

ВИЯВЛЕННЯ ПОХОВАНИХ АНТИКЛІНАЛЬНИХ СТРУКТУР ЗА ДОПОМОГОЮ АНАЛІЗУ КАРТ АЗИМУТІВ ПАДІННЯ ПОРІД

І.М. Самчук

*Харківський національний університет імені В.Н. Каразіна, майдан Свободи, 4, м. Харків, 61022, Україна,
e-mail: fedot-ira@ukr.net*

Запропоновано методику обробки геофізичних карт, побудованих за сейсмічними відбивальними горизонтами. У її основу покладено принцип азимутального відображення поверхонь. На прикладі родовищ, виявлених у ранньопермських відкладах Орчиківської депресії Дніпровсько-Донецької западини, доведено ефективність методики та запропоновано перспективні ділянки для пошуку покладів вуглеводнів.

Ключові слова: азимутальний малюнок, антиклінальні структури, пастки вуглеводнів.

Вступ. При пошуках покладів нафти і газу традиційним є опитування насамперед структурних форм антиклінального типу.

У авлакогенних зонах, і зокрема Дніпровсько-Донецькій западині (ДДЗ), для пошуку перспективних об'єктів, як правило, використовують сейсмогеологічні карти, які будують за сейсмічними відбивальними горизонтами.

Виділення значних за розмірами та амплітудою антиклінальних структур на таких картах не викликає особливих труднощів. Вони чітко відображаються через замикання малюнку ізогіпс. Значення структурної амплітуди, або замкненої висоти цих складок (перевищення гіпсометрично найвищої точки над найнижчою замкненою ізогіпсою), зазвичай наближуються до значень структурного рельєфу (висоти, на яку антикліналь піднята відносно регіонального нахилу пласта) (рис. 1, а) [3, 8].

Втім структури, структурні амплітуди яких істотно менші за структурний рельєф (рис. 1, б), виражені менш контрастно (назвемо їх прихованими антикліналами). На картах ізоліній такі структури відображаються у вигляді структурних носів або через незначне зміщення малюнку ізогіпс майже не помітні для дослідника.

Об'єкт і мета дослідження. Виділення прихованих антиклінальних структур є одним з перспективних напрямів пошуків пасток нафти і газу.

Розроблена методика дає змогу картувати приховані антиклінали на підставі обробки даних сейсморозвідувальних робіт і може бути економічно доцільною, оскільки не потребує додаткових вкладень.

Матеріали та методи дослідження. В основу методики покладено обробку карт сейсмічних відбивальних горизонтів з використанням азимутів падіння порід за площиною відбиття. Карт азимутів падіння порід було побудовано за відбивальними сейсмічними горизонтами асеського ярусу нижньої пермі (горизонт IV_{Г2} залягає у підосві святогірської ритмопачки микитівської світи, IV_{В3}

— приблизно відповідає підосві підбрянцівської ритмопачки слов'янської світи) у межах Орчиківської палеодепресії (південний схід ДДЗ).

У процесі роботи сейсмічні карти розбивали на ділянки розміром 100 × 100 м (розмір зумовлений перетином ізогіпс на похідних картах, що дорівнює 200 м). Для кожної ділянки встановлювали напрямок максимальної швидкості зміни азимутів падіння від одної ділянки до суміжної. Отриманий у такий спосіб результат відображає напрямок нахилу території. Значення для всіх ділянок показують напрямок (за компасом) нахилу поверхні у конкретному місці, який вимірюємо за годинниковою стрілкою у градусах від 0 (північ) до 360 (знов повертаючись на північ).

За допомогою кольорів на рис. 2 відображено зміну азимутів падіння порід для ідеальних антиклінальних структур (випукла півкуля). На практиці структурні особливості поверхні антиклінальної складки не є ідеальними, тому на побудованих картах сегментарний малюнок змінений (викривлений), що виражається у збільшенні або зменшенні площ окремих азимутальних сегментів. Наприклад, складка з крутим північним крилом матиме малюнок з редукованим сегментом північного азимуту, але основний характер малюнку, що відповідає антиклінальній структурі, ніколи не змінюватиметься (мається на увазі послідовність розташування азимутальних сегментів).

