УДК 550.834

Перспективи збільшення ресурсів вуглеводнів Дніпровсько-Донецької западини за рахунок виявлення покладів неантиклінального типу

***Вижва С.А.*[1]**, *д-р геол. наук, проф., член-кор. НАН України, ORCID ID: 0000-0003-4091-6649, s.vyzhva@knu.ua;*
***Бенько В.М.*[2]**, *канд. геол. наук, benko.tks@gmail.com;*
***Бурдейний Т.О.*[3]**, *ORCID ID: 0009-0006-1580-496X, office@esco-pivnich.com;*
***Круглик В.М.*[4]**, *ORCID ID: 0009-0003-9484-6727, v.kruglyk@gmail.com;*
1 – Інститут геології Київського національного університету імені Тараса Шевченка, Київ, Україна
2 – ТОВ «Компанія «Технокомсервіс», Київ, Україна
3 – ТОВ «Еско-Північ», Київ, Україна
4 – ТОВ «Геоюніт», Київ, Україна

Наведено результати виявлення покладів вуглеводнів неантиклінального типу на родовищах та ліцензійних площах в межах Дніпровсько-Донецької западини. Для даної території визначено оптимальні підходи до пошуків покладів вуглеводнів з використанням їх сейсмічних індикаторів та AVO – аналізу. Проведена оцінка достовірності технологій прямого виявлення покладів вуглеводнів на прикладі родовищ приосьової зони та північного борту западини. Показано, що технологія прямого виявлення покладів вуглеводнів є корисною також для оцінки ймовірності наявності вуглеводнів у структурних пастках. Окреслено перспективи виявлення неантиклінальних покладів вуглеводнів Дніпровсько-Донецької западини.

Ключові слова: поклади вуглеводнів, сейсмічні індикатори вуглеводнів, AVO-аналіз.

Prospects of increasing hydrocarbon resources in the Dnieper-Donetsk basin using the discovery of non-anticlinal type deposits

***Vyzhva Serhii*[1]**, *DSc (Geol.), Prof., Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Ukraine, ORCID ID: 0000-0003-4091-6649, s.vyzhva@knu.ua;*
***Benko Volodymyr*[2]**, *Candidate of Sciences (Geol.), benko.tks@gmail.com;*
***Burdeinyi Taras*[3]**, *ORCID ID: 0009-0006-1580-496X, office@esco-pivnich.com;*
***Kruhlyk Victoria*[4]**, *ORCID ID: 0009-0003-9484-6727, v.kruglyk@gmail.com;*
1 - Institute of Geology, Taras Shevchenko National University of Kyiv, Ukraine
2 - Company Tekhnokomservis LLC, Kyiv, Ukraine
3 - Esco-Pivnich LLC, Kyiv, Ukraine
4 - Geounit LLC, Kyiv, Ukraine

The results of the detection of non-anticlinal hydrocarbon deposits in the fields and license areas within the Dnieper-Donetsk Basin are presented. For this territory, optimal approaches to the search for hydrocarbon deposits using their seismic indicators and AVO analysis are determined. The reliability of technologies for direct detection of hydrocarbon deposits is assessed using the example of deposits in the axial zone and the northern side of the basin. It is shown that the technology for direct detection of hydrocarbon deposits is also useful for assessing the probability of the presence of hydrocarbons in structural traps. The prospects for the detection of non-anticlinal hydrocarbon deposits in the Dnieper-Donetsk Basin are outlined.

Keywords: hydrocarbon deposits, seismic hydrocarbon indicators, AVO-analysis.

