

СУЧАСНА ОЦІНКА ПЕРСПЕКТИВ НАФТОГАЗОНОСНОСТІ ВНУТРІШНЬОЇ ЗОНИ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОГО ШЕЛЬФУ ЧОРНОГО МОРЯ

¹Кичка О. А., ²Ольшанецький М. В., ^{2,3}Тищенко А. П., ¹Вижва А. С.,
²Жадан А. М., ¹Маковець О. В., ²Фенота П. О., ¹Хмелевський А. С.,
^{2,3}Мельник Л. П.

¹УкрНДІгаз, ²АТ «Укргазвидобування», ³НАК «Нафтогаз України», Київ, Україна

На основі обробки даних новітньої сейсмозв'язки 3D і аналізу геолого-геофізичної інформації виділено і охарактеризовано понад тридцять перспективних структур на спецдозволах Дельфін 01-10 НАК «Нафтогаз України» в межах внутрішньої зони північно-західного шельфу Чорного моря. Уточнено і деталізовано геологічну модель району робіт та оцінені основні складові геологічного ризику по перспективних нафтогазоносних комплексах для формування портфелю нафтогазопошукових об'єктів, їх ранжування та прийняття управлінських рішень.

Ключові слова: Чорне море, спецдозволи на розвідку і видобування, сейсмозв'язка 3D, геологічна інтерпретація, нафтогазопошукові роботи на основі плеїв.

MODERN EVALUATION OF THE HYDROCRABON POTENTIAL FOR THE INNER ZONE, NORTHWESTERN SHELF OF THE BLACK SEA

¹Kitchka O.A., ²Olshanetskyi M.V., ^{2,3}Tyshchenko A.P., ¹Vyzhva A.S., ²Zhadan
A.M., ¹Makovets O.V., ²Fenota P.O., ¹Khmelevskyi A.S., ^{2,3}Melnyk L.P.

¹UkrNDIgaz, ²Ukrigasvydobuvannya JSC, ³Naftogaz of Ukraine NJSC, Kyiv, Ukraine

In the inner zone of the northwest Black Sea shelf, within the Dolphin 01-10 special permits of NJSC Naftogaz of Ukraine, more than thirty promising structures were found and described using the most recent 3D seismic data processing and geological and geophysical information. The study area's geological model was improved and detailed, and the key geological risk factors for potential oil and gas bearing complexes (plays) were evaluated in order to create a portfolio of hydrocarbon exploration prospects, rank them, and make the appropriate decisions.

Key words: Black Sea, E&P special permits, 3D seismics, geological interpretation, play-based exploration.

Вступ. Неодмінною складовою сучасних ГРП на нафту і газ в недостатньо геологічно вивчених регіонах є аналіз нафтогазоносних комплексів (плеїв) з оцінкою геологічних ризиків (PoS) для базових складових нафтогазових систем в них (імовірність джерела/міграції/заповнення – пастки – колектору – покришки) та залученням басейнового аналізу. Були закартовані перспективні нафтогазові і газові зони, що були відкалібровані по свердловині Прадніпровська-2 в межах кубу сейсмоданих 3D і деяких інших в найближчому околі (свердловини Безіменного та Одеського родовищ, а також Флангова-2).

Методи, результати і новизна дослідження. Північно-західний шельф Чорноморського мегабасейну є основним районом видобутку газу в межах Південного нафтогазоносного регіону України. Цей регіон відкриває для України великі можливості для пошуків та розвідки вуглеводнів на ще недостатньо вивченій акваторії. У 2021 році PGS Exploration ASA за контрактом з НАК Нафтогаз України провела батиметричні та 3D сейсморозвідувальні роботи з високою роздільною здатністю на мілководній ділянці площею 5000 квадратних кілометрів на внутрішньому північно-західному шельфі Чорного моря України [2]. Обробка сейсмічних даних включала в себе найсучасніший граф глибинної обробки, а саме FWI, KPSDM та SWIM, що стало видатною віхою при проведенні ГРП в регіоні [3].

