

## АНАЛІЗ ЛІТОЛОГІЧНОГО СКЛАДУ ТА УМОВ ОСАДКОНАКОПИЧЕННЯ У ЗВ'ЯЗКУ З НАФТОГАЗОНОСНІСТЮ ПЕРМСЬКИХ ВІДКЛАДІВ НА ПРИКЛАДІ ПІВДЕННО-ХРЕСТИЩЕНСЬКОЇ ПЛОЩІ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ

### LITHOLOGY AND PALEODEPOSITIONAL ENVIRONMENT ANALYSIS OF PERMIAN SEDIMENTS IN CONNECTION WITH OIL AND GAS POTENTIAL IN THE SOUTH-KHRESTYSHCHE AREA IN THE DNIEPER-DONETS BASIN

**І. О. Стрельцова<sup>1</sup>, В. М. Круглик<sup>2</sup>**  
**Ivanna O. Streltsova<sup>1</sup>, Viktoriia M. Kruhlyk<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, 55-b O. Honchara Str., Kyiv, 01601, Ukraine  
(ivanna.tit@gmail.com)

<sup>2</sup>Ltd «Geounit», 9 Stepana Bandery Ave., Kyiv, 04073, Ukraine (v.kruglyk@gmail.com)

Робота спрямована на вивчення комплексування сучасних геолого-геофізичних методів для виділення літологічно-екранованих пасток. Для аналізу були обрані пермські відклади Дніпровсько-Донецької западини. Ці відклади характеризуються невідповідністю продуктивних горизонтів по площі та утворенням лінзовидних піщанистих тіл. Були використані прямі індикатори наявності вуглеводнів, різноманітні характеристики сейсмічного хвильового поля, літологічна класифікація та аналіз фільтраційно-ємнісних властивостей порід. Для всебічного аналізу були використано наявні літературні дані по розробці та видобутку нафти і газу з пермських відкладів Дніпровсько-Донецької западини, а також були залучені геофізичні дані. Серед геофізичних даних використовувались дані геофізичних досліджень свердловин та сейсмічні дані. Таким чином вдалось побудувати зведений геологічний розріз вхрест простяганню ДДЗ. Отриманий розріз дав розуміння про сучасне залягання пермських відкладів. Сейсмічні дослідження були залучені для використання методів атрибутного аналізу. За допомогою атрибутного аналізу, було виділено зони з можливими вмістом вуглеводнів та покращеними колекторськими властивостями. Саме цей метод дозволив з іншого боку розглянути роль сейсмічних досліджень у визначенні літології та нафтогазоносності досліджуваних товщ. Таким чином, поєднання даних по літології, сейсміці та умов осадконакопичення дали можливість виділяти нетрадиційні пастки вуглеводнів.

*Ключові слова:* атрибути; пермські відклади; нафтогазоносність; евапорити; умови осадконакопичення; Дніпровсько-Донецька западина.

The aim of this work to study the integration of modern geological and geophysical methods for identifying stratigraphic traps. Permian deposits of the Dnieper-Donets depression were selected for the analysis. These deposits are characterized by inconsistency of productive horizons and the sandstone bodies formation. Direct indicators of the hydrocarbons, various characteristics of the seismic wave field, lithological classification and analysis of the reservoir properties of rocks were used. The available literature data on the oil and gas development and production from the Permian deposits and geophysical data were used for a comprehensive analysis. Geophysical data was presented by well logging data and seismic data. consolidated geological section across the Dnieper-Donets depression was constructed by geophysical data. The geological section gave information about the modern occurrence of the Permian sediments. Seismic surveys was used for attribute analysis. Attribute analysis give us zones with possible hydrocarbon contents and improved reservoir properties. This method shows the role of seismic studies in determining the lithology and oil and gas content of the studied strata. The combination of lithology, seismic data and information about paleodepositional environment allowed us to identificate unconventional hydrocarbon traps.

*Keywords:* attributes; Permian sediments; oil and gas; evaporites; paleodepositional environment; the Dnieper-Donets depression.

#### ВСТУП

На сьогоднішній день енергетична незалежність України має ключове значення для її розвитку. Дослідження та експлуатація нафтогазових родовищ та перспективних площ загалом відбувається приватними компаніями. Варто зазначити, що науковці при цьому залучаються дуже рідко. Розвиток даної галузі відбувається «острівним» чином. Тобто досліджується окрема площа без

*Цитування:* Стрельцова І. О., Круглик В. М. Аналіз літологічного складу та умов осадконакопичення у зв'язку з нафтогазоносністю пермських відкладів на прикладі Південно-Хрестищенської площі Дніпровсько-Донецької западини. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. 2020. Том 13. С. 89–103. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2020.213813>

*Citation:* Streltsova I. O., Kruhlyk V. M., 2020. Lithology and paleodepositional environment analysis of permian sediments in connection with oil and gas potential in the South-Khrestyshche area in the Dnieper-Donets basin. Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine, Vol. 13. Pp. 89–103. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2020.213813>

врахування геологічної інформації щодо прилеглих ділянок та усього нафтогазоносного басейну загалом. Або для дослідження беруться застарілі дані і приймаються як єдино вірні. Саме тому важливим є узагальнення усієї геологічної та геофізичної інформації, одержаної за останні роки, та комплексация її з раніше отриманими даними. Це сприятиме визначенню перспективних, непошукваних пасток вуглеводнів (ВВ) та нових шляхів вирішення існуючих геологічних питань.

Наразі, в Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ) спостерігається вичерпання традиційних (масивно-пластових, структурно-тектонічних) покладів ВВ. Також виснажуються основні — кам'яновугільні продуктивні горизонти. Саме тому виникає необхідність пошуку нових, нетрадиційних пасток ВВ та колекторів. В цьому плані перспективним для ДДЗ є пошук літологічно-екранованих пасток ВВ у пермських відкладах. Перш за все пермські відклади характеризуються різноманітним літологічним складом. Також вони широко розповсюджені на території ДДЗ і залягають вище кам'яновугільних, традиційних нафтогазоносних відкладів. А розробка неглибоких продуктивних горизонтів є більш економічно доцільною.

Загалом, літологічні характеристики є ключовими в пошуках нетрадиційних пасток ВВ. Також умови осадоконакопичення та літологічний склад тісно пов'язані з продуктивністю нафтогазоносних товщ. Пермські відклади ДДЗ є чудовим прикладом такого зв'язку. Вони вміщують в одній товщі теригенні, евапоритові та карбонатні відклади. Така неоднорідність літологічного складу вказує на суттєві зміни в умовах осадоконакопичення. Завдяки цьому в межах однієї субформації можуть формуватися колектори і покришки.

Метою даної статі є визначення можливостей комплексування методів літологічного та атрибутного аналізу для виділення нетрадиційних, літологічно-екранованих пасток ВВ. Для цього вирішувались такі завдання:

- систематизація досліджень минулих років щодо продуктивності та особливостей літологічного складу пермських відкладів;
- аналіз літологічного складу та умов формування продуктивної товщі;
- побудова геологічного розрізу вхрест простягання ДДЗ для уточнення характеру залягання пермських відкладів;
- атрибутний аналіз пермських відкладів для виділення літологічних пасток ВВ.

Прикладом нетрадиційних пасток ВВ може слугувати Котлярівське газоконденсатне родовище, де видобування газу та конденсату виконується з літологічно-екранованих пасток.

#### ОГЛЯД ПОПЕРЕДНІХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Для розуміння сучасного стану вивчення пермських відкладів необхідно звернутись до вже виконаних у минулому досліджень. Вивчення пермських відкладів у межах ДДЗ розпочалось на початку ХІХ ст. Перші літературні дані про породи Донбасу (пізніше віднесені до пермі) наводить П. Є. Ковалевський (Ковалевский, 1827). Одним з перших літологічно соленосну товщу Донбасу в 1914 р. описав М. М. Яковлев (Яковлев, 1914). Межі були проведені по маркуючих карбонатних горизонтах. (Яковлев, 1914). У 1941 р. Л. Ф. Лунгерсгаузен (Лунгерсгаузен, 1941) висловив думку про наявність в ДДЗ пермських відкладів як продовження осадків цього віку, розвинутих у Донецькому басейні.

Ґрунтовне вивчення геології пермських відкладів Дніпровсько-Донецької западини припадає на 50–60-і роки минулого століття. Саме в цей час відбувалась активна розвідка та розробка нафтових та газових родовищ ДДЗ, що сприяло накопиченню великої кількості фактичного матеріалу та його аналізу. Результати цих досліджень висвітлені у роботах Л. П. Нестеренка, В. Г. Алексєєва, М. Л. Левенштейна, Т. Ю. Лапчик, Т. Н. Соколова, С. М. Кореневского, В. П. Боброва, К. С. Супрунюка, Д. П. Хрущова, О. І. Петриченка, В. С. Шайдецької та ін.