Вступ. Класичним варіантом пошуків покладів вуглеводнів є використання так званої непрямої технології. Цей підхід базується на побудові структурно-тектонічної моделі та виявленні ймовірних структурних пасток вуглеводнів. На ранніх етапах розвитку сейсмічних досліджень основним об‘єктом пошуків були антиклінальні пастки вуглеводнів. Разом із зменшенням кількості нерозвіданих антикліналей підвищився інтерес до пошуків структурних пасток іншої форми, зокрема пасток, що обмежені розломами та інших. Однак, наявність ймовірних структурних пасток не є достатньою умовою насичення вуглеводнями гірських порід у цих пастках. Крім того, кількість структурних пасток з розмірами,

достатніми для рентабельного вилучення вуглеводнів, ймовірно зменшується. Отже, виявлення неантиклінальних або неструктурних покладів вуглеводнів сьогодні є актуальною задачею (Бенько та ін., 2013; Бурдейний та ін., 2026), а перспективи відкриття нових родовищ газу і нафти в значній мірі пов‘язані з розвитком цього напрямку сейсмічних досліджень.

Метод. Технологія прямого виявлення покладів вуглеводнів базується на використанні їх сейсмічних індикаторів, до яких відносять деякі сейсмічні атрибути, зокрема огинаюча сейсмічного сигналу, відносний акустичний імпеданс тощо. Ці атрибути можуть бути визначені за сумарним сейсмічним зображенням геологічного середовища (Злочевська, Круглик, & Лісний, 2026; Лісний, 2002).

Більш інформативними є AVO – атрибути, що визначаються за допомогою кутових сейсмічних зображень геологічного середовища (Вижва, Круглик, & Лісний, 2025). Поширений підхід до обчислення AVO – атрибутів оснований на дослідженнях Шуе (Shuey, 1985), важливим результатом яких є рівняння для обчислення принципових AVO – атрибутів Intercept та Gradient. Ці атрибути дозволяють обчислювати просторові розподіли значень інших атрибутів, зокрема флюїд-фактору, газ-індикатору та інших, що дозволяють виявляти насичені вуглеводнями інтервали геологічного розрізу. Окреме місце посідає атрибут Intercept, який має фізичний зміст сейсмічного зображення, отриманого за сейсмограмою нормального падіння хвиль на відбиваючу границю, або за сейсмограмою центральних променів. Просторові розподіли цього атрибуту дозволяють надійно виявляти амплітудні аномалії сейсмічних даних. До таких амплітудних аномалій відносяться класичні яскраві плями, а також тьмяні плями, зміни полярності відбитих сейсмічних хвиль та плоскі плями, що ототожнюються з контактами води та газу або нафти. Спільне використання атрибутів Intercept та Gradient дозволяють проводити їх кросплотний аналіз. Результатом такого аналізу є визначення положень покрівель та підошв продуктивних пластів, які насичені вуглеводнями.

Разом із виявленням покрівель та підошв продуктивних пластів важливе значення мають способи визначення фізичних характеристик власне продуктивних пластів. Такими властивостями пластів є швидкості поздовжніх та поперечних сейсмічних хвиль, густина, а також відношення швидкостей поздовжніх та поперечних хвиль *Vp/Vs* та імпеданси для поздовжніх та поперечних хвиль. Обчислення цих характеристик продуктивних пластів та геологічного середовища в цілому виконується за допомогою технології синхронної інверсії з використанням відповідного програмного забезпечення (Chopra & Castagna, 2014). Вихідними даними для синхронної інверсії є кутові сейсмічні зображення. У даному дослідженні кутові сейсмічні зображення були отримані за допомогою пре-стек міграції Кірхгофа.

Результати. За результатами кросплотного аналізу атрибутів Intercept та Gradient побудована об‘ємна модель газових пластів Зв‘язівської площі. На рис. 1 показані положення виділених газових пластів у 2-Д поданні. Вони відносяться переважно до відкладів нижнього та середнього карбону. Для наочності пласти показані різними кольорами. Положення свердловин Малосороченського та Камишнянського родовищ показані білими символами з відповідними номерами.

Визначення достовірності виявлення газових пластів за допомогою результатів AVO-аналізу, зокрема результатів кросплотного аналізу атрибутів Intercept та Gradient, проведено з використанням даних випробування свердловин. На рис. 2 наведені приклади вертикальних розрізів сейсмічного зображення Зв‘язівської площі через свердловини, в яких проведено випробування та отримані промислові припливи газу. Рожевим кольором позначений приплив природного газу, синім – приплив пластової води, зеленим – приплив нафти.

