

**П. С. Голуб**, академік УНГА, генеральний директор ДП “Укрнаукагеоцентр”,  
**В. М. Солодкий**, член УНГА, перший заступник генерального директора,  
головний геолог,  
**А. Л. Гожа**, провідний геофізик (ДП “Укрнаукагеоцентр”, м. Полтава, Україна),  
poltavargp@ukr.net

## **АНАЛІЗ ГЕОЛОГО-ГЕОФІЗИЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ З МЕТОЮ ЗБІЛЬШЕННЯ ЗАПАСІВ ВУГЛЕВОДНІВ**

*У статті на підставі наукового узагальнення промислово-геофізичних досліджень обґрунтовано можливість приросту запасів вуглеводнів як за рахунок нових покладів у традиційних, так і в нетрадиційних колекторах (сланцевих товщах) у свердловинах, пробурених за попередні десятиріччя.*

**Ключові слова:** промислово-геофізичні дослідження, природна радіоактивність, традиційний і нетрадиційний колектори, сланцева товща, генеруючий потенціал, вуглеводні.

Потреба в зміцненні енергетичної безпеки України ставить перед науковцями вимогу здійснення ретельного та всебічного аналізу геолого-геофізичних матеріалів не тільки на ділянках та у свердловинах, що розбурюються нині, а й усього наявного комплексу матеріалів буріння за попередні десятиліття.

Крім того, необхідно також приділяти увагу пошуку нових джерел надходження вуглеводнів, вивченню потенціалу генеруючих товщ сланцевих порід.

Щодо першої частини цього важливого питання, то при перегляді комплексу всіх наявних матеріалів у свердловинах, що бурилися на нафту й газ у попередні роки, особливо в 50–70-ті, визначено, що існує досить великий потенціал для приросту запасів. Низка пластів – традиційних колекторів (пісковики, алевроліти, доломіти, вапняки), які є перспективними з погляду їх продуктивності, не були виділені через відсутність таких важливих методів, як радіоактивний, акустичний, індукційний, а тому вони не були випробувані.

Обмежувалися спеціалісти також пошуками в розрізі пластів і літологічних пачок, які на перший погляд були кращими колекторами. Як завжди, пласти з погіршеними колекторськими й фізичними властивостями залишалися поза увагою.

Поза увагою залишалися також і ті пласти, які не передбачались у розрізі свердловин (пласти доломітів і вапняків у соленосних відкладах, надсоліові брекчії – Мелехівське, Ведмедівське родовища).

Менше приділялося уваги і пластам кайнозою, мезозою, бо їх вважали непродуктивними. А тому не виконувався весь комплекс робіт геолого-геофізичних досліджень свердловин (ГДС), які могли б уточнити характер насичення. Більша увага була приділена візейським відкладам, які вважалися (і це так!) найперспективнішими в регіоні і на які припадало до 60 % запасів вуглеводнів (ВВ).

Також варто врахувати той факт, що багаторазово під час застосування об-

важнювачів промивальної рідини були закупорені пори кондиційних колекторів (пісковиків), з яких не змогли потім одержати продукцію (сверд. № 48 Перещепинська).

Ще одна причина – неналежне розкриття пластів пісковиків з карбонатним цементом і вапняків, відсутність інтенсифікації із застосуванням достатньої кількості соляної кислоти (сверд. № 429 Циганська).

Спостерігалось неодноразово недостатньо глибоке розкриття пластів перфораторами через три колони (сверд. № 4 Нурівська).

Згодом, у процесі кореляції розрізів свердловин, уся ця інформація враховувалась і за аналогією розкриті пласти вважались неперспективними.

Традиційні колектори з низьким опором розглядалися, як зазвичай, водоносними. Хоча практика показала, що такі пласти за умови всебічного розгляду матеріалів ГДС можуть вважатися перспективними.

Так, на Сахалінському родовищі з пластів московського ярусу за насиченості їх газом  $K_g = 40\text{--}50\%$  були одержані промислові припливи.