Завдяки обробці та інтерпретації морських 3D сейсмічним даних було отримано декілька визначних геологічних результатів. Одним з них є раніше невідомий горизонт відбиття, який названий нами "головним неузгодженням" (позначається як VI-й сейсмогоризонт). Горизонт головного неузгодження є яскравою сейсмічною границею, що має чітко виражений рельєфний вигляд, яка пов'язана з підшовою осадового чохла на гетерогенному і гетерохронному акустичному фундаменті, і впевнено простежується на більшій частині площі робіт.

Завдяки цьому дослідженню окреслено три помітні припідняті шаблі фундаменту - Дністровський, Алібейський та Тендрівський, а також Вилківську мінізападину (оточену горстами фундаменту і заповнену сейсмічно напівпрозорими сейсмо-секвенціями, що падають на південь і сегментовані успадкованими скидами), Рис. 1.

За результатами виконаних робіт побудовано дванадцять структурних карт по ключових горизонтах відбиття, стратиграфічно прив'язаних до свердловини Прадніпровська-2, що характеризують мезо-кайнозойський осадовий чохол із застосуванням усіх наявних геоданих, включаючи 2D профілі минулих років, а також інформацію з понад 160 виробничих звітів у поєднанні з відповідними дослідженнями по прилеглих регіонах у румунських, болгарських і турецьких водах. Виконано аналіз матеріалів та інтерпретація даних раніше проведених робіт, та попередній басейновий аналіз з використанням моделювання міграції вуглеводнів, який прогнозує потенційні перспективні ділянки для пошуку нафти і газу.

В результаті прокорельовано нові 3D дані з кубом сейсморозвідки по Одесько-Безіменній площі та наземними даними 2D сейсморозвідки і глибоких свердловин (Переддобруджинський прогин) через прибережну перехідну зону відсутності сейсмічних даних шириною ~10 км. Структурні взаємозв'язки та

елементи нафтових систем, вдалося перенести на Криловський суб-басейн, де виявлено потенційні пастки в еродованій карбонатній платформі середнього та пізнього палеозою.



Рисунок 1. Тектонічне районування району робіт на рівні відбивного горизонту VI (акустичний фундамент) за даними сейморозвідки 3D.

Інтеграція всіх цих даних дозволила створити збалансовану 2D геологічну модель, яка ілюструє структурні взаємозв'язки між суходолом і шельфом [1].

Виділення перспективних нафтогазоносних комплексів (плеїв)

Базуючись на інтерпретації новітніх сейсмоданих 3D та спираючись на міжнародно визнаний галузевий «стандарт» з виділення нафтогазових комплексів (плеїв), виокремлено сім незалежних плеїв перспективних для пошуків вуглеводнів в межах периметру спецдозволів Дельфін 01-10, а саме:

- 1) Вивірений та тріщинуватий фундамент протерозою - раннього палеозою.
- 2) Склепінєві, тектонічно-екрановані пастки в палеозойській товщі.
- 3) Склепінєві та стратиграфічні пастки, пов'язані з різким кутовим неузгодженням в покрівлі валанжинсько-юрських відкладів.
- 4) Склепінєві пастки в нижньокрейдових (неоком-альбських) дорифтових-синрифтових відкладах та стратиграфічні пастки.
- 5) Склепінєві пастки в комплексі карбонатної платформи верхньої крейди-середнього еоцену. Рифові тіла у верхньокрейдових (кампан-маастрихтських) відкладах та стратиграфічні пастки, пов'язані з стратиграфічним неузгодженням

в палеоген-крейдових відкладах.

- 6) Верхній еоцен – олігоцен-нижній міоцен (майкопські) склепіневі пастки та літолого-стратиграфічні пастки.
- 7) Неогенові склепіневі пастки та літологічні пастки.

Просторове положення вищезгаданих плів показано вздовж модельного перетину через спецдозволи Дельфін Внутрішнього шельфу на Рис. 2.

Оцінка геологічних ризиків

На основі проведеного аналізу нафтогазоносних комплексів вдалося проранжувати та геологічно обризикувати на наявність елементів вуглеводневих систем понад 30 перспективних ділянок (антиклінальних і стратиграфічних пасток), причому вісім з них були вперше закартовані в межах спеціальних дозволів НАК Нафтогаз України на основі обробки і інтерпретації даних сейсмозв'язки 3D.