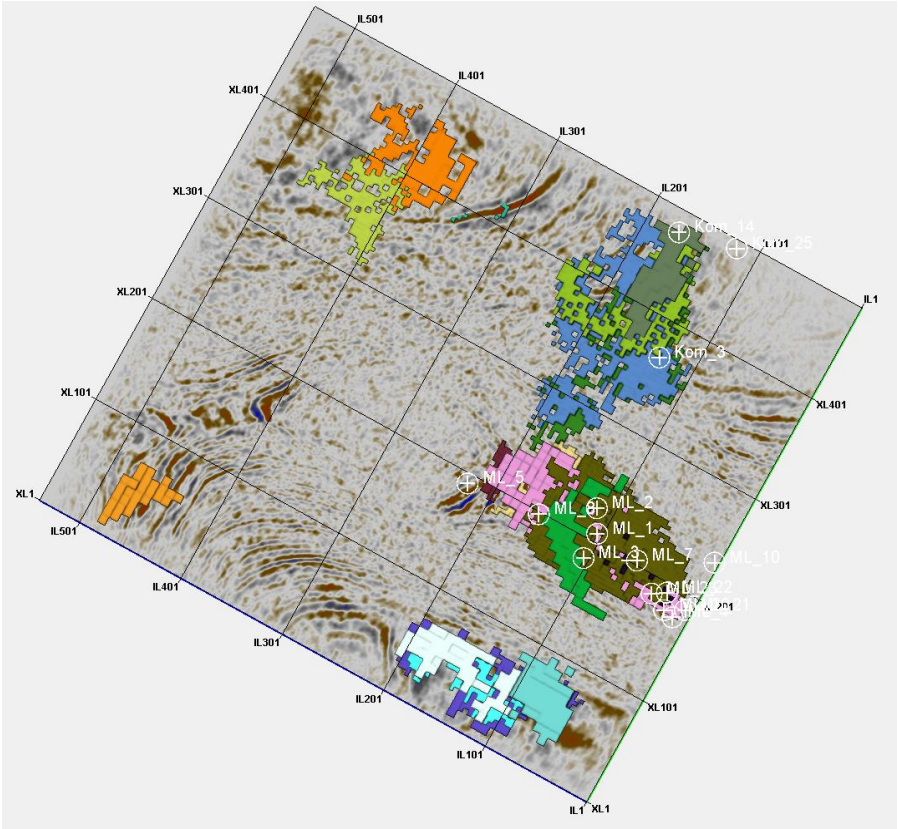
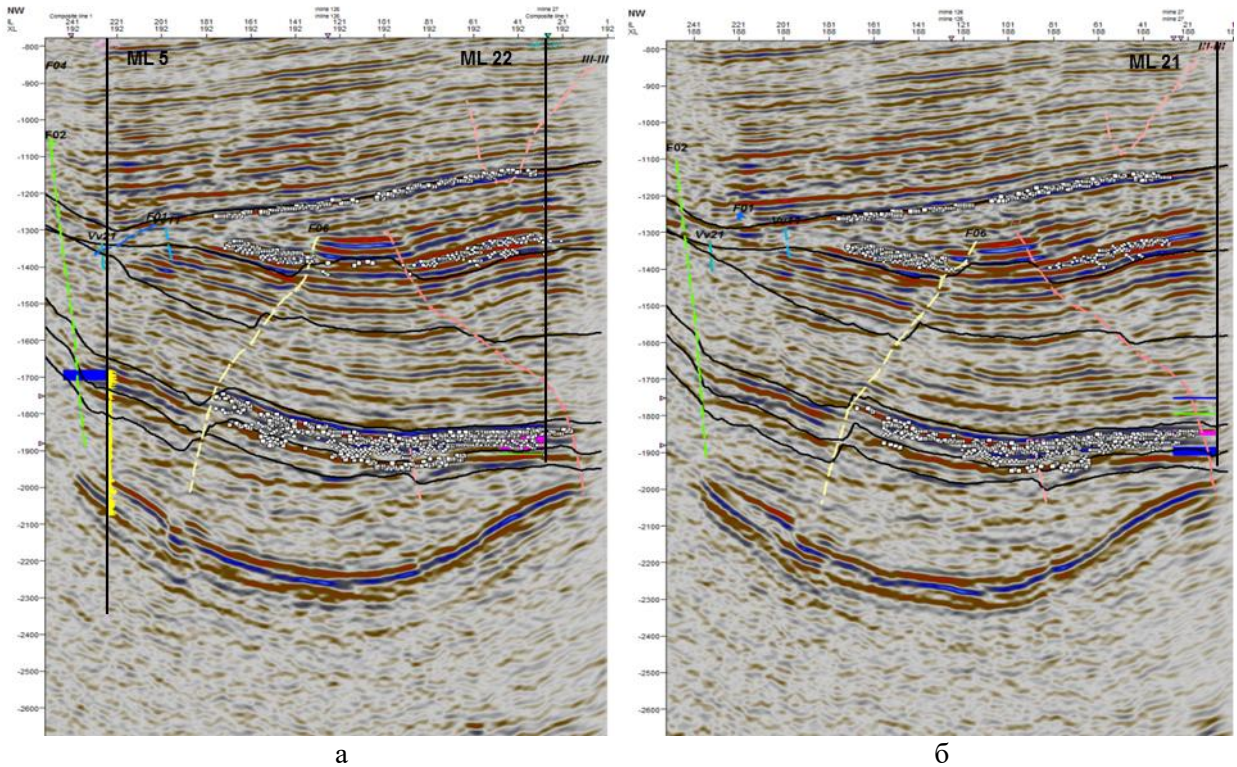