Із низькоомних пластів Радченківського родовища було одержано промислові припливи нафти.

Із низькоомних пластів ( $\rho_n = 1,8\text{--}2,7$  та  $0,9\text{--}1,4$  Ом·м), що залягають у підшві верхньовізейського під'ярусу, в інтервалі 4414–4426 м у сверд. № 3 Качалівського родовища одержано промисловий приплив нафти й газу  $Q_g'' = 265$  м<sup>3</sup>/д,  $Q_g^* = 71$  тис. м<sup>3</sup>/д. І такі приклади непоодинокі.

Щодо пошуків вуглеводнів у сланцевих товщах, то останні варто розглядати не тільки як такі, що вмщують великий уміст Сорг. (колектори), а і як генеруючі, що дають потенціал для формування газонафтових покладів у традиційних колекторах.

Прямі докази перспективності сланцевих товщ були виявлені в низці свердловин Дніпровсько-Донецької западини.

Так, у сверд. № 16 Харківцівського родовища в разі вторинного розкриття був застосований “фільтр” в інтервалі 5700–5960 м (сланці  $C_{1v_2}\text{--}C_{1v_1}$ ). У процесі досліджень свердловина працювала через затрубний простір на факел через шайбу  $\varnothing$  6 мм. Був виконаний комплекс досліджень: гамма-каротаж (ГК), термокаротаж, використаний локатор в інтервалі 5623–5926 м для визначення профілю припливу газу в працюючій свердловині. Дебіт газу становив  $Q_g^* = 33$  тис. м<sup>3</sup>/д. При цьому від’ємні аномалії на кривих термометрії однозначно вказують на те, що працює газом товща в інтервалі 5694–5714 м (сланці), (рис. 1).

Керновий матеріал, відібраний в інтервалі 5692–5707 м, становлять аргіліти чорного кольору, щільні, горизонтально-шаруваті з уключенням сидериту. Під мікроскопом аргіліти мікрогідрослюдисті, різного ступеня алевритисті, домішки кварцу становлять від 5–10 до 40–50 %, рослинний детрит – від 5–6 до 10 %. Карбонат – зерна й біофрагменти – від 10 до 60 %. Пірит – від 5–6 до 15 %, бітумні плівки – 2–3 %.

Наявність бітумоїдних плівок свідчить про асоціацію цих газів з метаном –  $CH_4$  (Н. В. Тхоровська, ДП “Укранаукагеоцентр”).

На кривих радіоактивності сланцева товща виділяється найбільшими показами – до 13 мкР/год (при лінії глин 6 мкР/год, товщина її 44 м).

Як наголошувалося раніше в публікаціях [1], існує тісний зв’язок вуглеводнів з радіоактивними елементами (переважно з ураном), що на діаграмах ГК відзначається високими показами.

Сланцева товща розміщена в підшві верхньовізейських відкладів (горизонт В-23, ХІа МФГ). І якщо в сланцевій товщі з найбільшими показами природної радіоактивності трапляються пласти чи прошарки традиційних колекторів (пісковики, алевроліти, вапняки), вони обов’язково виявляться газо- чи нафтонасичені. А тому варто звернути на це увагу. Раніше геофізики-інтер-

претатори не визначали інтервали цих пластів і не обґрунтовували ці параметри (неф., Кп, Кнг), тому що така методика і до сьогодні не вивчена. На наш погляд, саме ці пласти можуть становити значну частку щодо приросту запасів ВВ.

Те, що в сланцевій товщі містяться пласти й прошарки традиційних колекторів, указують непоодинокі випадки одержання припливу газу в разі вертикального буріння.

Так, у сверд. № 22 Сарського родовища під час застосування “фільтра” в інтервалах 5812–5855, 5865–5940 м було одержано  $Q^2 = 34,7$  тис. м<sup>3</sup>/д,  $Q^k = 1,8$  м<sup>3</sup>/д. Сланцева товща з  $J_{y}^{max}$  розкрита в інтервалі 5806–5854 м. Пласт пісковіку виділяється в інтервалі 5848–5853 м. Під час буріння свердловини саме проти цього пласта газопокази збільшилися до 90 % (за газовим картожем).

