додаються електронні² копії наукових публікацій, охоронних документів, інша наукова продукція (окрім матеріалів, які містять інформацію з обмеженим доступом).

До звіту можуть надаватись інші матеріали, зміст і обсяг яких передбачений заявкою та/або договором на отримання фінансування (надання грантової підтримки).

21. Рішення³ вченої (наукової, науково-технічної, технічної) ради або іншого керівного (дорадчого) органу (за відсутності зазначеної ради) організації-виконавця роботи щодо результатів розгляду проміжного звіту (*стисло зазначити текст висновку ради (органу) про відповідність/невідповідність виконаних робіт технічному завданню/календарному плану, зазначити дату та номер протоколу*):

Рішення Координаційної ради Комплексної наукової програми «Надра» (протокол №2 від 20.12.2024 р.):

пропонує результати етапу № 1 виконаної НДР впровадити в навчальний процес, у виробництво, використати в подальших дослідженнях, опублікувати і продовжити в 2025 році виконання етапу № 2 прикладного наукового дослідження №24БП049-01;

рекомендує підготувати звітну документацію науково-дослідної роботи 24БП049-01 «Геофізичні критерії виділення та оцінки продуктивності ущільнених порід-колекторів нафти і газу, як критичних для України корисних копалин», етап I «Відпрацювання і апробація методики дослідних робіт на колекціях зразків порід ущільнених колекторів та ґрунтів», для подальшого розгляду та затвердження Вченої ради Київського національного університету імені Тараса Шевченка.

22. Анотація основних результатів роботи (звітної етапу) українською та англійською мовами (до 30 рядків кожною мовою; інформація зазначається зрозумілою, простою для сприйняття загальною аудиторією мовою у науково-публіцистичному стилі).

Нафта і газ містяться у порах та порожнинах гірських порід, які називають колекторами нафти і газу. Чим більше поровий об'єм, тим потенційно більше порода-колектор може містити вуглеводнів. На сьогоднішній час, гарних порід колекторів залишалось небагато, вони або глибоко розташовані, або містять малий об'єм вуглеводнів. Тому поступово увага нафтовиків звертається до колекторів іншого типу, які мають низьку пористість, натомість більше поширення. До них

² У випадку необхідності надання звіту у паперовій формі (на вимогу замовника або якщо у звіті та/або додатках до нього міститься інформація з обмеженим доступом), до нього додаються друковані додатки (окрім великих за обсягом монографій, підручників, словників тощо (більше 50 стор.)).

³ Зазначається і надається лише у випадку наявності відповідних вимог від замовника/грантонадавача. Також до звіту необхідно додати копію витягу з протоколу засідання відповідної ради (органу) в електронній (паперовій) формі.

відносяться такі літологічні типи як глинисті сланці, карбонатні породи, ущільненні пісковики.

Ущільненні породи є об'єктом представленою дослідження. Ключові завдання даного етапу науково-дослідної роботи полягали у відборі найбільш типових представників ущільнених колекторів та формуванні з неї представницької колекції зразків для подальшого аналізу. Такими типовими представниками були низькопористі пісковики, доломіти і вапняки із Володимирської площі, що розташована на Волино-Поділлі України.

Мікроскопічне вивчення зразків показало їх перспективність, оскільки всі вони володіють характерними ознаками продуктивних колекторів, а саме шаруватістю, наявністю органічної речовини (неозброєним оком видно темі і бурі прошарки органічного матеріалу), наявну міжзерену пористість, поширення уламкових текстур та тріщинуватість. Відомий факт, що по тріщинах активно відбувається переміщення вуглеводнів під час її розробки, тому тріщинуватість як природна і стимульована є важливим показником «якості» колектора.

У подальшому із порід колекції будуть сформовані зразки для ретельного і всебічного лабораторного аналізу. З цією метою було удосконалено технологічний цикл проведення такого аналізу, власне із врахування згаданої специфіки ущільнених порід (низька проникність і пористість, виражена анізотропність (просторова неоднаковість) фізичних властивостей тощо).

Були проведені попередні (у тестовому режимі) випробовування порід на їх крихкість, для отримання кількісних показників, які є важливими при оцінці якості процесу гідравлічного розриву пласта.

Перелік виконавців роботи з оплатою праці

№	Власне ім'я прізвище, науковий ступінь, вчене звання <i>(особистий підпис, у разі необхідності)</i>	Основне місце роботи або здобуття освіти	Зазначити вік та наявність статусу молодого вченого (на момент подання звіту)	Посада (або договір ЦПХ) та роль у ході виконання роботи (керівник, відповідальний виконавець, виконавець, студент, аспірант тощо)	Основні завдання у ході виконання роботи (стисло зазначити функції)
1	Сергій ВИЖВА	КНУ імені Тараса Шевченка		пров. наук. спів, д.н., проф.; керівник НДР	Планування досліджень, контроль за виконання завдань; підготовка звіту
2	Олександр ШАБАТУРА	КНУ імені Тараса Шевченка		с.н.с, д.н.; відп. виконавець	формування колекції зразків гірських порід, підготовка звіту
3	Олександр МЕНЬШОВ	КНУ імені Тараса Шевченка		с.н.с, д.н.	польові роботи з відбору проб ґрунту; лабораторні магнітометричні вимірювання
4	Олександр МИТРОХИН	КНУ імені Тараса Шевченка		с.н.с, д.н.	макро- і мікроопис зразків ушільнених порід
5	Іван ОНИЦУК	КНУ імені Тараса Шевченка		за.сектором, к.н.	формування колекції зразків гірських порід, петрофізичне моделювання дифузії флюїду в змінних термобаричних умовах, підготовка звіту
6	Віктор ОНИЦУК	КНУ імені Тараса Шевченка		с.н.с, к.н.	формування колекції зразків гірських порід,
7	Микола РЕВА	без оплати		с.н.с, к.н.	моделювання дифузії флюїду в змінних термобаричних умовах
8	Сергій ПОПОВ	КНУ імені Тараса Шевченка		с.н.с, к.н.	лабораторні магнітометричні вимірювання

№	Власне ім'я прізвище, науковий ступінь, вчене звання <i>(особистий підпис, у разі необхідності)</i>	Основне місце роботи або здобуття освіти	Зазначити вік та наявність статусу молодог о вченого (на момент подання звіту)	Посада (або договір ЦПХ) та роль у ході виконання роботи (керівник, відповідальний виконавець, виконавець, студент, аспірант тощо)	Основні завдання у ході виконання роботи (стисло зазначити функції)
9	Наталя ЛЕОНЕНКО	КНУ імені Тараса Шевченка		пров.інж.	пробопідготовка
10	Олена КРАСНІКОВА	КНУ імені Тараса Шевченка, без оплати	27, молодий вчений	інженер.	петрофізичне обґрунтування постановки експерименту з моніторингу гідророзриву пласта