Рис. 1. Проекція покрівель та підошв газових пластів на горизонтальний зріз сейсмічного зображення для часу 2100 мс



а б

Рис. 2. Вертикальний розріз сейсмічного зображення через свердловини: ML 5, ML 22 (а), ML 21 (б). Кульками та квадратами показані покрівлі та підошви газових пластів відповідно, які виявлені за даними AVO-аналізу

На рис. 2а показано вертикальний розріз сейсмічного зображення Зв'язівської площі уздовж лінії XL 192 через свердловину ML 22 з результатами випробувань продуктивного пласта В-24-25 у візейських відкладах нижнього карбону в інтервалі 2525-2558 м. В

результаті випробувань отримано приплив газу 179 тис. м^3/добу. Інтервал перфорації повністю співпадає з положенням газового пласта, який визначено за результатами AVO-аналізу. Рис. 2б демонструє вертикальний розріз сейсмічного зображення уздовж лінії XL 188 через свердловину ML 21 з результатами випробувань продуктивного пласта В-24-25 в інтервалі 2505-2520 м, в якому отримано приплив газу 30 тис. м^3/добу. Аналіз результатів випробувань інших продуктивних свердловин Зв'язівської площі показав повний збіг інтервалів перфорації із положенням газових пластів, що виявлені за результатами AVO-аналізу.

На рис. 3. наведено приклад розподілу значень атрибуту відношення швидкостей поширення поздовжніх та поперечних хвиль *Vp/Vs* для продуктивного пласта В-24-25 Карайкозівської ліцензійної ділянки в об'ємному поданні. Показана також продуктивна свердловина Карайкозівська - 54. В результаті випробувань свердловини отримано комерційний приплив газу. Положення відповідних інтервалів перфорації показано червоними прямокутниками. Понижені значення атрибуту *Vp/Vs*, які відповідають газонасиченим зонам показані темно-синім та фіолетовим кольорами. З рис. 3 випливає, що свердловина Карайкозівська - 54 знаходиться в оптимальному місці у верхній частині доволі великої газонасиченої зони. Таке положення свердловини є передумовою ефективного вилучення газу з продуктивного пласта. Слід зазначити, що газонасичена зона не поширюється до нижньої частини прогину, яка може бути обводнена.