По сверд. № 60 Перещепинського родовища під час проведення випробування на трубах (ВПТ) в інтервалі 3087–3183 м

був одержаний газ  $Q^2 = 4,8$  тис. м<sup>3</sup>/д. Розріз складений ущільненими вапняками й сланцевою товщею, в якій відзначається прошарок пісковіку завтовшки 1,2 м.

У сверд. № 1 Дубрівська під час проведення ВПТ в інтервалі 3567–3631 м було одержано невеликий приплив нафти. У сланцевій товщі є прошарки пісковиків в інтервалі 3619–3622 м. Лабораторні визначення Сорґ. в аргілітах показали великий уміст органічного вуглецю – 4,603; 9,975; 4,736 % (інтервал відбору керна 3631–3636 м).

Варто відзначити, що саме сланцева товща в підшві верхньовізейських відкладів є не тільки нетрадиційним колектором, а й найпотужнішим генеруючим потенціалом на території Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ).

Як завжди, де розвинена ця товща, розміщені поклади ВВ горизонтів В-21–В-23: ХІа мікрофауністичний горизонт (МФГ) у південній прибортовій частині западини: Голубівське, Виноградівське,

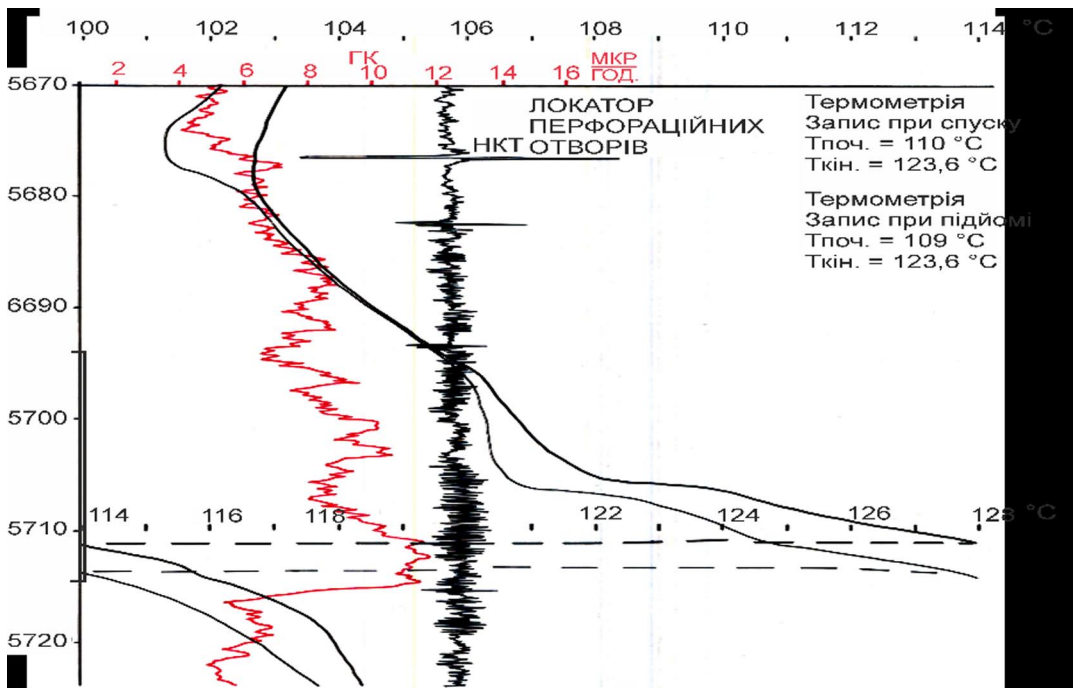


Рис. 1. Харківцівське родовище, сверд. № 16 (ГК, температурні виміри, локатор)

Кременівське, Юріївське, Мусієнківське, Перещепинське, Лівенське, Руденківське та ін., у північній прибортовій частині – Куличихінське, Тимофіївське, Рибальське, Качанівське, Хухрянське, Бугруватівське, Скворцівське, Юліївське, Наріжнянське, Іскрівське, Васищівське родовища.