Ще одним аспектом методики, що ґрунтується на виділенні антиклінальних структур, є їх аналіз, як мінімум, за двома відбивальними горизонтами, які не мають між собою стратиграфічного чи кутового неузгодження. Якщо азимутальний малюнок структури відображає асиметрію розташування склепінь складок за декількома відбивальними горизонтами, метод дає змогу прогнозувати зміщення склепіння структури (якщо воно простежується) в усьому об'ємі структурного поверху (рис. 3).

Результати дослідження. Описаний методичний підхід застосовано для виділення прихованих антиклінальних структур, що можуть бути потенційними пастками для вуглеводнів, у розрізі нижньої

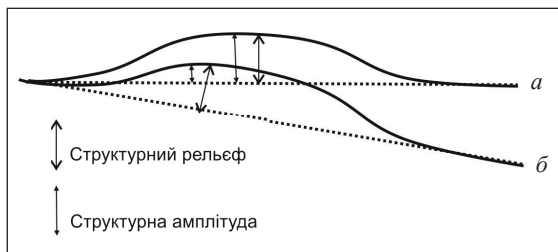


Рис. 1. Рельєф та амплітуда антиклінальних структур [1]

Fig. 1. Relief and amplitude of anticlinal structures [1]

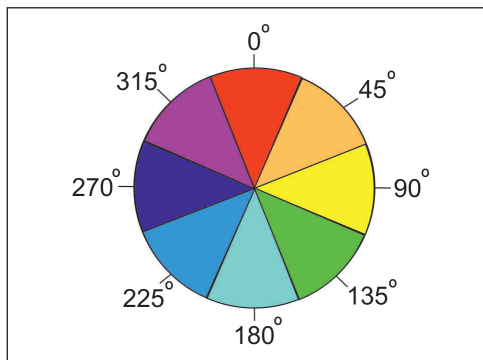


Рис. 2. Ідеалізований азимутальний малюнок

Fig. 2. Idealized azimuthal picture

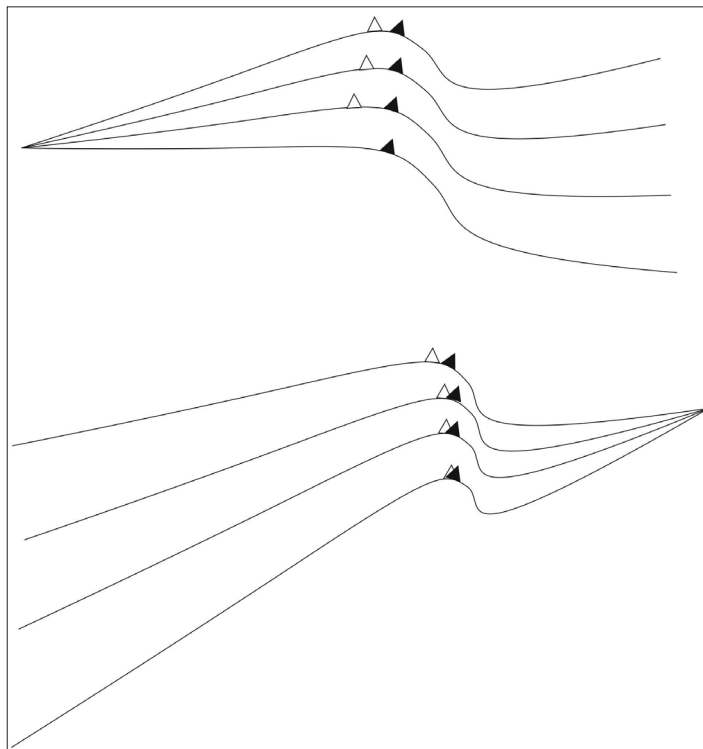


Рис. 3. Зміщення склепіння антиклінальної структури з наближенням до зони виклинювання порід [1]

Fig. 3. Offset vault anticlinal structure when approaching zones pinch species [1]

пермі південно-східної частини ДДЗ (Орчиківська депресія). Нижче розглянуто стратиграфічну схему цього розрізу.