Важливим фактом є те, що вивчення пермських відкладів ДДЗ відбувалось у декількох напрямках, як-от: речовинний склад соленосних та теригенних формацій, стратиграфія пермських відкладів та їх границь, а також геологічна будова та умови залягання. Також проводилась оперативна обробка результатів розвідувального та структурно-пошукового буріння, що викладено у численних звітах ряду організацій, зокрема: Артмеуглеразведка (Череповский, 1957), Тр. Укрнефтегеофизика (Иванько, Супрунюк, 1959), ВНИИГАЗ (Ступаков, 1960), Комплексная тематическая экспедиция тр. Полтавнефтегазразведка (Бланк, 1960; Гордиевич, Санаров, 1961), УКРНИГРИ, Черниговская экспедиция (Лукин, 1974), Полтавнефтегазгеология (Ткаченко, 1990), ТЦ ДГП «Укргеофизика» (Вергуненко, 2012), ТОВ «Мітталсервіс» (Василенко, 2012) та ін.

У рамках оперативної обробки результатів буріння виконувались дослідження зі стратиграфічної прив'язки відкладів, розкритих у результаті пошуково-розвідувального буріння на окремих площах ДДЗ. Одночасно проводились і детальні літологічні, мінералого-петрографічні, частково геохімічні та петрофізичні дослідження, які слугували первинним матеріалом для формування загальних уявлень щодо поширення, літологічних особливостей та умов осаdkонакопичення пермських відкладів на локальних структурах або в межах окремих ділянок регіону. З 1947 по 1951 р. М. П. Кожич-Зеленко (Кожич-Зеленко, 1951) вивчала мінеральний та літологічний склад осаdових порід за даними керн з свердловин, пробурених у ДДЗ. У підсумках своїх досліджень М. П. Кожич-Зеленко відмічає наявність в западині порід, що за мінеральним складом подібні до відкладів пермі північно-західної окраїни Донбасу.

При вивченні пермських відкладів ДДЗ неможливо не згадати про соляний тектоногенез. Фундаментальною роботою по соляній тектоніці ДДЗ є робота В. І. Кітика (Китык, 1970). В даній роботі детально описані соляні структури ДДЗ, їх історія формування та механізми утворення. Також В. І. Кітик розглядає можливий зв'язок двосольових діапирових структур та їх нафтогазоносність (Китык, 1971).

Специфіка постседиментаційних змін у соленосних формаціях була детально описана О. Ю. Лукіним (Лукин, 1971). Він зазначає, що присутність в розрізі соленосних відкладів значно впливає на характер та інтенсивність перетворення порід (в першу чергу порід-колекторів) вміщуючої осаdової товщі.

Багатьма науковцями також вивчався зв'язок між соленосними породами та нафтогазоносністю. У роботі (Гладышева, 1971) наголошується, що карбонатно-теригенні породи соленосних формацій, що залягають на глибинах понад 1000–1500 м, є типовими представниками нафтогазоматеринських порід. Прошарки кам'яної солі не тільки сприяють збереженню ВВ, але й слугують направляючими площинами при їх латеральній міграції в періоди формування структур. У праці (Брынза, 1971) детально описані механізми утворення масивно-пластових покладів у зв'язку з соляною тектонікою. В. К. Гавришем (Гавриш, 1982) були розглянуті палеотектонічні умови формування соленосних товщ ДДЗ у зв'язку з їх нафтогазоносністю.

Детально вивчалась та аналізувалась червоноколірна формація ДДЗ Л. П. Нестеренка Л. П., С. Б. Шехуновою, О. А. Шевченка. В роботі (Шехунова, 2009) висвітлено встановлені закономірності катагенетичних перетворень порід теригенної червоноколірної формації нижньої пермі, описано їх структурно-текстурні особливості та проаналізовано аутигенне мінералоутворення як прояв галокатогенезу.

Історія розробки стратиграфічної схеми пермі України налічує понад 170 років. Перші стратиграфічні схеми пермі Донбасу та ДДЗ ґрунтувались на літостратиграфічній основі, так як для більшої частини розрізу використання палеонтологічних решток для виділення границь пермі є неможливим. Саме тому пермські відклади в Донбасі були розчленовані на літологічні товщі, які пізніше переведені в ранг світ (Лутугин, 1895; Яковлев, 1914; Чернышев, 1897). Межі світ проведені по маркуючих карбонатних горизонтах, які були виявлені та простежені в усій товщі пермських відкладів ДДЗ. Однією з перших схем стратиграфічного розчленування пермських відкладів ДДЗ була схема Т. Ю. Лапчик, наведена в колективній монографії (Лапчик, 1970). Важливим етапом для дослідження пермських відкладів у межах ДДЗ була розробка стратиграфічної схеми Л. П. Нестеренка (Нестеренко, 1958).

Нова версія Стратиграфічної схеми пермських відкладів Доно-Дніпровського прогину була складена в 2013 р. Н. І. Бояріною за участю В. К. Іванова, О. Ю. Лукіна та О. К. Щоголева з використанням матеріалів В. І. Давидова, М. В. Жикаляка, К. І. Іносової, Г. Д. Кіреєвої, А. Х. Крузіної, Л. П. Нестеренка, А. М. Храмова, О. Г. Шварцман (Гожик, 2013).

Наведений огляд попередніх досліджень засвідчує глибокий та ґрунтовний підхід до вивчення пермських відкладів у минулі роки. При цьому він також підтверджує перспективність пермських відкладів у межах ДДЗ як у ролі колекторів, так і покришок для ВВ. Також у кожній з наведених робіт залишились невирішені питання щодо нижньопермських відкладів ДДЗ. Саме тому виникла необхідність систематизувати отримані дані по пермських відкладах.

#### **ВИХІДНІ МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ**

Нами була зібрана та проаналізована база даних, представлена геофізичними матеріалами (дані по геофізичних дослідженнях свердловин (ГДС), 2D сейсмічні профіля місцевих та регіо-

**Таблиця 1.** Зведена таблиця продуктивності пермських відкладів в межах ДДЗ**Table 1.** Summary table of Permian sediments productivity in the Dnipro-Donets depression

Родовище	Місцезолж. географ	Місцезолж. тектон.	Продуктивний горизонт	Тип колектора	Товщина, м	Пористість, %	Тип пастки	Продукція
Качанівське н/г/к	Охтирський р-н, Сумська обл.	Північний борт ДДЗ	A-2	Тріщинно-каверн.-поровий	18–37	19	Літ, пласт-склеп, тект. екр.	нафта
Мільківське н/г/к	Прилуцький р-н, Чернігівська обл.	Пн-зх частина приосьової зони ДДЗ	A-1	Кавернозно-поровий	5–36	10–23	Пласт-склеп, тект. екр.	//
Леяківське н/г/к	Варвинський р-н, Чернігівська обл.	//	A-1-2	Тріщ-поровий	16–44	21–31	Мас. пласт. склеп	//
Богданівське н/г/к	Варвинський р-н, Чернігівська обл.	//	A-2	Поровий	5–35	2–26	Пласт-склеп, тект-екр, літол. обмеж.	//
Гнідинцівське н/г/к	Варвинський р-н, Чернігівська обл.	Зх частина приосьової зони ДДЗ	A-2	//	28	19	Мас-пласт, літол. і страт. обмеж.	//
Глинсько-Розбишівське н/г/к	Роменський р-н Сумської обл, Гадяцький р-н Полтавської обл.	Центр. частина приосьової зони ДДЗ	A-2	//	3–45	19–21	Пласт-склеп, тект-екр, літол. обмеж.	//
Машівське г/к	Машівський р-н Полтавської обл	//	A-8	//	12–30	9–18	Пласт-склеп, тект. екр.	газ
Чутівське г/к	Чутівський р-н, Полтавської обл	//	A-2	//	52–68	10–26	Літол обмж, тект. екр.	//
			A-5	//	316–346	8–18	Мас. пласт. тект екр	
			A-6-8	//	25–43	11–16	Літол обмж, тект. екр.	
Розпашнівське г/к	Карлівський р-н, Полтавської обл	//	A-6-7	//	240–330	12–18	Мас. пласт. тект екр	//
Новоукраїнське г/к	Чутівський і Карлівський р-ни Полтавської обл.	//	A-3	Кавернозно-тріщинуватий	160–351	6–34	Мас. пласт. тект екр	//
Ланнівське г/к	Карлівський р-н Полтавської обл, Красноградський р-н Харківської	//	A-6	Поровий	11,6–13	7–11	Пласт-склеп, тект-екр, літол. обмеж.	газ/конденсат
			A-6	//	16–20,4	10–16	Пласт-склеп, тект-екр, літол. обмеж.	//
Західно-Хрестищенське г/к	Красноградський р-н Харківської обл.	Пд-сх частина приосьової зони ДДЗ	A-3	Порово-тріщинуватий	80	10-21	Пласт. склеп. тект. екр	газ
			A-6	Поровий	370-470	9–21	Мас. пласт. склеп. літ. обм. тект.екран	//
Західно-Старовірівське г/к	Красноградський і Нововодолазький р-н Харківської обл.	//	A-6	Тріщинно-поровий	11–25	9–12	Пласт. літ. обм.	//
Ведмедівське г/к	Нововодолазький р-н Харківської обл.	Сх частина приосьової зони ДДЗ	A-6-8	//	123,5–379,2	10–18	Мас. пласт. склеп. літ. обм. тект.екран	//
Східно-Ведмедівське г/к	Нововодолазький р-н Харківської обл.	Пд-сх частина приосьової зони ДДЗ	A-5 A-8	Поровий	0–120	6–31	Мас. пласт. склеп. літ. обм. тект.екран	//
Мелехівське г/к	Нововодолазький р-н Харківської обл.	//	A-3	Тріщинно-кавернозний	90–140	9–21	Пласт. склеп. літ. обм.	//
			A-5	Порово-тріщинний	10–135	9–22	Пласт. склеп. літ. обм.	//
			A-6-7	Поровий	357–765	12–16	Мас. пласт. склеп. літ. обм. тект.екран	//
Західно-Єфремівське газове родовище	Первомайський, Нововодолазький, Кегичівський р-ни Харківської обл.	Сх частина приосьової зони ДДЗ	A-6-8	//		10	Мас. пласт. склеп. приштоковий. тект. екран	//
Єфремівське г/к	Первомайський р-н Харківс. Обл.	Приосьова зона ДДЗ	A-4-5	Тріщинно-кавернозний	138–208	4–20	Мас. пласт. склеп. літ. обм. тект.екран	//
			A-6-8	Тріщинно-поровий	500–676	4–20	Мас. пласт. склеп. літ. обм. тект.екран	//
Західно-Соснівське г/к	Красноградський і Кегечівський р-н Харків обл	Пд-сх частина приосьової зони ДДЗ	A-6-8	Поровий	1,4–38	10–12	Мас. пласт. склеп. тект. екр. літ. обм.	//
Кегечівське г/к	Кегечівський р-н Харківської обл.	//	A-3	Тріщинно-кавернозний	124–194	6–23	Пласт. склеп. тект. екр. літ. обм.	//
			A-6-7	Поровий	106–240	11–18	Мас-пласт. тект. екр	//
Шебелинське г/к	Балаклійський р-н Харківської обл.	Приосьова зона сходу ДДЗ	A-5	//	15	3–18	Мас. пласт. склеп	//
			A-6-8	//	93	4–17	Мас. пласт. склеп	//
Співаківське газове родовище	Ізюмський р-н Харківської обл.	Пд-сх частина приосьової зони ДДЗ	A-5	//	72–138	6–32	Мас-пласт. склеп. тект. екр	//
			A-7	//	57–100	6–32	Мас-пласт. склеп. тект. екр	//