Особливо в центральній частині ДДЗ, де товщина сланцевих порід сягає 48 м, простежується більший генеруючий потенціал: Луценківське, Мехедівсько-Голотівщинське, Свиридівське, Північнояблунівське, Яблунівське, Скоробагачківське, Малосорочинське, Харківцівське, Кошовійське, Перевозівське, Комишнянське, Римарівське, Анастасіївське, Андріяшівське, Західносолохівське, Солохівське, Котелевське, Березівське, Сахалінське, Козіївське, Західнокозіївське, Качалівське та ін. родовища.

Варто зауважити, що чим більші товщини сланцевих порід та їх величини вмісту органічного вуглецю, тим потужніший генеруючий потенціал.

У розрізах свердловин, починаючи від четвертинних відкладів і закінчуючи девонськими, трапляються пласти та прошки з найбільшими показами Сорґ., але товщина їх досить незначна – 0,5–2 м, що не дає можливості генерувати достатню кількість вуглеводнів у традиційні колектори. Останні залишаються безперспективними.

А тому завдання полягає передусім у визначенні потужних товщ (не менше 5 м) сланцевих порід з найбільшим умістом Сорґ., які здатні генерувати вуглеводні. Досить навести декілька прикладів. У сверд. № 1 Мусієнківського родовища, у нижній частині верхньовізейського під'ярусу (ХІІа МФГ), залягає товща сланцевих порід ( $\text{hef.} = 7 \text{ м}$ ). За лабораторними даними ДП “Укрнаукагеоцентр” Сорґ. = 3,372–7,856 % (інтервал відбору керна 2 235–2 265 м).

Водночас у сверд. № 2 Мусієнківського родовища, де відсутня ця товща (скид), традиційні колектори або щільні, або водоносні.

У сверд. № 1 Дружелюбівського родовища в  $\text{C}_2\text{в}$  (низи) зафіксована досить потужна сланцева товща ( $\text{hef.} = 20 \text{ м}$ ) з найбільшим насиченням органікою, традиційні колектори  $\text{C}_2\text{п} - \text{C}_2\text{в}$  газонасичені. Водночас у сусідніх свердловинах (Нежурина св. № 1, Кармазинівська св. № 1, Коломийцівська св. № 1, Свердловська св. № 1, Розівська св. № 2) традиційні колектори водонасичені.

Не виключається зазвичай міграція вуглеводнів, але ці процеси відіграють значно меншу роль у формуванні покладів.