Нижньопермський розріз розпочинається з меліхівської товщі (Q_5-Q_8) в об'ємі картамиської світи нижньої пермі, яка незгідно перекриває кам'яновугільні відклади [5, 6, 9]. Складена товща перешаруванням глин (сіро-зелених, червоно-бурих, темно-сірих), пісковиків, алевроїтів та 2–4 карбонатних горизонтів. До пісковиків приурочені три продуктивні горизонти: А-6–А-8, з пластовими та масивно-пластовими покладами вуглеводнів на Шебелинському, Кегичівському, Західнососнівському, Єфремівському, Меліхівському, Кобзівському, Машівському, Східномедведівському, Чутівському, Розпашнівському, Ланнівському, Західнохрещищенському, Західностаровірівському, Медведівському родовищах.

Микитівська світа залягає на покрівлі картамиської світи ($Q_8-R_4^1$). До її підшви приурочений стратиграфічний реперний горизонт IV_{r2} , що у розрізі представлений вапняком Q_8 . Саме за цим репером побудовано одну з карт азимутів падіння порід.

Світу поділено на святогірську та торську ритмопачки, що представлені перешаруванням теригенних (алевроїтів, глини), карбонатних (вапняки, доломіти) та евапоритових (галіт, ангідрит) порід. Розріз кожної ритмопачки завершує пласт галіту.

В розрізі микитівської світи виділяють два продуктивні горизонти (А-4, А-5), з якими пов'язані

промислові поклади газу на Східномедведівському, Чутівському, Меліхівському, Єфремівському, Кобзівському та Шебелинському родовищах.

Слов'янська світа залягає на микитівській. У її підшві розміщується здвоєний доломітовий пласт S_1 (сейсмічний репер IV_{v3} , який також використано для азимутальних побудов). Відмінністю слов'янської світи від микитівської є різке зростання у розрізі (до 70 %) ролі евапоритів (галіт, ангідрит). У складі світи виділено підбрянцівську, брянцівську, надбрянцівську та красносільську ритмопачки, які вінчають однойменні пласти солі [10].

Завершує розріз нижньопермських відкладів краматорська світа. У її складі переважають кам'яна сіль та калієносні породи з прошарками ангідритів, алевроїтів, глини. Такий речовинний склад робить її ідеальним флюїдоупором. Товщина світи змінюється від 400–600 (Кобзівське родовище) до 60–120 м (Коломацьке родовище).

Нижньопермські відклади мають максимальну товщину в синклінальних прогинах і мульдах (1000–1500 м), а в міру наближення до межі поширення (берегової смуги) їх товщина скорочується у зв'язку з виклинюванням сольових горизонтів, унаслідок чого розріз складений переважно теригенними породами, які у відповідних умовах можуть бути колекторами для вуглеводнів [2].

Цей короткий стратиграфічний нарис дає змогу зрозуміти, що нижньопермський розріз Орчиківської депресії, що налічує 5 регіонально продук-

Таблиця 1. Приклади будови родовищ вуглеводнів
Table 1. Examples of the structure of hydrocarbon reservoirs

Родовище	Азимутальні малюнки горизонтів	
	IV _{Г₂}	IV _{В₅}
Кобзівське		

тивних горизонтів та має власний флюїдоупор, є достатньо перспективним об'єктом для пошуків скупчень вуглеводнів. Одним з методичних прийомів, що сприятиме досягненню завдання з на-рощування вуглеводневого потенціалу країни, є структурні побудови з використанням азимутів падіння порід.

Для прогнозування розміщення пасток вуглеводнів антиклінального типу застосовано карти

азимутів падіння порід за відбивальними горизонтами $IV_{Г_2}$ і $IV_{В_3}$, які побудовано за описаною методикою. Отримані у такий спосіб карти дають змогу виділити антиклінальні структури, що відповідають родовищам вуглеводнів, і запропонувати об'єкти для подальшого вивчення.

Приклади структурної будови деяких родо-
вищ [1] та їх азимутального малюнку наведено у
табл. 1.