нальних зйомок і результати 3D сейсмозв'язки та опублікованою інформацією. Для вивчення соленосних відкладів була використана база даних по соленосних формаціях України, створена в лабораторії фізичних методів досліджень Інституту геологічних наук НАН України. Також були систематизовані дані по нафтогазоносності пермських відкладів ДДЗ (Арсірій та ін, 1998) (див. таблицю 1).

Для побудови геологічного розрізу були використані регіональні профілі сейсмозв'язки 2D (Перещепине–Валки. Гупалівка–Гути, Ковалівка–Варварівка), профілі місцевої зйомки 2D (Октябрська площа) та сучасні об'ємні сейсмічні зображення, що отримані за результатами сейсмозв'язки 3D (вздовж Ракитнянсько-Аксютівської лінії піднятів на північному борту ДДЗ), результати інтерпретації даних ГДС по свердловинах Новоселівська-14, Червоноярівська-8 та Ракитнянська-6.

Для виділення нетрадиційних пасток ВВ було застосовано атрибутний аналіз. Дана методологія широко представлена в сучасних публікаціях та досягла певного технологічного розвитку за останні роки (Вижва, 2018; Chopra, 2014). У рамках дослідження було розглянуто застосування технологій визначення нафтогазоперспективності відкладів нижньої пермі (картамиської формації) для Південно-Хрестищенської площі ДДЗ. Для оцінки фільтраційно-ємнісних властивостей гірських порід було проведено ряд тестів для визначення найбільш інформативних сейсмічних атрибутів та виділено ділянки, перспективні на наявність покладів ВВ. Основними атрибутами були Sum of magnitude, Average energy, RMS amplitude, Average envelope. Атрибут Sum of magnitude визначає суму абсолютних значень амплітуд сигналів сейсмічної хвилі у часовому або просторовому вікні, що аналізувалось. Атрибут Average energy визначається як відношення суми квадратів амплітуд до кількості відліків у вікні аналізу. Атрибут RMS amplitude є квадратним коренем відношення суми квадратів амплітуд сейсмічної хвилі до кількості відліків у вікні аналізу. Атрибут Average envelope визначається як середнє значення огибаючої сигналів сейсмічних хвиль у вікні аналізу.

Під час виконання роботи розглядалися також розподіли інших поверхневих та об'ємних сейсмічних атрибутів, що є детекторами зон з підвищеною інтенсивністю відбитої сейсмічної хвилі. Ефективність такого підходу обумовлена тим, що

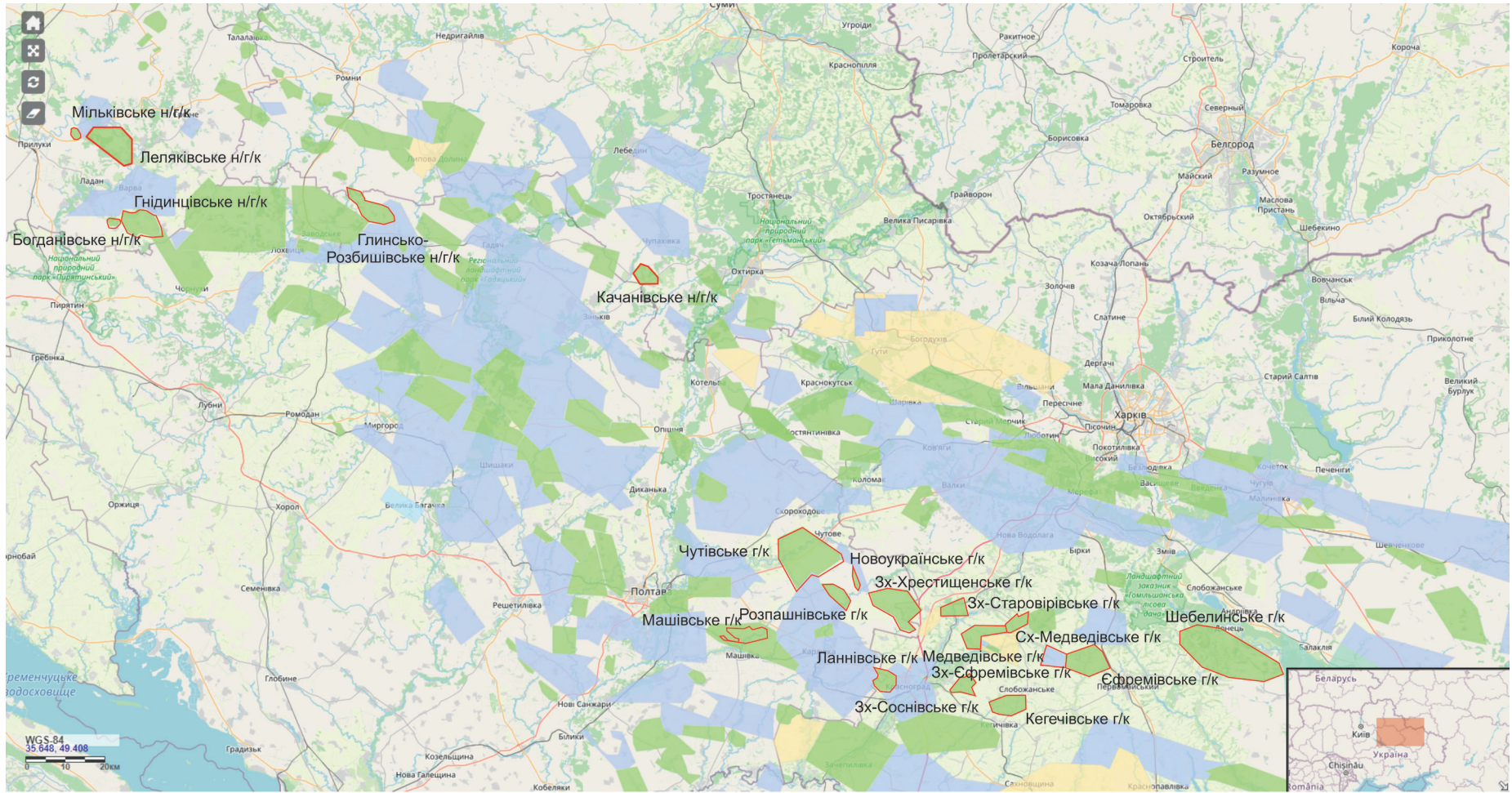
відбиття від пластів гірської породи, насиченої ВВ або породи з низькими значеннями акустичного імпедансу характеризуються значно більшими амплітудами порівняно із хвилями, відбитими від пластів, насичених водою, або пластів, що мають низьку пористість та відповідне незначне насичення флюїдами. Саме тому цей метод був обраний для визначення контурів прогнозованої літологічно-екранованої пастки.