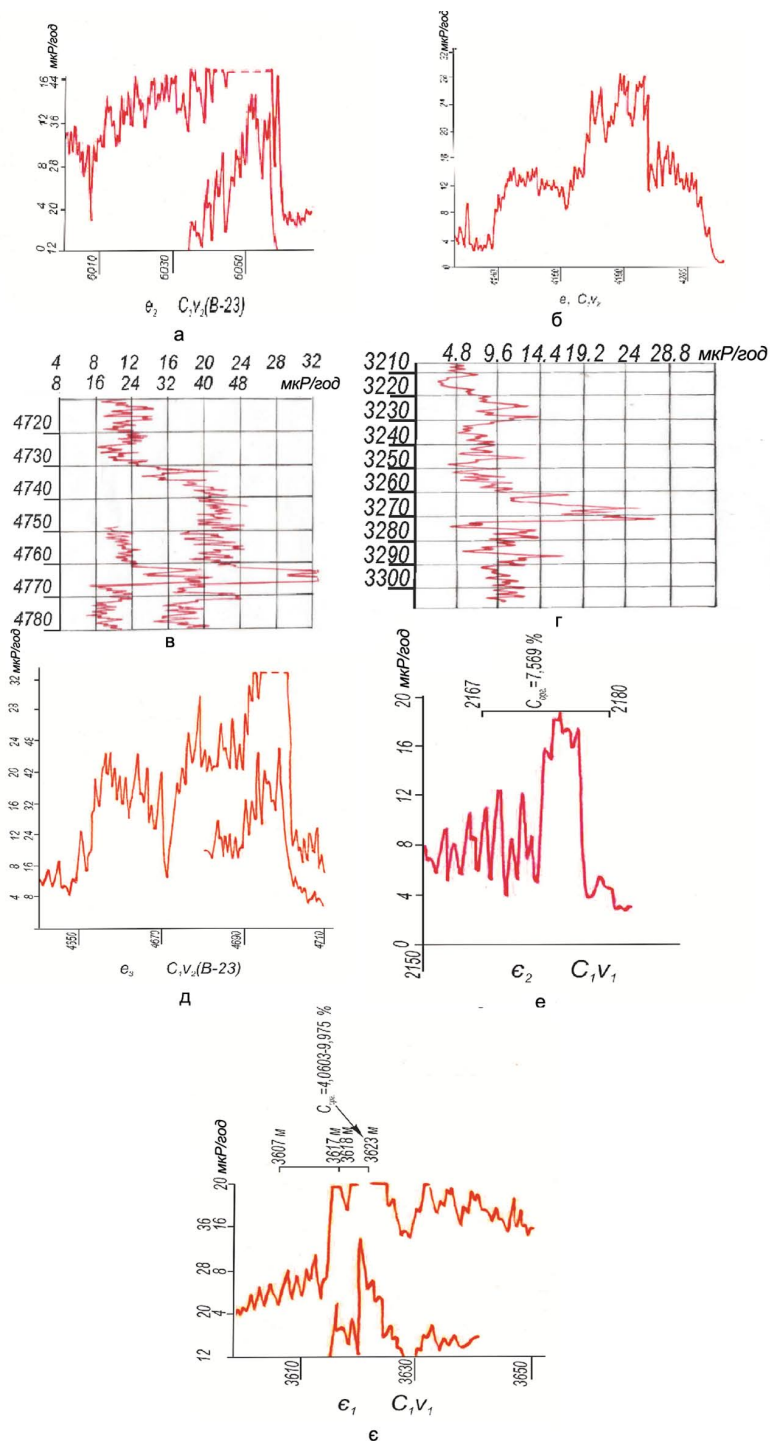
Нижче на рис. 2а–2є для родовищ: Комишнянське, Глинсько-Розбишівське, Мар’їнське, Вільхівське, Мусієнківське та площ: Затишнянська, Дубрівська наведено характеристики природної радіоактивності в товщі ХІІа МФГ з найбільшим умістом Сорґ. по свердловинах, розміщених у різних тектонічних зонах.

На підставі аналізу даних промислово-геофізичних досліджень і виділення інтервалів сланцевих порід, найбільше насичених органікою, побудована карта ізопактів цих сланцевих порід (рис. 3).

Загальна тенденція – збільшення товщини (до 48 м) перспективних сланцевих порід у занурених частинах западини (центральна), зменшення її відбуваються в прибортових частинах. На бортах сланцева товща ХІІа МФГ відсутня. На наш погляд, у результаті цього відсутні поклади вуглеводнів традиційних колекторів.

### Висновки

У результаті комплексного аналізу наявних геолого-геофізичних матеріалів є підстави впевнено стверджувати про існування додаткового газонафтового потенціалу завдяки виявленню площ при інтерпретації матеріалів ГДС, виявленню нових перспективних зон як традиційних, так і нетрадиційних напрямів перспективних ділянок для застосування нових технологій та обладнання, що зміцнить енергетичну базу держави.