Таблиця 2. Приклади перспективних площ
Table 2. Examples of prospect areas

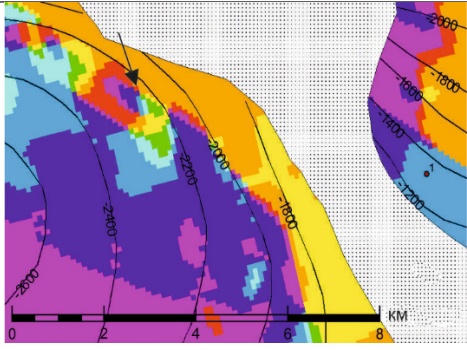
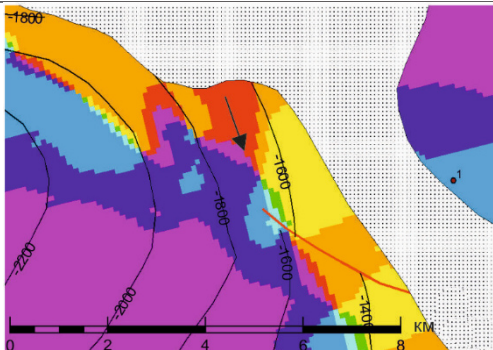
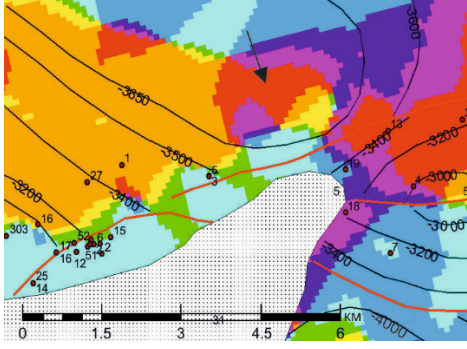
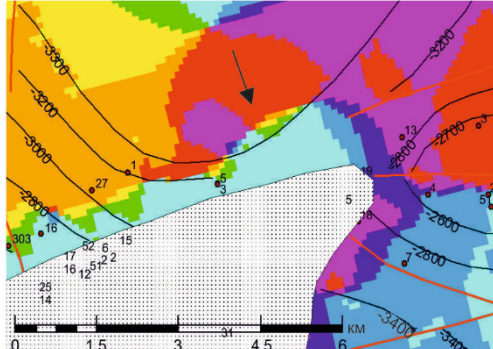
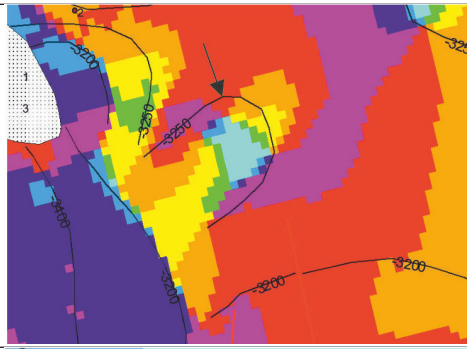
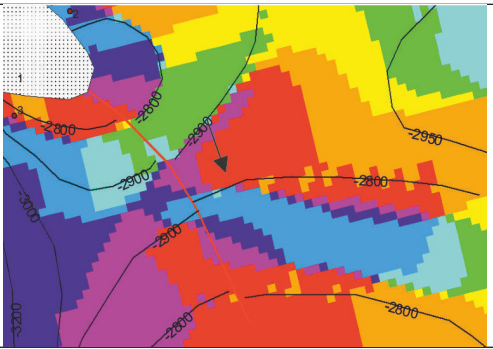
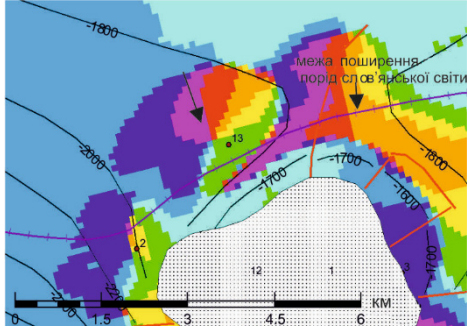
Структура	Азимутальні малюнки горизонтів	
	IVГ ₂	IVB ₅
Октябрьська		
Карайко-зівська		
Західно-березівська		
Кленівська		

Наочною ілюстрацією структурної будови Коб-зівського родовища є азимутальний малюнок на тілі брахіантиклінальної складки зі склепінням, що не зазнало зміщення протягом микитівського часу. Такий вигляд структури дає змогу припустити постседиментаційну природу об'єкта на микитівському проміжку історії осадонагромадження в

регіоні. Слід зауважити, що родовище розташовано на валоподібному схилі (структурному носі), який гіпсометрично підіймається від сідловини у підніжжі Октябрьського до Кегичівського підняття.