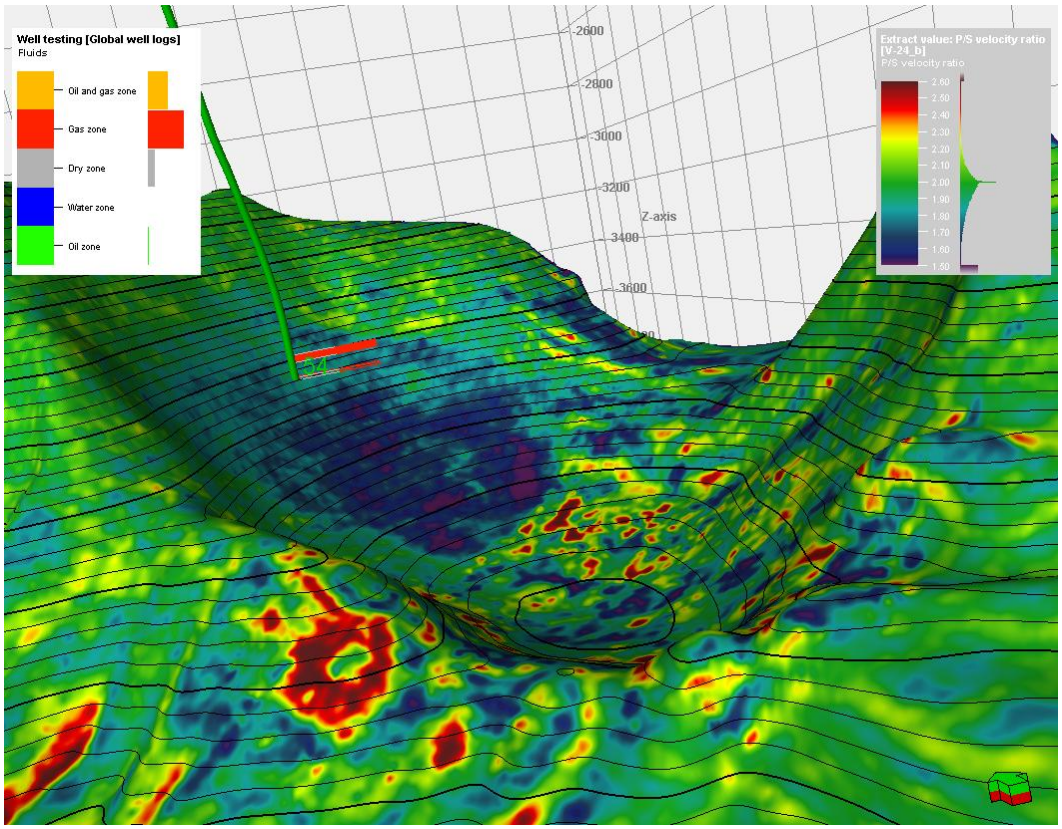


Рис. 3. Продуктивний пласт В-24-25 Карайкозівського родовища у тривимірному поданні з розподілом значень атрибуту *Vp/Vs*. Траєкторія продуктивної свердловини Карайкозівська - 54. Інтервали припливу газу показані червоними прямокутниками

На рис. 4 показана підошва продуктивного пласта В-24-25 Карайкозівської ліцензійної ділянки у 2-Д поданні. Чорним кольором показані траєкторії свердловин, які розкрили продуктивний пласт В-24-25. Кульки чорного кольору відповідають місцям перетину свердловин із продуктивним пластом В-24-25. Газові зони, що отримані за результатами кросплотного аналізу атрибутів Intercept та Gradient, показані квадратиками червоного кольору. У місці перетину із соляним штоком підошва пласта В-24-25 відновлена шляхом інтерполяції. Це дозволяє позбавитися від неоднозначного трактування результатів

виявлення газових зон за результатами кросплотного аналізу. Свердловини Карайкозівська - 32, 37 та 41 вважаються непродуктивними. Це повністю узгоджується з відсутністю газонасичених зон в місці перетину цих свердловин з продуктивним пластом В-24-25. Водночас у свердловинах Карайкозівська - 48, 54 та 57 отримано припливи газу. Причому свердловина Карайкозівська - 54 характеризується доволі великим припливом газу. Результати випробування свердловин Карайкозівська – 48, 54 та 57 узгоджуються з положення газонасичених зон, отриманих за результатами кросплотного аналізу.