Стосовно класифікації за формою сейсмічного імпульсу, то для побудови карт сейсмофіцій було використане хвильове поле уздовж сейсмічного горизонту. Виходячи з передумов, що форма відбитої хвилі залежить від пружних властивостей акустичної границі і від форми сейсмічного запису, можна судити про зміну цих властивостей.

Для створення просторової моделі термальної зрілості нафтогазоматеринських порід в межах району робіт були використані залежності УкрДГРІ для суходолу (Передобруджинський прогин), так і для прилеглого північно-західного шельфу (за даними Simon Petroleum Technology Ltd.).

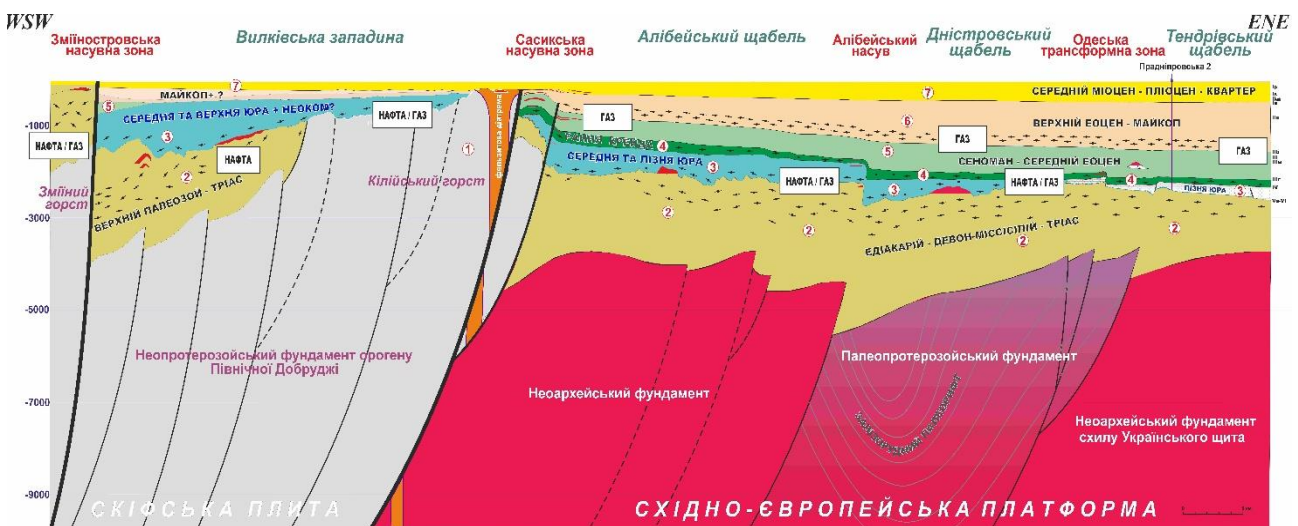


Рисунок 2. Основні перспективні нафтогазові пліві вздовж модельного геолого-геофізичного перетину в межах району робіт.

Для кожного комплексу (плею) та його суб-комплексу (сегменту) були побудовані карти термальної зрілості та карто-схеми поширення

сейсмофаціальних зон на основі атрибутивного аналізу (за формою сигналу та набору атрибутів) для ключових сейсмогоризонтів мезокайнозою (Ia, IIa, IIб, III, IIIм, IIIг, IV, V, VI), які були покладені в основу інтерпретаційних карт імовірності наявності пастки та колектора в ньому.

На основі експертного узгодження встановлено коефіцієнти імовірності для чотирьох компонентів (імовірність джерела/міграції/заповнення – пастки – колектору – покритишки) та визначено зведений геологічний ризик (CCRS) кожного з семи перспективних нафтогазоносних комплексів (плеїв), який ілюструється Рис. 3.

Приклад оцінки складових геологічного ризику для середньоюрського плею проілюстрований на рисунку 3.