Наступним прикладом відображення структурної будови в азимутах падіння порід є Західно-носнівське родовище, що розміщується в межах

Таблиця 3. Приклади виділених нових перспективних об'єктів
Table 3. Examples of new prospect objects

Розташування об'єкта	Азимутальні малюнки горизонтів	
	IV _{Г₂}	IV _{В₅}
Південніше Олексіївського штоку на виході з Грушівського прогину		
На південь від Хрещищенського штоку на виході з Олександрівського прогину		
На схід від Парасковія-ського штоку		
На північ від Руновщинського штоку		Структура не представлена через відсутність слов'янської світи

Соснівсько-Біляївського структурного валу та безпосередньо примикає до тіла Соснівського штоку. Зміщення склепінної частини на схід швидше за все відбувалось через вплив явища соляного діпіризму, адже родовище розташовано між Вербенівським та Соснівським соляними штоками, максимальна активність яких, як і всіх інших соляних діпірів ре-

гіону, припадає на початок ранньопермської епохи. Вичавлення на поверхню девонських соляних мас, що утворювали тіла соляних штоків, привело до просідання ділянок у місцях відтоку соляного матеріалу з формуванням кальдер просідання навколо соляних діпірів. Можливо, це явище і спричинило зміщення склепіння Західнососнівської структури

у бік Соснівського штоку протягом микитівського часу. Зміщення склепін структур на Мелихівському та Машівському родовищах, імовірно, сталося з тих самих причин.

За аналогією з наведеними вище прикладами родовищ (табл. 1) було зіставлено об'єкти (табл. 2), що знаходяться на стадії розвідки і є перспективними за даними сейсморозвідувальних та інших досліджень. На прикладі Октябрської структури можна спостерігати зміщення склепінної частини складки через виклинювання частини розрізу микитівської світи [4, 7]. Це дає змогу прогнозувати зміщення склепінної частини і за іншими горизонтами (див. рис. 3).

Структурна будова Карайкозівської структури, розташованої поблизу однойменного соляного штоку з низькою соляною активністю поблизу північного борту, не зазнала його впливу. Невеликі розміри соляних штоків та їх обмежена кількість свідчать про незначний порівняно з центральною частиною депресії відток девонського соляного матеріалу, який не спричинив значних структурних перетворень у перекривних породах.

Малюнок Західноберезівської структури відображає історію розвитку та вплив розривного порушення на структуру. Видно, як з часом порушення згасає і склепіння структури переміщується за напрямком його розвитку.

Якщо припустити, що шляхами міграції вуглеводнів з глибин є диз'юнктивні утворення, то таке розташування склепінної частини пастки є доволі перспективним для накопичення в ній покладу вуглеводнів.

На прикладі Кленівської структури азимутальний малюнок дає змогу спостерігати, майже у динаміці, процес невілювання ознак антиклінальної структури від слов'янського до микитівського часу.

У табл. 3 наведено декілька прикладів об'єктів, не виділених як перспективні за даними сейсморозвідки, але які за азимутальним малюнком мають ознаки антиклінальних структур.

На південному краю Олексіївського штоку розташована структура, розмір якої в перетині за попередніми оцінками сягає 1000 м. Вона яскраво виражена як по підшві микитівської, так і по покрівлі слов'янської світи. Склепіння структури протягом микитівського часу зміщувалося на південь і набуло яскравого азимутального малюнку, властивого антиклінальній складці. Внаслідок невеликих глибин залягання цей об'єкт є достатньо привабливим для опощування на наявність покладів вуглеводнів.

На південь від Хрещищенського штоку, на виході з Олександрівського прогину, розташований ще один перспективний для розвідки об'єкт. Статичне розташування його склепінної частини свідчить про постседиментаційну природу, що дає змогу прогнозувати існування структури і у глибших горизонтах.

На сході від Парасковійського штоку також можна оконтурити антиклінальні структури. Значне зміщення склепінної частини не дає змоги однозначно стверджувати чи це єдина антиклінальна форма, чи дві різні структурні одиниці.

Структура, що розміщується північніше Руновщинського штоку, має властивий антикліналям малюнок. Її особливістю є відсутність слов'янської частини розрізу, яка була знищена під час передтріасової перерви в осадоагромадженні, але через розміри антикліналі, що наближуються до 2000 м, не можна ігнорувати цей об'єкт, перспективний для опощування на наявність вуглеводнів.