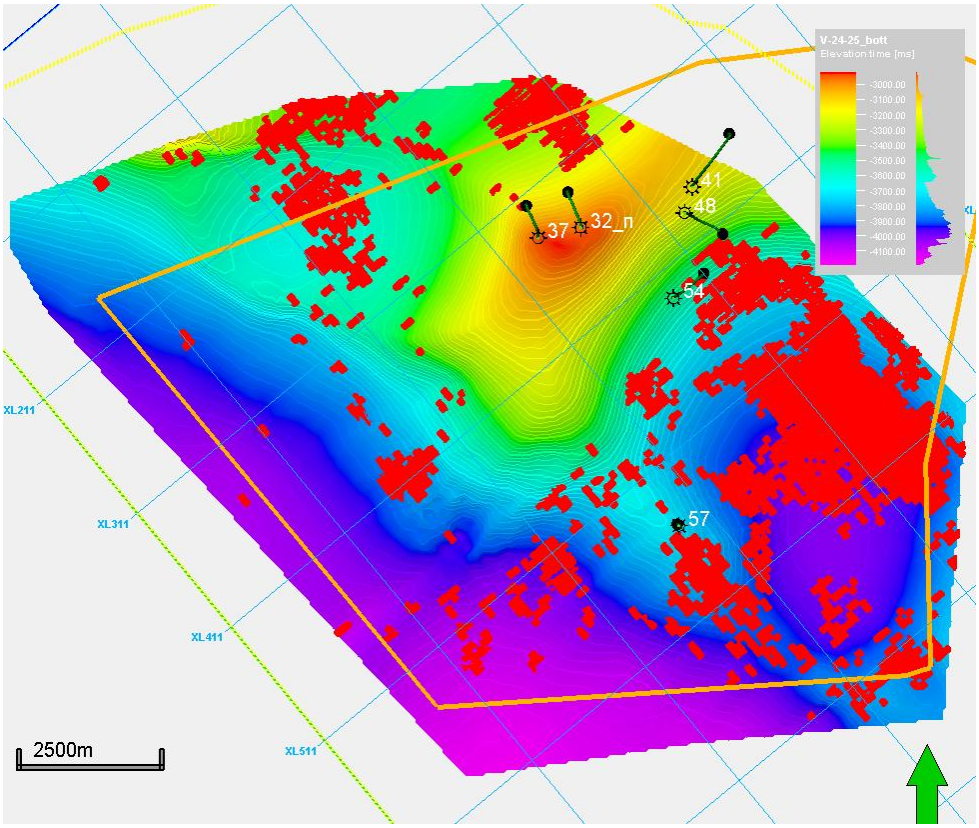


Рис. 4. Підошва продуктивного пласта В-24-25. Ймовірно газонасичені зони показані квадратиками червоного кольору

Висновки. Результатами наведених досліджень є виявлення нових покладів газу для родовищ приосьової частини та північного борту Дніпровсько-Донецької западини, збільшення обсягів ресурсів вуглеводнів та створення передумов для підвищення економічної ефективності видобутку природного газу і нафти. Проведена авторами робота підтверджує необхідність використання технології прямого виявлення покладів вуглеводнів під час інтерпретації даних сейсморозвідки 3-Д та побудови геологічних моделей родовищ та перспективних площ.

Використання технології прямого виявлення покладів вуглеводнів передбачає використання закономірностей розподілу значень амплітуд сейсмічних даних, зокрема повних та кутових сейсмічних зображень. Тому необхідними умовами отримання коректних просторових розподілів значень сейсмічних індикаторів вуглеводнів є використання відповідних регулярних систем спостережень під час проведення сейсмічної зйомки, а також попередження викривлень сигналів сейсмічних хвиль під час обробки та інтерпретації сейсморозвідувальної інформації. Запропоновані авторами підходи до виявлення неантиклінальних покладів вуглеводнів доцільно застосовувати для площ та родовищ Дніпровсько-Донецької западини в цілому. Впровадження результатів роботи в практику геологорозвідувальних робіт є важливим напрямком підвищення енергетичної незалежності України.