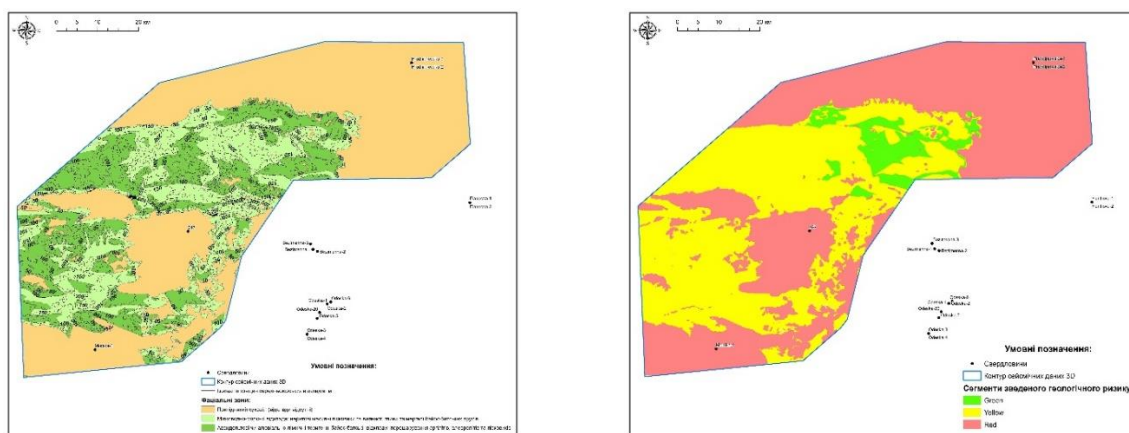


Рисунок 3. Карта прогнозних сейсмофацій за даними атрибутивного аналізу (ліворуч) та карта зведеного геологічного ризику (праворуч), для середньоюрського плею.

Висновки. Район робіт, що знаходиться в зоні зчленування схилу докембрійської СЕП, палеозойсько-кімерійської Скіфської платформи та молоді мезокайнозойської Чорноморської западини є напрочуд складним за тектонічною будовою в регіоні, проте водночас і найбільш цікавим районом з геологічної точки зору, не зважаючи на відносно помірні вуглеводневі ресурси.

Підтверджено поширення Переддобруджинського прогину в акваторію Чорного моря, а також перенесено елементи його нафтових систем на Криловську западину, де виявлено потенційні пастки ВВ в еродованій карбонатній платформі середнього та пізнього палеозою.

Встановлені і простежені залежності дали змогу оцінити зведений геологічний ризик та перспективи промислової нафтогазоносності для спецдозволів Дельфін на Внутрішньому північно-західному шельфі Чорного моря і приступити для оцінки їх ресурсного потенціалу детерміністичним та стохастичним методами.

ПЕРЕЛІК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Kitchka A., Olshanetsky M., Tyshchenko A. et al. *Confident progress in understanding geology & hydrocarbon potential of the NW Black Sea Inner Shelf, Ukraine, based on cutting-edge 3D seismic exploration program*. Abs. AAPG Europe Region Conference, 28-29 May 2024 Krakow. – P. 78.
2. Tauvers P., Tyschenko A., Kitchka O., Melnyk L., Boekholt M. *Start of major 3D acquisition by Naftogaz in the Western Ukrainian Black Sea - implications for rejuvenation of offshore exploration for Ukraine*. Abs. AAPG Exploration and Production in the Black Sea Region and Super-Basin Thinking GTW, 6-7 September 2022, Trabzon. – P. 7.
3. Tegnander J.F., Kittell L., Helgebostad K.S., Tyshchenko A., Vyzhva A., Melnyk L. and Oukili J. *Efficient 3D Acquisition and Imaging in Ultra-Shallow Water for Frontier Exploration in the Black Sea, Ukraine*. Fourth EAGE Marine Acquisition Workshop, Sep 2024, Volume 2024, Oslo. P. 1 – 3, <https://www.earthdoc.org/content/papers/10.3997/2214-4609.202436012>, 09.09.2024.