Висновки. Запропонована і описана методика пошуку пасток вуглеводнів склепінного типу є універсальною та може бути застосована для різних структурних поверхів, різних типів розрізу і не тільки у авлакогенних зонах.

Методику описано на прикладі карт регіонального масштабу. Оброблені у такий спосіб більш великомасштабні карти дають змогу доволі детально оцінити будову антиклінальних пасток і спрогнозувати їх розвиток в усіх горизонтах, що входять до структурного поверху. З огляду на достатньо прості структурні побудови азимутальна методика може бути використана із застосуванням майже будь-яких систем геоінформаційного програмного забезпечення (ГІС).

Достовірність отриманих результатів перевірено на вже розвіданих об'єктах, що чітко виражені в перетині ізогіпс як антиклінальні структури. За ознаками еталонної структури можна виділяти перспективні для конкретної території пошукові об'єкти.

1. *Атлас родовищ нафти і газу України: у 6 т. Східний нафтогазоносний регіон* / Ю.О. Арсірій, Б.А. Бабій, С.Ф. Білик [та ін.]. — Львів : УНГА, 1998. — Т. 2. — 923 с.
2. *Коган В.Д. Прибрежные фации бахмутского моря и швагерины* / В.Д. Коган, В.И. Андреев, Я.И. Коломиец // Палеонтологический журнал. — 1967. — № 2. — С. 115–134.
3. *Леворсен А. Геология нефти и газа* / А. Леворсен. — М.: Мир, 1970. — 640 с.
4. *Петлиця В.В. Про наявність стратиграфічної незгідності всередині нижнього відділу пермської системи в межах Дніпровсько-Донецької западини* / В.В. Петлиця, Я.І. Коломієць // Питання розвитку газової промисловості України: зб. наук. праць УкрНДІГаз. — 2009. — Вип. 37. — С. 24–38.
5. *Предбахмутский размыв и его роль в оценке перспектив нефтегазоносности юго-востока Днепровско-Донецкой впадины* / Я.И. Коломиец, С.А. Тхоржевский, А.М. Черняков [и др.] // Материалы по геологии и нефтегазоносности Украины. — М., 1971. — С. 68–76.
6. *Признаки трансгрессивного залегания бахмутской серии в Днепровско-Донецком прогибе* / В.И. Андреева, В.Д. Коган, Я.И. Коломиец, А.М. Черняков // Советская геология. — 1971. — № 10. — С. 93–101.

7. Самчук І.М. Нижньопермські відклади Дніпровсько-Донецької западини як вмістилище неструктурних пасток вуглеводнів / І.М. Самчук // Тектоніка і стратиграфія: міжвідом. зб. / НАН України. Ін-т геол. наук. — К., 2015. — № 42. — С.79–82.
8. Словарь по геологии нефти и газа [под ред. К.Я. Черникова и др.]. — Л.: Недра, 1988. — Т. 1. — 679 с.
9. Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України. Т. 1. Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України [гол. ред. П.Ф. Гожик]. — К.: Логос, 2013. — 638 с.
10. Стратиграфія УРСР : в 11 т. [відп. ред. Д.Є. Айзенверг]. — К.: Наук. думка, 1974. — Т. 4, ч. 1. — 215 с.

Надійшла до редакції 11.08.2016 р.

ВЫЯВЛЕНИЕ СКРЫТЫХ АНТИКЛИНАЛЬНЫХ СТРУКТУР С ПОМОЩЬЮ АНАЛИЗА КАРТ АЗИМУТОВ ПАДЕНИЯ ПОРОД

И.Н. Самчук

Харьковский национальный университет имени В.Н. Каразина, площадь Свободы, 4, г. Харьков, 61022, Украина, e-mail: fedot-ira@ukr.net

Предложена методика обработки геофизических карт, построенных по сейсмическим отражающим горизонтам. В ее основе лежит принцип азимутальной интерпретации сейсмических отражающих поверхностей. На примере месторождений раннепермского возраста Орчи́ковской депрессии Днепровско-Донецкой впадины доказана эффективность методики и предложены новые перспективные участки для поисков залежей углеводородов.