#### ОТРИМАНІ РЕЗУЛЬТАТИ

Було проведено всебічний аналіз пермських відкладів для виділення в ДДЗ перспективних неопозитованих ділянок. Перш за все було проаналізовано наявність родовищ де ведеться видобування з пермських відкладів. Було з'ясовано, якими породами представлені продуктивні горизонти і які пастки вони формують. В результаті було побудовано таблицю з описом усіх родовищ, де видобування ведеться з пермських відкладів та схема розповсюдження основних перспективних ділянок (рис. 1). Даний аналіз був проведений, щоб простежити залежності між структурно-тектонічним розповсюдженням пермських відкладів та їх нафтогазоносністю, а також визначення зв'язку між літологічними складом товщ та фазовим станом ВВ, якими вони насичені.

З метою уточнення просторового поширення пермських відкладів був змодельований геологічний розріз вхрест простягання ДДЗ, який охоплює такі тектонічні елементи западини: південний борт, південну прибортову частину, приосьові частини (північну та південну), осьову і північну прибортову частини та північний борт. Також даний розріз проходить через два соляних штоки — Верхньоланнівський та Хрестищенський. (рис. 2).

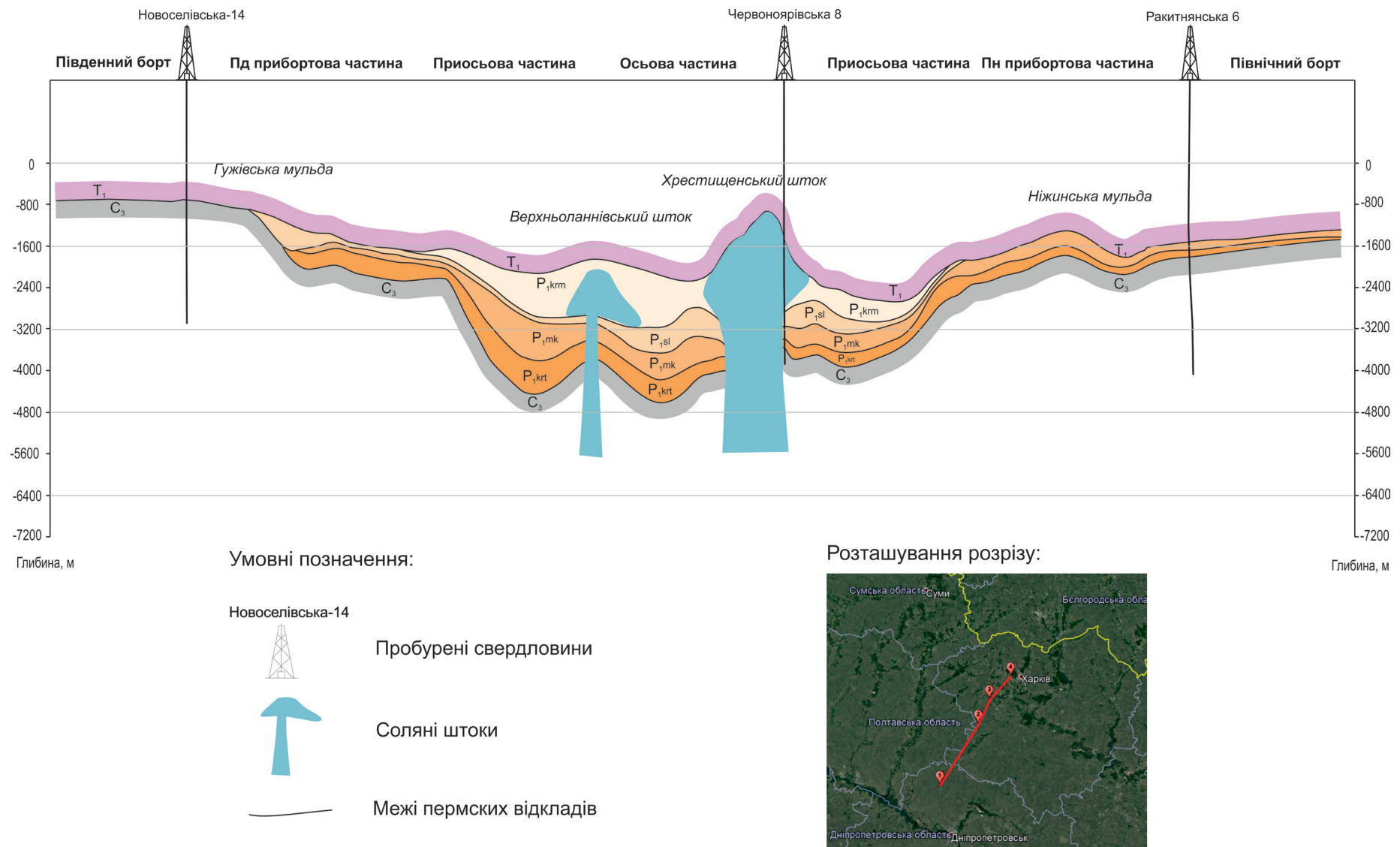
Наступним етапом було узагальнення раніше виділених літологічних характеристик нижньопермських відкладів ДДЗ. Особливості літологічного складу пермських відкладів визначили наявність в них як покришок, так і колекторів. Колекторами виступають пісковики теригенної картамиської формації, тріщинно-кавернозні доломіти микитівської субформації та ангідрити, вапняки слов'янської субформації. Покришками можуть слугувати аргіліти картамиської теригенної формації та солі краматорської субформації. Ця особливість підтверджує перспективність пошуків літологічно-екранованих пасток саме в зазначених товщах. Тому для атрибутного аналізу була обрана картамиська формація.



 Межі ліцензійних ділянок

**Рис. 1.** Схема розташування родовищ з продуктивними пермськими відкладами

**Fig. 1.** Layout of deposits with productive Permian sediments



**Рис. 2.** Геологічний розріз вхрест простягання ДДЗ  
**Fig. 2.** Geological section across the Dnipro-Donets depression

За результатами атрибутного аналізу карта-миських відкладів було виявлено найбільш інформативні атрибути (Sum of magnitude, Average energy, RMS amplitude, Average envelope) та побудовано схему розподілу значень атрибуту Sum of magnitude по підшві картамиських відкладів (рис. 3). Отримана схема дозволила оконтурити можливу літологічну пастку ВВ.

#### ОБГОВОРЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ

Для виділення зон з можливим розповсюдженням пасток неантиклінального типу використано декілька критеріїв. Перш за все застосовано дані по вже доведеній нафтогазоносності певних ділянок, а також проаналізовано літологічний склад, умови осадконакопичення та сучасне просторове розповсюдження. Окремо для картамиської субформації нижньої пермі проведено атрибутний аналіз за сейсмічними даними та виділено зони з покращеними фільтраційно-ємнісними характеристиками. Нижче детально розглянуто кожен етап результатів досліджень.

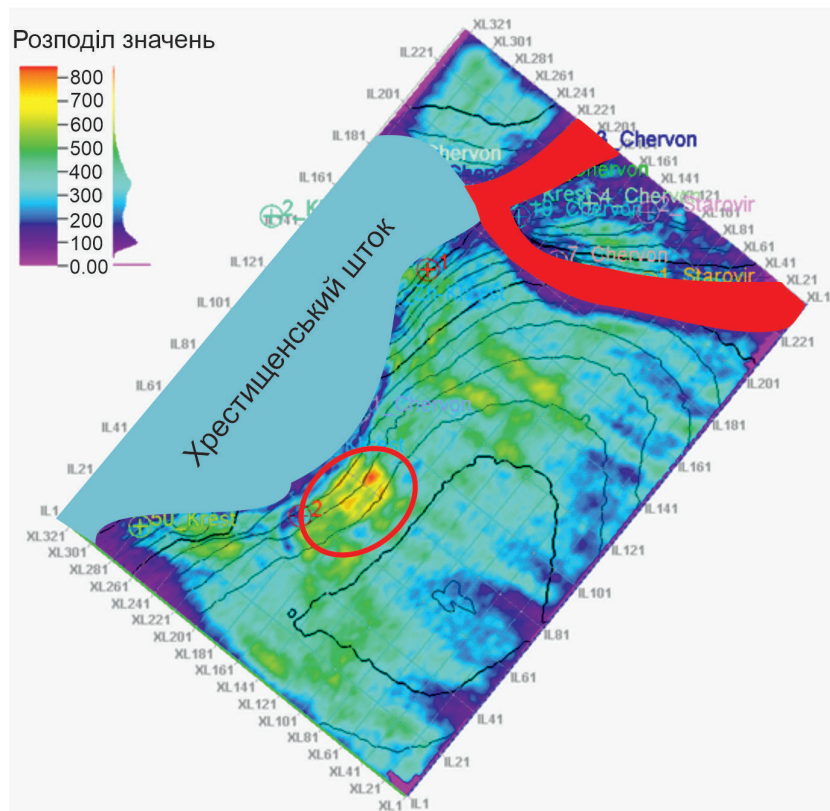
*Атрибутний аналіз.* Під час вибору та тестування технології виявлення неструктурних пасток ВВ автори мали за мету отримання достовірних та водночас стійких рішень. Розв'язання цієї задачі базується на визначенні доцільного співвідношення між складністю та стійкістю алгоритмів, що застосовуються. Стосовно визначення властивостей літологічних пасток бажання підвищити точність рішень завжди стикається з необхідністю ускладнення технології та використання сейморозвідувальних даних з підвищеними вимогами щодо їх якості. Однак, більшість результатів сейморозвідувальних зйомок з тих чи інших причин характеризується доволі високим рівнем завад. Зокрема, це типово для сейсмограм, зареєстрованих на території ДДЗ, а також для результатів їх обробки, включаючи об'ємні сейсмічні зображення геологічного середовища. І якщо ускладнення технології дає позитивні результати щодо синтетичних сейморозвідувальних даних, то для реальних даних часто спостерігаються зворотні результати. Вони пов'язані з нестійкістю обчислення сейсмічних атрибутів за сейсмограмами та сейсмічними зображеннями з низьким співвідношенням сигнал/завада. У таких випадках незначні помилки у сейморозвідувальних даних спричиняють істотні помилки у розподілах значень сейсмічних атрибутів, що використовуються для виявлення та визначення характеристик літологічних пасток ВВ.