**Рис. 2. Характеристики природної радіоактивності в товщі ХІа мікрофауністичного горизонту з найбільшим умістом Сорґ по родовищах і площах:**

а – Комишнянське родовище, сверд. № 488; б – Глинсько-Розбившівське родовище, сверд. № 126; в – Мар'їнське родовище, сверд. № 4; г – Вільхівське родовище, сверд. № 8; д – Затишниська площа, сверд. № 610; е – Мусієнківське родовище, сверд. № 1; є – Дубрівська площа, сверд. № 1



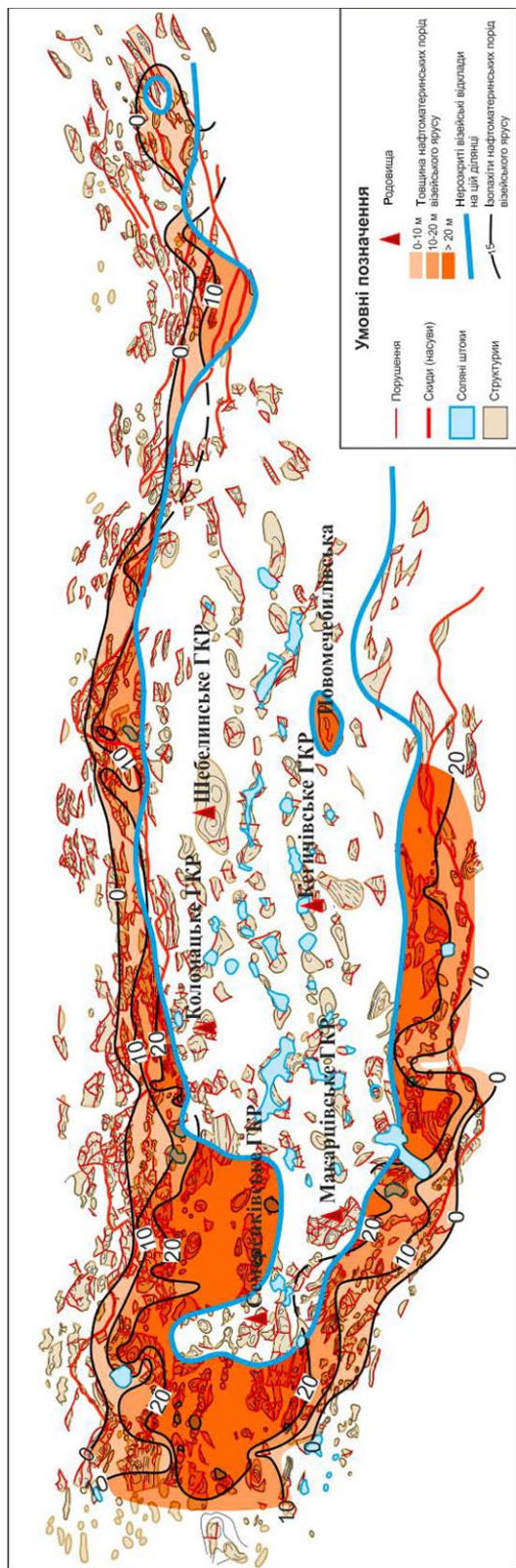


Рис. 3. Карта ізонахт сланцевих порід верхньовізейських відкладів, найбільше насичених органікою (нафтоматеринські породи)

## ЛІТЕРАТУРА

1. Голуб П. С., Гожа А. Л., Мельченко В. В. Особливості застосування методів промислово-геофізичних досліджень та інших методів для пошуків максимально насичених газом сланцевих товщ/НАН України//Геологічний журнал. – № 1 (344). – 2014. – С. 23–32.

## REFERENCES

1. Golub P. S, Gozha A. L, Melchenko V. V. The application features methods of industrial and geophysical studies and other methods to search for shale gas most saturated strata/National academy of sciences of Ukraine//Geological journal. – № 1 (344). – 2014. – P. 23–32.

Рукопис отримано 05.11.2014.