Ключевые слова: азимутальный рисунок, антиклинальные структуры, ловушки углеводородов.

HIDDEN ANTICLINAL STRUCTURE DETECTION USING THE ANALYSIS OF AZIMUTHS FALLING ROCK MAPS

I.N. Samchuk

V.N. Karazin Kharkiv National University, 4, Svobody Sq., Kharkiv, 61022, Ukraine, e-mail: fedot-ira@ukr.net
fedot-ira@ukr.net

The purpose of the investigation is to detect new anticlinal structures that may contain hydrocarbons.

Design/methodology/approach. Surfaces of the layers' azimuthal inclinations were built by using structural maps of reflective seismic horizons. On the examples of already discovered hydrocarbon fields, an idealized drawing of surface corresponding to anticlinal structures was marked. During the investigation we used maps of reflecting horizons in the lower Permian structural floor. The area of research is located in Orchik depression in the south-east of the Dnieper-Donets Basin.

Findings. Methodology was tested on the known fields. It permits to forecast the developing of anticlinal folds and their shape changes in the limits of the structural floor. By applying the described technique, we made a forecast of some new anticline bodies which could be reservoirs for hydrocarbons.

Practical value/implications. This methodology is available for any kind of software related to geo-information. Besides, it can significantly reduce the cost of new hydrocarbon deposits search due to existing materials on seismic geophysical research.

Keywords: azimuthal picture, anticlinal structure, hydrocarbon trap.

References:

1. Arsirii Yu.O., Babii B.A., Bilyk S.F. [et al.] Atlas rodovyshech nafty i hazu Ukrainy Skhidnyi naftohazonosnyi rehion. Lviv, Ukrainska naftohazova akademiia, 1998, vol. 2, 923 p. (in Ukrainian).
2. Kogan V.D., Andreev V.I., Kolomiets Ya.I. Pribrezhnye fatsii Bakhmutskogo morya i shvageriny. *Paleontologicheskii zhurnal*, 1967, no. 2, pp. 115-134 (in Russian).
3. Levorsen A. Geologiya nefti i gaza. Moscow, Mir, 1970, 640 p. (in Russian).
4. Petlytsia V.V. Pro naiavnist stratyhrachnoi nezghidnosti vseredeni nyzhnoho viddilu permskoi systemy v mezhakh Dniprovsko-Donetskoi zapadyny. *Pytannia rozvytku hazovoi promyslovosti Ukrainy*, 2009, issue 37, pp. 24-38 (in Ukrainian).
5. Kolomiets Ya.I., Tkhorzhvskiy S.A., Chernyakov A.M., Sheshina E.I. Predbakhmutskiy razmyv i ego rol' v otsenke perspektiv neftegazonosnosti yugo-vostoka Dneprovsko-Donetskoy vpadyny. *Materialy po geologii i neftegazonosnosti Ukrainy*. Moscow, 1971, pp. 68-76 (in Russian).
6. Andreeva V.I., Kogan V.D., Kolomiets Ya.I., Chernyakov A.M. Priznaki transgressivnogo zaleganiya bakhmutskoy serii a Dneprovsko-Donetskom progibe. *Sovetskaya geologiya*, 1971, no. 10, pp. 93-101 (in Russian).
7. Samchuk I.M. Nyzhnopermski vidklady Dniprovsko-Donetskoi zapadyny, yak vmistylyshche nestrukturnykh pastok vuhlevodniv. *Tektonika i stratyhrachia*, 2015, no. 42, pp.79-82 (in Ukrainian).
8. Slovar' po geologii nefti i gaza. Ed. by K.Ya. Chernikova i dr. Leningrad, Nedra, 1988, 679 p. (in Russian).
9. Stratyhrachia verkhnoho proterozoiu ta fanerozoiu Ukrainy. Vol. 1. Stratyhrachia verkhnoho proterozoiu, paleozoiu ta mezozoiu Ukrainy. Ed. by P.F. Hozhyk. Kyiv, Lohos, 2013, 638 p. (in Ukrainian).
10. Stratyhrachia URSR. Ed. by D.Ye. Aizenverh. Kyiv, Naukova dumka, 1974, vol. 4, pt. 1, 215 p. (in Ukrainian).

Received 11/08/2016