Атрибутний аналіз було використано для пошуку нетрадиційних пасток ВВ в межах Південно-Хрещищенської площі. Для дослідження було обрано картамиську формацію — як найбільш перспективну з огляду на її нафтогазоносність на сусідніх площах (Східно-Медведівська, Червоноярівська, Котлярівська). На даній площі картамиська формація представлена строкатоколірними аргілітоподібними, піщаними глинами та аргілітами з прошарками сильно глинистих, слюнистих алевролітів, вапняків і пісковиків товщиною до 17 м, які залягають пластами і лінзами. В її межах присутні три газонасних продуктивних горизонти А-6, А-7 та А-8 відповідно до випробувань свердловин та даних геофізичних досліджень свердловин.

Враховуючи наведені міркування, а також геологічну будову пермських відкладів автори зупинилися на аналізі розподілу значень сейсмічних атрибутів уздовж відповідних відбиваючих та продуктивних горизонтів. Ці сейсмічні атрибути мають назву Surface attributes або поверхневі атрибути. В рамках цього дослідження було проведено ряд експериментів та тестів для визначення оптимального набору сейсмічних атрибутів, використання яких є доцільним для виявлення літологічних пасток ВВ.

Обчислення та аналіз сейсмічних атрибутів виконано з використанням оптимальних розмірів та положень часових вікон для різних продуктивних та відбиваючих горизонтів. Наприклад, для підшви картамиської формації використано часове вікно з розміром 300 мс, що знаходиться вище відповідного відбиваючого горизонту (Va). Результат обчислення атрибутів віднесено до підшви картамиської формації нижньої пермі (P<sub>1</sub>kt). Всі атрибути, що були задіяні у тестуванні, певним чином характеризують енергію відбитих хвиль на сейсмічному зображенні геологічного середовища. У результаті проведених досліджень одним з найбільш інформативних виявився атрибут Sum of magnitude. Розподіл значень цього атрибута, що віднесений до підшви P<sub>1</sub>kt, наведено на рис. 3. Аномалії підвищених значень атрибута Sum of magnitude добре корелюються також з аномаліями наступних поверхневих сейсмічних атрибутів: Average energy, RMS amplitude, Average envelope. Аналіз розподілу сейсмічного атрибута Sum of magnitude для нижньопермських відкладів площі досліджень показав, що товща характеризується чітко вираженими зонами підвищених значень зазначеного атрибута. Натомість, у при-





-  контур прогнозної літологічно-екранованої пастки
-  зона розривних порушень

**Рис. 3.** Схема розподілу значень атрибуту Sum of magnitude

**Fig. 3.** Sum of magnitude attribute value distribution scheme

штокових зонах, які є першочерговими об'єктами вивчення при традиційному структурному підході та подальшого закладання нових свердловин, даний атрибут має невеликі значення. Це також може пояснити відсутність продукції у пробурених свердловинах (Хрестищенська-50).

На думку авторів, це може означати наявність в цій товщі літологічних пасток ВВ віддалених від штокової зони, які представлені лінзами пісковиків з покращеними колекторськими властивостями. В такому разі поєднання структурного підходу та залучення нових методів прогнозу дають можливість виявлення нових нафтогазоперспективних об'єктів, які потребують більш детального вивчення та можуть розглядатися як промислові поклади ВВ.

*Літолого-стратиграфічний опис теригенної нижньопермської формації.* Першою у розрізі відкладів нижньої пермі знаходиться картаміська теригенна формація. Вона залягає на відкладах верхнього карбону. Загалом, відклади верхнього карбону та картаміської формації важко розді-

ляються через схожість складу. Але при цьому в межах прибортових частин встановлюється виклинювання картаміських відкладів, які саме і зображені на розрізі (рис. 2). Найбільша потужність картаміської теригенної формації спостерігається в межах осової частини та біля штоків.

Картаміська нижньопермська теригенна формація літологічно представлена червоноколірними пісковиками з прошарками сіроколірних, аргілітами та алевролітами. У верхній частині розрізу — прошарки вапняків та доломітів. Схожі відклади, але з переважанням аргілітів виявлені в утвореннях верхнього карбону. Спостерігається значна кількість слюди, а також бурих аргілітів та алевролітів. У роботі (Шехунова, 2008) детально досліджено літологічні особливості картаміської формації в межах Кобзівського родовища. Було зроблено висновок про значні катагенетичні та вторинні зміни порід. Серед епігенетичних процесів була описана хлоритизація, каолінізація, елементи окварцювання. Із застосуванням прецизійних методів досліджень (електронна ска-

нуюча мікроскопія, енергодисперсійний та хвиледисперсійний аналізи) в пермських відкладах досліджено поровий простір і хімічний склад аутигенних галокатагенетичних мінералів (Шехунова, 2010; Стадніченко, 2012 та ін.). За результатами цих досліджень в породах Картамиської формації виявлені мінеральні новоутворення доломіту; ангідриту, бариту, целестину і галіту, а також широкий розвиток інтерметалічних утворень  $\text{CuZnNiMnFe}$ ,  $\text{FePb}$ ,  $\text{CuNiCr}$ ;  $\text{NiCu}$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{Ni}$ ,  $\text{Cr}$ ,  $\text{Pb}$ ,  $\text{CuCl}_2$ ,  $\text{Cu}$ ,  $\text{NiCuCl}_2$  (Стадніченко, 2012).

Вважається, що накопичення речовини формації відбувалось у мілководному басейні підвищеної солоності без ознак активного гідродинамічного режиму поблизу берегової лінії за субплатформених умов в аридному кліматі, областю живлення якого була пенепленізована рівнина (Шехунова, 2008).

Саме пісковики картамиської формації в основному виступають колекторами на родовищах ДДЗ. У межах западини в картамиській формації виділяються три продуктивних горизонти — А-8, А-7 та А-6. Відповідно до даних (Арсірій та ін., 1998), вона продуктивна в центральній, приосьовій частині ДДЗ. Колектори представлені поровими та рідко тріщинно-поровими (Західно-Старовірівське та Ведмедівське газоконденсатні родовища) пісковиками. Пористість коливається від 6 до 20%. Основна продукція — це газ та газоконденсат. Товщі картамиської формації можуть утворювати різні типи пасток — масивно-пластові, тектонічно-екрановані, склепінні, літологічно-обмежені та приштокові.

На сьогоднішній день масивно-пластові, склепінні та тектонічно-екрановані пастки майже вичерпані (Шебелинське родовище, Західно-Єфремівське, Західно-Соснівське). На зміну їм відбувається пошук літологічно-екранованих пасток. Основні родовища з літологічно-екранованими пастками — це Розпашнівське, Кегечівське, Західно-Старовірівське. Цікавими з точки зору літологічно-обмежених пасток є Октябрська та Південно-Хрестищенська площі.

*Літолого-стратиграфічний опис нижньопермської хемогенної формації.* Нижньопермська хемогенна формація складена микитівською, слов'янською та краматорською субформаціями. Розріз хемогенної формації розпочинає микитівська субформація. Вона широко розповсюджена в межах ДДЗ, залягає на картамиській теригенній формації і виклинюється на бортах. Найбільша потужність спостерігається в межах

осьової частини і різко зменшується в бік бортів ДДЗ. Відклади субформації незгідно залягають на середньо- і верхньокартамиських товщах. Вона представлена доломітами, доломітованими вапняками, кам'яною сіллю та червоноколірними пісковиками і глинами. У пісковиках микитівської субформації, за результатами електронномікроскопічних досліджень, в поровому просторі виявлені новоутворені кристали ангідриту, доломіту, бариту, целестину, кристали галіту і апатитів. (Шехунова, 2010; Стадніченко, 2013). Наявність кам'яної солі вказує на процес випаровування розсолів. Розсіл може утворюватись безпосередньо з морської води при випаровуванні її в напівізольованому або повністю ізольованому рукаві моря в аридному регіоні. Подальша аридизація клімату та геократизація підтверджуються відсутністю утворень гваделупського та лопінгінського відділів.