**П. С. Голуб**, академик УНГА, генеральный директор ДП “Укрнаукагеоцентр”,  
**В. Н. Солодкий**, член УНГА, первый заместитель генерального директора, главный геолог,  
**А. Л. Гожа**, ведущий геофизик  
(ДП “Укрнаукагеоцентр”, г. Полтава, Украина), [poltavargp@ukr.net](mailto:poltavargp@ukr.net)

### **АНАЛИЗ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ С ЦЕЛЬЮ УВЕЛИЧЕНИЯ ЗАПАСОВ УГЛЕВОДОРОДОВ**

В статье на основании научного обобщения промышленно-геофизических исследований обоснована возможность прироста запасов углеводородов как за счет новых залежей в традиционных, так и в нетрадиционных коллекторах (сланцевых толщах) в скважинах, которые были пробурены в предыдущие года.

**Ключевые слова:** промышленно-геофизические исследования, природная радиоактивность, традиционный и нетрадиционный коллекторы, сланцевая толща, генерирующий потенциал, углеводороды.

**P. S. Golub**, academician of UOGA, General Director of SE “Ukrnaukageocentr”,  
**V. M. Solodkiy**, vice General director,  
**A. L. Gozha**, key geophysicist  
(SE “Ukrnaukageocentr”, Poltava, Ukraine), [poltavargp@ukr.net](mailto:poltavargp@ukr.net)

### **ANALYSIS OF GEOLOGICAL AND GEOPHYSICAL INVESTIGATIONS AIMED AT ADDITION TO HYDROCARBON RESERVES**

The article recalling scientific generalization of geophysical investigations substantiates possibility of addition to hydrocarbon reserves, identifying new deposits in conventional and unconventional reservoirs (shale formations) in wells drilled in the past decades. Are given direct evidence of prospects of shale play, which is regarded not only as an unconventional collector, but also as a source of generating hydrocarbons. Substantiates the use development – geophysical investigations for diagnostics source rocks. In the past years, a number of layers in conventional reservoirs (sandstones, siltstones, dolomites, limestones) were not taken into consideration because of the lack of downhole logging set.

Now available set of geophysical wellbore investigations allows identification of previously skipped producing layers, thus providing additional accruelement to hydrocarbon reserves.

We propose to turn attention to low-resistivity layers, which yielded commercially viable oil and gas production in certain fields, such as Radchenkivske, Sakhalinske, Kachalivske. It is also worth paying attention to inappropriately exposed layers in a number of wells, where high density drilling mud was used.

Low efficiency application of hydrochloride acid treatment in sandstones with carbonaceous cement, and in limestones and dolomites, where retarding action agent was not applied, have led to the loss of considerable number layers and formations, for example in well Tsyganska 429.

Increment of hydrocarbon reserves is also possible by means of development of unconventional reservoirs (shale formations), rich in organic matter.

In the article direct evidence of unconventional reservoirs prospectivity is provided, considering them as hydrocarbon generating source.

*Taking well No 16 of Harkivtsivske field as an example, in the interval of which (5623–5926) there had been conducted a set of geophysical investigations: GR log, thermal log, CCL, it was proven that the shale formation with high organic carbon content and interval of bedding 5694–5714 m is itself producing.*

*Due to scientific generalization of materials, determination of organic carbon content in core samples in laboratory, data of GR log, electrical, acoustic logs, application of  $\Delta$  Log R method, conduction of field geophysical survey for diagnostics of source rocks was substantiated.*

*It was found out that the maximum values of organic carbon in shale formations are characterized by max values of natural radioactivity Jy.*

*Characteristics of gamma method in a number of wells in different tectonical zones are provided.*

*Created isopachous map of shales with maximum Corg values, bedded in the bottom of upper-Visean substage (microfauna horizon VII, “Rudivski” layers, having regional occurrence), associated with maximum concentration of hydrocarbon resources in Visean formation.*

*Discovered pattern of increasing thickness of oil-and-gas source rocks from near-margin parts of the basin to its central (axial) part. Maximum thickness amounts to 48 m.*

**Keywords:** *geophysical investigations, natural radioactivity, conventional and unconventional reservoir, shale formations, generating potential, hydrocarbons.*