Список використаних джерел:

Бенько, В. М., Маєвський, Б. Й., Лагутін, А. А., & Хомин, В. Р. (2013). Особливості геологічної будови і перспектив нафтогазоносності глибокозанурених горизонтів Дніпровсько-Донецької западини: Монографія. Івано-Франківськ: ІФНТУНГ. 208 с.

Бурдейний, Т. О., Злочевська, К. М., Круглик, В. М., & Лісний, Г. Д. (2026). Перспективи нафтогазоносності глибокозанурених горизонтів Октябрського родовища. *Вісник Київського національного університету імені Тараса Шевченка. Геологія*, 1(112), 97–104. http://doi.org/10.17721/1728-2713.112.11

Вижва, С. А., Круглик, В. М., & Лісний, Г. Д. (2025). Особливості інтерпретації амплітудних аномалій за даними сейсмічних зйомок на північному борту Дніпровсько-Донецької западини. *Геофізичний журнал*, 47(1), 83—96. https://doi.org/10.24028/gj.v47i1.311560

Злочевська, К. М., Круглик, В. М., & Лісний, Г. Д. (2026). Перспективи виявлення нових покладів вуглеводнів Карайкозівського родовища. *Мінеральні ресурси України*, (1), 39–43. https://doi.org/10.31996/mru.2026.1.39-43

Лісний, Г. Д. (2002). Використання моделі анізотропного середовища для аналізу сейсмічних зображень геологічних об‘єктів: Монографія. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет». 136 с.

Chopra, S., & Castagna, J. P. (2014). AVO. *Society of Exploration Geophysicists*. https://doi.org/10.1190/1.9781560803201

Shuey, R. T. (1985). A simplification of the Zoeppritz equations. *Geophysics*, 50(4), 609-614. https://doi.org/10.1190/1.1441936

References:

Benko, V. M., Mayevsky, B. Y., Lagutin, A. A., & Khomyn, V.R. (2013). Peculiarities of the geological structure and prospects of oil and gas bearing capacity of deep-seated horizons of the Dnieper-Donetsk depression: Monograph. Ivano-Frankivsk: IFNTUNG. 208 p. [in Ukrainian].

Burdeinyi, T. O., Zlochevska, K. M., Kruhlyk, V. M., & Lisny, G. D. (2026). Prospects of oil and gas bearings of deep horizons of the Oktyabrske field. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*, *1*(112), 97-104. https://doi.org/10.17721/1728-2713.112.11 [in Ukrainian].

Chopra, S., & Castagna, J. P. (2014). AVO. *Society of Exploration Geophysicists*. https://doi.org/10.1190/1.9781560803201

Lisny, G. D. (2002). Using an anisotropic medium model for the analysis of seismic images of geological objects: Monograph. Kyiv: Publishing and Printing Center "Kyiv University". 136 p. [in Ukrainian].

Shuey, R. T. (1985). A simplification of the Zoeppritz equations. *Geophysics*, 50(4), 609-614. https://doi.org/10.1190/1.1441936

Vyzhva, S. A., Kruhlyk, V. M., & Lisny, G. D. (2025). Features of amplitude anomalies according to the seismic data on the northern side of the Dnipro-Donetsk Depression. *Geofizychnyi Zhurnal*, 47(1), 83—96. https://doi.org/10.24028/gj.v47i1.311560 [In Ukrainian].

Zlochevska, K. M., Kruhlyk, V. M., & Lisny, G. D. (2026). Prospects for discovering new hydrocarbon deposits in the Karaikozivske field. *Mineral resources of Ukraine*, (1), 39–43. https://doi.org/10.31996/mru.2026.1.39-43 [In Ukrainian].