У субформації виділяються продуктивні горизонти А-4 та А-5. Основною продукцією є газ. Микитівська товща продуктивна в приосьовій зоні ДДЗ. Колектори складені пористими пісковиками та тріщинуватими, кавернозними доломітами. Основними пастками ВВ є масивно-пластові, склепінні, тектонічно-екрановані, літологічно-обмежені поклади. Основними родовищами є Чутівське, Західно-Хрестищенське, Східно-Ведмедівське, Єфремівське, Шебелинське, Співаківське. Пористість від 6 до 20%.

На микитівській субформації залягає слов'янська субформація. Її найбільша потужність відноситься до приштокових зон, зокрема Хрестищенського штоку. Представлена карбонатно-соленосними відкладами з маркуючими карбонатними горизонтами S1—S5. Слов'янська субформація переважно складена кам'яною сіллю, доломітами, ангідритами, меншою мірою — теригенними відкладами та вапняками. У міжсольових теригенних прошарках виявлено ряд мінеральних новоутворень. У пісковиках встановлені кристали доломіту і галіту, що виповнюють міжзерновий простір і мікротріщини. Виявлено синседиментаційний галіт (Шехунова, 2010 та ін.).

Дані мінеральні новоутворення встановлені на тлі стадіальних катагенетичних змін, що фіксуються за утворенням іліту, залізистого хлориту, полікристалів каолініту і кристалів кварцу (Стадніченко, 2012). В карбонатних породах виявлені криноїдеї, моховатки, корали, брахіоподи, остракоди, водорості, форамініфери та детрит криноїдеї (Гожик, 2013).

До слов'янської субформації приурочені продуктивні горизонти А-3, А-2, А-1. Основною продукцією є нафта. Продуктивні горизонти слов'янських відкладів знаходяться в межах північно-західної приосьової частини. Колектори представлені поровими пісковиками та тріщинно-кавернозними ангідритами та вапняками. Пористість від 7 до 26%. Основні родовища — Качанівське, Мільківське, Леляківське, Богданівське, Гнідинцівське, Глинсько-Розбишівське.

У продуктивних горизонтах А-2 трапляються літологічно-обмежені пастки (Качанівське та Чутівське родовища), колектори складені тріщинно-кавернозно-поровими ангідритами, вапняками та пісковиками.

Розріз пермських відкладів завершується краматорською субформацією. Вона розташована в основному в межах осьової частини ДДЗ. Найбільші потужності приурочені саме до приштокових зон. Перекривається краматорська субформація відкладами тріасу. Краматорська субформація є калій-магнієсною. Літологічно вона представлена кам'яною сіллю з прошарками ангідритів, засолонених алевролітів, глин та пісковиків, а також калійних та магнієвих солей. В будові субформації можна виділити два цикли, що розпочинаються кам'яною сіллю та закінчуються теригенними породами (глинами, засолоненими пісковиками, алевролітами) (Шехунова, 2009). Дана субформація не вміщує ВВ і виступає покришкою для пермських нафтогазоносних колекторів.

*Обговорення типів пористості нижньопермських відкладів ДДЗ.* У розрізі нафтогазоносності пермських відкладів також важливо висвітлити питання фільтраційно-ємнісних властивостей, а саме — пористості. Вважається, що загалом для пермських відкладів характерна первинна пористість, утворена внаслідок процесів седиментації, так як вони залягають в основному до глибини 3500 м (Арсірій та ін., 1998). Але наведені вище дані разом з сучасними дослідженнями вказують на існування в пермських породах вторинної пористості (Шехунова, 2010). Вторинна пористість утворюється після седиментації та під впливом діа- та катагенетичних процесів. Наприклад, високомінералізовані розчини можуть формувати кавернозну пористість (Selley, 2000). В ДДЗ родовища з кавернозною пористістю відносяться до Машівсько-Шебелинського нафтогазоносного району. Це такі родовища: Новоукраїнське, Мелехівське, Єфремівське

та Кегечівське. На Меліховському родовищі розробляються хемогенні відклади пермі (ПГ А-3, А-5). На Кегечівському родовищі колекторами є карбонатні кавернозно-тріщинуваті породи микитівської субформації. При цьому причиною утворення вторинних пор у нижньопермських колекторах може бути галокатагенез, але він також може впливати на погіршення фільтраційно-ємнісних характеристик з огляду на розвиток аутигенних мінералів (Стадніченко, 2013).

Загалом, вторинна пористість трапляється в хемогенних відкладах за рахунок спільної дії двох факторів, а саме: високої швидкості осадконакопичення та швидкості занурення басейну. Це призводить до утворення потужних відкладів та скорочення часу діагенезу речовини, а відтак «незріла» речовина опиняється у зоні катагенезу (Шехунова, 2010). Саме таким умовам відповідають пермські відклади ДДЗ. Тому важливим етапом при вивченні пористості нижньопермських відкладів є дослідження впливу діа- та катагенетичних процесів.

#### ВИСНОВКИ

Нафтогазоносність пермських відкладів обумовлюється численними факторами, зокрема літологічним складом порід-колекторів, покришок, умовами осадконакопичення та ін. Особливості літологічного складу та умов осадконакопичення дають можливість оконтурити прогностичні літологічно-екрановані пастки. В даній роботі було продемонстровано використання комплексу геофізичних та геологічних методів для виділення таких пасток. В результаті тестування сейсмічних атрибутів було визначено найбільш інформативні з них. Побудовані схеми розподілів значень інформативних атрибутів дозволили оконтурити літологічну пастку ВВ в межах Південно-Хрестищенської площі.

В результаті систематизації даних випробувань та експлуатації свердловин, що розбурили пермські відклади, було визначено, що картаміська теригенна формація та микитівська субформація вміщують газові поклади, в той час як слов'янська — нафтові. Це може вказувати на різні шляхи міграції, різні термодинамічні умови літогенезу даних відкладів, в тому числі формування пасток та фракціонування вуглеводневої речовини. Основними типами пасток є пластово-склепінні, тектонічно-екрановані та літологічно-обмежені. В даній роботі значна увага була приділена вивченню літологічно-обмежених пасток.

Поєднання сейсмічних даних та інформації про літологію, пористості, умовах осадконакопичення дає можливість виділяти неструктурні пастки ВВ. На сьогоднішній день вже відомі родовища з літологічно-екранованими пастками ВВ. Все це робить пермські відклади одними з пер-

шочергових об'єктів для детального вивчення літологічно-екранованих пасток у ДДЗ. Новітні підходи та застосування сучасних технологій може сприяти до підвищенню ефективності видобувної галузі України.

## REFERENCES

- Arsiriy Yu. O. Babiy B. A., Bilik S. F., 1998. Atlas of oil and gas fields of Ukraine. Lviv: Centr Europe. (In Ukrainian).
- Blank M. I., 1960. Geological report of the thematic party No. 28 «Interpretation and generalization of geological and geophysical and field materials of prospecting drilling in the areas of the Dnieper-Donets depression in the region as a whole.» (Poltava, Sumy and Kharkiv regions). Kompleksnaja tematiceskaja jekc-ija tr. Poltavneftegazrazvedka: Poltava, 170 p. (In Russian).
- Brynza N. F. Vysochansky I. V., Krasnov L. G., Korovushkin V. D., 1971. Influence of salt tectonics on the formation of gas deposits in the southeastern part of the Dnieper graben. Galogennye formacii Ukrainy i svjazannye s nimi poleznye iskopaemye red. Kityk V. I. Naukova dumka: Kyiv. Pp. 176–177. (In Russian).
- Vasilenko L. O., Pivovarov O. P., 2012. Research report. Project of search and reconnaissance works on the Pivdenno-Khrestishchenskiy square. TOV «Mittalservis»: Kharkiv. (In Ukrainian).
- Vergunenکو O. P., 2012. Report on the implementation of 3D seismic surveys on the Pivdenno-Khrestishchenskiy square. «TC DGP» Ukrgeofizika: Kyiv. (In Ukrainian).
- Vizhva S. A. Solovyov I. V., Kruglik V. M., Lisny G. D. 2018. Use of graphic processors for construction of the geological media seismic images. *Visnyk Kyjivskoho universytetu. Heolohija: Kyiv*. Pp. 33–39. (In Ukrainian). <http://doi.org/10.17721/1728-2713.80.04>
- Gavrish V. K., Yanshin A. L. Zharkov M. A., 1982. Paleotectonic conditions for the formation of salt-bearing strata of the Dnieper-Donets depression in connection with oil and gas content. *Neftegazonosnost' regionov drevnego solenakoplenija*. Nauka: Novosibirsk, Pp. 84–89. (In Russian).
- Gladysheva G. A., 1971. The role of salt-bearing formations in the formation of oil and gas and the formation of their deposits. *Galogennye formacii Ukrainy i svjazannye s nimi poleznye iskopaemye red. Kityk*. Naukova dumka: Kyiv, Pp. 174–175. (In Russian).
- Gozhik P. F., 2013. Stratigraphy of Upper Proterozoic and Phanerozoic of Ukraine. Vol. 1. Stratigraphy of Upper Proterozoic, Paleozoic and Mesozoic of Ukraine. P. F. Gozhik (Editor-in-chief), 2013. Kyiv: Logos, 638 p. (in Ukrainian).
- Gozhik P. F. (Editor-in-Chief) Stratigraphic codex of Ukraine, 2012. Kyiv, 65 p. (In Ukrainian).
- Gordievich V. A. Sanarov I. V., 1961. Report on the results of deep exploration drilling at Novosanzharskaya, Mashevskaya, Kolomakskaya and Oktyabrskaya areas, based on preliminary data for 1959. Tr. Poltavneftegazrazvedka: Poltava. 105 p. (In Russian).
- Арсирій Ю. О. Бабій Б. А., Білик С. Ф. Атлас родовищ нафти і газу України. Львів: Центр Європи, 1998.
- Бланк М. И. Геологический отчет тематической партии № 28 «Интерпретация и обобщение геологогеофизических и промысловых материалов поисковоразведочного бурения по площадям ДнепровскоДонецкой впадины по региону в целом». (Полтавская, Сумская и Харьковская обл.). Комплексная тематическая экц-ия тр. Полтавнефтегазразведка: Полтава, 1960 170с.
- Брынза Н. Ф. Высочанский И. В., Краснов Л. Г., Коровушкин В. Д. Влияние соляной тектоники на формирование газовых залежей в Юго-Восточной части Днепровского грабена. Галогенные формации Украины и связанные с ними полезные ископаемые ред. Китык В. И. Наукова думка: Киев, 1971. С. 176–177.
- Василенко Л. О., Пивоваров О. П., Звіт про науково-дослідну роботу. Проект пошуковорозвідувальних робіт на Південно-Хрещищенській площі» ТОВ «Мітталсервіс»: Харків, 2012.
- Вергуненко О. П. Звіт про виконання сейсмозвідувальних робіт 3D на Південно-Хрещищенській площі. ТЦ ДГП «Укргеофізика»: Київ, 2012.
- Вижва С. А. Соловйов І. В., Круглик В. М., Лісний Г. Д. Прогнозування зон підвищеної пористості у глинистих породах сходу України. Вісник Київського університету. Геологія: Київ, 2018. С. 33–39. <http://doi.org/10.17721/1728-2713.80.04>
- Гавриш В. К., Яншин А. Л. Жарков М. А. Палеотектонические условия формирования соленосных толщ Днепровско-Донецкой впадины в связи с нефтегазоносностью. Нефтегазоносность регионов древнего соленакопления. Наука: Новосибирск, 1982 С. 84–89.
- Гладышева Г. А. Роль соленосных формаций в образовании нефти и газа и формировании их залежей. Галогенные формации Украины и связанные с ними полезные ископаемые ред. Китык. Наукова думка: Киев, 1971. С. 174–175.
- Гожик П. Ф. Стратиграфия верхнего протерозою, палеозою та мезозою України. ІГН НАН України: Київ, 2013. 636 с.
- Гожик П. Ф. Стратиграфічний кодекс України. Логос: Київ, 2012. 66 с.
- Гордиевич В. А. Санаров И. В. Отчет о результатах глубокого разведочного бурения на Новосанжарской, Машевской, Коломакской и Октябрьской площадях, по предварительным данным за 1959 г. Тр. Полтаванефтегазразведка: Полтава, 1961. 105 с.

- Dolenko G. N., Barichev S. A., Vysochansky I. V. and others, 1981. Tectonics and oil and gas content of the Dnieper-Donets depression. Naukova dumka: Kyiv. 228 p. (In Russian).
- Ivanko V. I. Supronyuk K. S., 1959. Geological structure of the Ichnya area. Report on the work of the structural search party No. 1 for 1957–1958. Tr. Ukrneftegeofizika: Kyiv. 216 p. (In Russian).
- Inosova K. I., Kruzina A. Kh., Shvartsman E. G., 1976. Atlas of microspores and pollen of the Upper Carboniferous and Lower Permian of the Donets basin. Nedra: Moscow. (In Russian).
- Kabyshv B. P., Shpak P. F., Bilyk O. D. and others, 1989. Geology and oil and gas content of the Dnieper-Donetsk depression. Naukova dumka: Kyiv, 170 p. (In Russian).
- Kityk V. I. Kutsyaba V. I., Skachedub E. A., Smishko R. M., 1971. Two-salt structures of the Dnieper-Donetsk depression and their oil and gas content. Galogenne formacii Ukrainy i svjazannye s nimi poleznye iskopaemye (Tezisy dokladov simpoziuma). Naukova Dumka: Kyiv. Pp. 18–21. (In Russian).
- Kityk V. I., 1970. Salt tectonics of the Dnieper-Donets depression. Naukova Dumka: Kyiv. (In Russian).
- Kovalevsky P. E., 1827. The experience of geognostic research in the Donetsk mountain range. Horn. zhurn. St. Petersburg. (In Russian).
- Kozhich-Zelenko M. P., 1951. On the question of variegated deposits of the lower part of the Mesozoic and Upper Paleozoic of the Dnieper-Donetsk basin. *Geological Journal AN URSS*. Kyiv. (In Russian).
- Kotlyar G. V., Stepanov D. L., 1984. The main features of the stratigraphy of the Permian system. Nedra: Leningrad. 286 p. (In Russian).
- Lapchik T. Yu., 1970. Stratigraphy of the USSR. Naukova Dumka: Kyiv. 246 p. (In Russian).
- Lukin A. E., 1974. Study and identification of oil and gas promising pinch-out zones in the Paleozoic sediments of the DDV for setting up prospecting drilling. UkrNIGRI: Chernigov. 231 p. (In Russian).
- Lukin A. E., 1971. Postsedimentary changes in saline deposits. Halogen formations of Ukraine and associated minerals ed. Kityk V. I. Kyiv. Pp. 62–64. (In Russian).
- Lungershausen L. F., 1941 Some features of the paleogeography of the Dnieper-Donets geosyncline in the Upper Paleozoic and Mesozoic times. Materials on oil content of DDV. Kyiv. (In Russian).
- Lutugin L. I., 1895. Geological research carried out in the northern part of the Donetsk coal basin in 1894. Izv. Geol. com. 89 p. (In Russian).
- Nesterenko L. P., 1958. To the method of correlation of sections of the Lower Permian deposits of the Donets basin, its northwestern margins and the eastern part of the Dnieper-Donets depression. Izv. AN SSSR. Ser. geol. Kyiv Pp. 118–122. (In Russian).
- Oknova N. S., Trushkova L. Ya., Zharkov A. M., 1999. Problem of prospecting for oil and gas deposits in non-anticlinal traps at the turn of the century. Neftegazovaja geologija na rubezhe vekov. St. Petersburg. 216 p. (In Ukrainian).
- Доленко Г.Н., Баричев С.А., Высочанский И.В. та ін. Тектоника и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Наук. Думка: Київ, 1981. 228 с.
- Иванько В.И. Супронюк К.С. Геологическое строение Ичнянской площади. Отчет о работе структурнопоисковой партии № 1 за 1957–1958 гг. Тр. Укрнефтегеофизика: Киев, 1959. 216 с.
- Иносова К.И. Крузина А.Х., Шварцман Е.Г. Атлас микроспор и пыльцы верхнего карбона и нижней перми Донецкого бассейна. Недра: Москва, 1976.
- Кабышев Б.П., Шпак П.Ф., Билик О.Д. та ін. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Наук. думка: Київ, 1989. 170 с.
- Китык В.И. Куцяба В.И., Скачедуб Е.А., Смишко Р.М. Двусолевые структуры Днепровско-Донецкой впадины и их нефтегазоносность. Галогенные формации Украины и связанные с ними полезные ископаемые (Тезисы докладов симпозиума). Киев: Наукова думка, 1971. С. 18–21.
- Китык В.И. Соляная тектоника Днепровско-Донецкой впадины. Наукова думка: Киев, 1970.
- Ковалевский П.Е. Опыт геогностических исследований в Донецком горном кряже. Горн. журн. Санкт-Петербург, 1827.
- Кожич-Зеленко М.П. До питання про строкатокольорові відклади нижньої частини мезозою та верхнього палеозою Дніпровсько-Донецької западини. Геол. журн. АН УРСР. Київ, 1951.
- Котляр Г.В. Степанов Д.Л. Основные черты стратиграфии пермской системы. Недра: Ленинград, 1984. 286 с.
- Лапчик Т.Ю. Стратиграфия УРСР. Наукова думка: Київ, 1970. 246 с.
- Лукин А.Е. Изучение и выделение нефтегазоперспективных зон выклинивания в палеозойских отложениях ДДВ для постановки поисковоразведочного бурения. УкрНИГРИ: Чернигов, 1974. 231 с.
- Лукин А.Е. Постседиментационные изменения соленосных отложений. Галогенные формации Украины и связанные с ними полезные ископаемые ред. Китык В.И. Киев, 1971. С. 62–64.
- Лунгерсгаузен Л.Ф. Некоторые черты палеогеографии Днепровско-Донецкой геосинклинали в верхнепалеоохойское и мезозойское время. Материалы по нефтеносности ДДВ. Киев, 1941.
- Лутугин Л.И. Геологические исследования, произведенные в северной части Донецкого каменноугольного бассейна в 1894 году. Изв. Геол. ком. 1895. 89 с.
- Нестеренко Л.П. К методике корреляции разрезов нижнепермских отложений Донецкого бассейна, его северозападных окраин и восточной части Днепровско-Донецкой впадины. Изв. АН СССР. Сер. геол. Киев, 1958. С. 118–122.
- Окнова Н.С., Трушкова Л.Я., Жарков А.М. Проблема поисков залежей нефти и газа в неантиклинальных ловушках на рубеже веков. Нефтегазовая геология на рубеже веков. Санкт-Петербург, 1999. 216 с.

- Rotay A. P., 1978. Carboniferous stratigraphy of the USSR and the draft of the International Stratigraphic Scale. *Obshhie problemy stratigrafii kamennougol'nyh otlozhenij*. Nauka: Moscow, Pp. 10–21. (In Russian).
- Sokolova T. N., 1978. Magnesian clay formation is a specific feature of the Permian salt-bearing basins. *Osadochnye porody i rudy*: Moscow, Pp. 193–206. (In Russian).
- Stadnichenko S. M., 2012. Halocatagenesis of the rock salt and terrigenous lower permian formations of the Dnipro-Donets depression central and South-Eastern parts. *Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine*. Vol. 5. Pp. 155–169. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2012.150045> (In Ukrainian).
- Stupakov V. P., 1960. Geological structure of the North-Eastern outskirts of Donbass and adjacent territory in connection with the prospects of its gas and oil potential. *VNIIGAZ: Moscow*, 358 p. (In Russian).
- Tkachenko R. Yu., 1990. Generalizations of geological and geophysical materials for parametric wells Biryukovskaya No. 653, Antoshkinskaya No. 678, Severo-Kegichevskaya No. 635, Cherepakovskaya No. 647. *TE Poltavaneftgazgeologiya: Poltava*. Pp. 24–133. (In Russian).
- Khrushchov D. P. Zaydis B. B., 1978. V Determination of the absolute age of rocks and minerals of salt-bearing formations. *Osadochnye porody i rudy*. Kyiv. Pp. 221–227. (In Russian).
- Cherepovsky V. F., 1957. Report on the results of the semi-instrumental geological survey of the Upper Carboniferous of the south-western wing of the Kalmius-Toretska depression scale 1: 25000. Sheet: M-37–123-A, g / south-east part /, M-37–123-B-c, g, M-37–123-V-b / north part /, M-37–123-G-a, b, c, d, M-37–135-B-a, b, d / northern part /. *Tr. Artemuglegeologiya: Artemovsk*. (In Russian).
- Chernyshev F. N. Lutugin L. I., 1897. Donetsk basin. *Izvestija obshhestva gornyh inzhenerov*. Moscow, Pp. 20–42. (In Russian).
- Shekhunova S. B., 2010. The peculiarities of the mineral warehouse fraction less than 1 mm of water non-destructive surplus of Kam'yano salt salt-bearing formations the Dnieper-Donets depressions. *Geological Journal (Ukraine)*, Vol. 1. Kyiv, Institute of Geological Sciences, Pp. 125–130. (In Ukrainian).
- Shekhunova S. B., 2010. Peculiarities of salt bearing formations postsedimentary changes. *Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine*, Vol. 3. Kyiv. Pp. 116–135. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2010.147270>
- Shekhunova S. B., 2009. Processes of lithogenesis of saline formations. *Geological Journal Institute of Geological Sciences*, Vol. 2, Pp. 97–111. (In Ukrainian).
- Shekhunova S. B., Shevchenko O. A., Machulina S. O., 2008. The lithological peculiarities of the red terrigenous (kartamush) formation (the South-Eastern part of the Dnieper-Donets depression). *Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine*. Kyiv. Pp. 216–223. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2008.152950>
- Yakovlev M. M., 1914. Materials for the geology of the Donetsk Basin (rock salt, dolomites and copper ores). *Trudy Geol. kom. nov. serija*. Kyiv. 94 p. (In Russian).
- Ротай А. П. Стратиграфия карбона СССР и проект Международной стратиграфической шкалы. *Общие проблемы стратиграфии каменноугольных отложений*. Наука: Москва, 1978. С. 10–21.
- Соколова Т. Н. Магнезиальное глинообразование специфическая черта пермских солеродных бассейнов. *Осадочные породы и руды*. Москва, 1978. С. 193–206.
- Стадніченко С. М. Галокатагенез порід галогенної і теригенної формацій нижньої пермі центральної та південно-східної частин Дніпровсько-Донецької западини. *Зб. наук. пр. ІГН НАН України*. Київ, 2012. Т. 5. С. 155–169. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2012.150045>
- Ступаков В. П. Геологическое строение Северо-Восточных окраин Донбасса и сопредельной территории в связи с перспективами ее газонефтегазоносности. *ВНИИГАЗ: Москва*, 1960. 358 с.
- Ткаченко Р. Ю. Обобщения геологогеофизических материалов по параметрическим скважинам Бирюковской № 653, Антошкинской № 678, СевероКегичевской № 635, Черепаковской № 647. *ТЕ Полтаванефтегазгеология: Полтава*, 1990. С. 24–133.
- Хрущов Д. П. Зайдис Б. Б. Определение абсолютного возраста пород и минералов соленосных формаций. *Осадочные породы и руды*: 1978. с. 221–227.
- Череповский В. Ф. Отчет о результатах полуинструментальной геологопромышленной съемки верхнего карбона югозападного крыла Кальмиус-Торецкой котловины мб 1:25000. Планшеты: М-37–123-А, г /юго-вост.часть/, М-37–123-Б-в, г, М-37–123-В-б /сев.часть/, М-37–123-Г-а, б, в, г, М-37–135-Б-а, б, г /северная часть/. *Тр. Артемулгеология: Артемовск*, 1957.
- Чернышев Ф. Н. Лутугин Л. И. Донецкий бассейн. *Известия общества горных инженеров*. Москва, 1897. С. 20–42.
- Шехунова С. Б. Особливості мінерального складу фракції менше 1мм водонерозчинного залишку кам'яної солі соленосних формацій Дніпровсько-Донецької западини. *Геол. журн.* № 1. 2010. С. 125–130
- Шехунова С. Б. Особливості постседиментаційних змін соленосних формацій. *Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України*. Том. 3. 2010. С. 116–135. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2010.147270>
- Шехунова С. Б. Процеси літогенезу соленосних формацій. *Геол. журн.* № 2. 2009. С. 97–111.
- Шехунова С. Б., Шевченко О. А., Мачуліна С. О. Літологічні особливості порід теригенної червоноколірної (картамишської) формації (південносхідна частина Дніпровсько-Донецької западини). *Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України*. Київ, 2008. С. 216–223. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2008.152950>
- Яковлев М. М. Материалы для геологии Донецкого бассейна (каменная соль, доломиты и медные руды). *Труды Геол. ком. нов. серия*. Киев, 1914. 94 с.

Chopra S., Castanga J. P., 2014. AVO. Tulsa: Society of Exploration Geophysicists. 288 p. (In English).

Chopra S., Castanga J. P. AVO. Tulsa: Society of Exploration Geophysicists, 2014. 288 p.

Selley R. C., 2000. Applied Sedimentology, 2nd ed. Academic Press: London. Pp. 420–424. (In English).

Selley R. C. Applied Sedimentology, 2nd ed. Academic Press: London, 2000. P. 420–424.

Manuscript received September 29, 2020;  
revision accepted November 18, 2020.

Інститут геологічних наук НАН України,  
Київ, Україна

**АНАЛИЗ ЛИТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА И УСЛОВИЙ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В СВЯЗИ С НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬЮ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ЮГО-ХРЕСТИЩЕНСКОЙ ПЛОЩАДИ ДНЕПРОВСКО-ДОНЕЦКОЙ ВПАДИНЫ**

**И. А. Стрельцова<sup>1</sup>, В. Н. Круглык<sup>2</sup>**

Работа направлена на изучение комплексирования современных геолого-геофизических методов для выделения литологически-экранированных ловушек. Для анализа были выбраны пермские отложения Днепровско-Донецкой впадины. Эти отложения характеризуются невыдержанность продуктивных горизонтов по площади и образованием линзовидных песчаных тел. Были использованы прямые индикаторы наличия углеводородов, различные характеристики сейсмического волнового поля, литологическая классификации и анализ фильтрационно-емкостных свойств пород. Для всестороннего анализа были использованы имеющиеся литературные данные по разработке и добыче нефти и газа из пермских отложений Днепровско-Донецкой впадины (ДДВ), а также были привлечены геофизические данные. Среди геофизических данных использовались данные геофизических исследований скважин и сейсмические данные. Таким образом удалось построить сводный геологический разрез вкрест простиранию ДДВ. Полученный разрез дал понимание о современном залегания пермских отложений. Сейсмические исследования были привлечены для использования методов атрибутного анализа. С помощью атрибутного анализа, было выделено зоны с возможным содержанием углеводородов и улучшенными коллекторскими свойствами. Именно этот метод позволил, с другой стороны, рассмотреть роль сейсмических исследований в определении литологии и нефтегазоносности изучаемых толщ. Таким образом, сочетание данных по литологии, сейсмике и условий осадконакопления позволили выделять нетрадиционные ловушки углеводородов.

*Ключевые слова:* атрибуты; пермские отложения; нефтегазоносность; эвапориты; условия осадконакопления; Днепровско-Донецкая впадина.