

В. В. Фінчук¹, І. М. Скопиченко²

РЕЗУЛЬТАТИ ПРОГНОЗУВАННЯ СКУПЧЕНЬ ВУГЛЕВОДНІВ НА НАРІЖНЯНСЬКІЙ ПЛОЩІ ДНІПРОВСЬКО-ДОНЕЦЬКОЇ ЗАПАДИНИ ЗА ДАНИМИ ЕЛЕКТРОРОЗВІДУВАЛЬНИХ РОБІТ МЕТОДОМ ТОЧКОВИХ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ЗОНДУВАНЬ

(Рекомендовано д-ром геол.-мінерал. наук А. Я. Радзівіллом)

Нарижнянское поднятие расположено в северо-восточной части Днепровско-Донецкой впадины на южном склоне Воронежского кристаллического массива и является частью большой антиклинальной структуры. В этом районе продуктивный комплекс докембрийского кристаллического фундамента, как и в северном крыле впадины, является новым перспективным объектом поисково-разведочных работ на углеводородные залежи. Электроразведочные исследования методом точечного электромагнитного зондирования (ТЕМЗ) проводились на Нарижнянской площади для прогнозирования залежей углеводородов в отложениях визейского и серпуховского ярусов нижнего карбона и башкирского яруса среднего карбона, а также для уточнения структуры несогласного сброса, который экранирует залежи в пределах структурной зоны. Исследования показали, что наиболее перспективными участками Нарижнянской площади с точки зрения наличия углеводородов являются Нарижнянская, Роговская и северная часть Бури夫ской структуры. В результате проведенных работ установлено, что этот метод может использоваться в комплексе поисково-разведочных работ на углеводороды при изучении сейсмических или иных аномалий, определении глубин залегания пластов с аномальными электромагнитными свойствами, перспективных на скопления углеводородов. Применение ТЕМЗ на предварительных стадиях поисков месторождений нефти и газа может способствовать более рациональной постановке скважин и, таким образом, снижению затрат на геологоразведочные работы.

Narizhnyanske raise is located in the northeastern part of the Dnieper-Donets Basin (DDB), on the southern slope of the Voronezh crystalline massif and is part of a large anticlinal structure. The productive complex of the Precambrian crystalline basement, as in the northern flank of the DDB is a promising new target of exploration for hydrocarbon deposits in this region. Electroprospecting investigated using electromagnetic sensing point (TEMZ method) were performed on Narizhnyanska area to predict hydrocarbon deposits in the Visean and Serpukhov layers of the Lower Carboniferous and Bashkirian layer of the Middle Carboniferous, as well as to clarify the structure of the dissenting relief that escapes deposits within the structural zone. Studies have shown that the most promising areas Narizhnyanska area in terms of availability of hydrocarbons are Narizhnyanska, Rogivska and northern part of Burivska structure. The results of the work showed that the method of point electromagnetic soundings can be used in a complex exploration for hydrocarbons in the study of seismic or other abnormalities, determining the depth of bed with the anomalous electromagnetic properties which are promising for hydrocarbon accumulations. Application of TEMZ method in the preliminary stages of oil exploration and gas production may contribute to more efficient production wells and thus reduce the cost of exploration.

Наріжнянське підняття розташоване в північно-східній частині Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ) на південному схилі Воронежського кристалічного масиву і є частиною великої антиклинальної структури [1].

Продуктивний комплекс докембрійського кристалічного фундаменту у цьому районі, як і в північному крилі ДДЗ, є новим перспективним об'єктом пошуково-розвідувальних робіт на вуглеводневі поклади. У породах фундаменту виявлено п'ять родовищ, які розташовані на північному борту западини (Юліївське нафтогазове, Чернетчинське, Наріжнянське і Коробочківське газоконденсатні) і в самій пограничній зоні грабена (Хухринське нафтове родовище). Найбільш перспективними вважаються ділянки північного борту ДДЗ і вузькі (шириною 4–7 км) прирозломні зони біля північного та південного крайових порушень [2].

Електророзвідувальні дослідження методом точкового електромагнітного зондування (ТЕМЗ)

проводилися на Наріжнянській площі з 2003 р. для прогнозування покладів вуглеводнів (ВВ) у відкладах визейського і серпуховського ярусів нижнього карбону та башкирського ярусу середнього карбону, а також уточнення структури незгідного скиду, який екранує поклади в межах структурної зони.

Метод базується на збудженні імпульсного електромагнітного поля в середовищі генераторними петлями і вимірюванні результату цієї взаємодії приймальними петлями малих розмірів. Основною особливістю генераторних петель є висока напруженість первинного поля в їх центрі, що значно перевищує значення напруженості первинних полів, які утворюються петлями великих розмірів – 50x50, 100x100, 200x200 м і більше.

Напруженість вторинного електромагнітного (наведеного) поля (V_t/I), що досліджується методом ТЕМЗ, залежить від активної та реактивної провідності середовища (властивості, що залежать від літологічного складу порід), впливу ефекту індукційно-наведеної поляризації (ІНП),

величини магнітної сприйнятливості, напрямку вектора намагнічування і частоти збуджуючого електромагнітного поля. Вплив ефекту ІНП виражається в зниженні або підвищенні провідності розрізу, що досліджується, і визначається взаємовідношеннями напрямків вектора орієнтаційної (первинної) поляризації обсягу середовища і вектора збуджуючого поля.

За інформативністю, швидкістю отримання даних та їх обробки, а також, враховуючи порівняно низьку вартість, технологія ТЕМЗ рекомендована для впровадження у виробництво ВАТ "Татнефть" (Республіка Татарстан, РФ) як складова комплексу пошуково-розвідувальних робіт для прогнозування пластових покладів ВВ.

Основні положення теорії методу, методика проведення польових робіт та технологія інтерпретації детально викладені в роботах [4, 5].

Польові роботи виконано по 23 профілях, що перетинають Наріжнянську, Рогівську, Шилівську і Бурівську структури, з метою виявлення та оконтурення електромагнітних аномалій.

Електромагнітні зондування здійснено на апаратурі "Цикл-Мікро", яка має лінійну шкалу вимірювань часових затримок в інтервалі 10–10 000 мкс.

У процесі роботи реєструвалась вертикальна компонента вторинного електромагнітного поля (ВЕП) (dBz / dt) при прямій і зворотній полярностях в приймальній петлі (величини напруженості ВЕП $V_{\text{тп}}/I$, $V_{\text{зв}}/I$). При пошукових дослідженнях проведено вимірювання з повтореннями для визначення величин відносних часових змін напруженості вторинного поля (цей параметр надалі позначається як $dV_{\text{тп}}$, $dV_{\text{зв}}$). Прив'язка пунктів зондувань надр на місцевості виконана приладом GPS-72.

Сумарна довжина 14 пошукових профілів складає 89,25 км (рис. 1). Проведені також деталізаційні роботи в межах зони незгідного скиду (вісім профілів сумарною довжиною 90,3 км) з метою підтвердження і локалізації електромагнітних аномалій, виділених на пошуковій стадії роботи. Отримано інформацію про 3 138 806 часових вимірювань напруженості вторинного електромагнітного поля.

При обробці польових результатів електро-розвідувальних робіт використано криві напруженості ВЕП $V(t)/I$, двічі виміряні у двох полярностях у приймальній петлі ($V_{\text{тп}}/I$, $V_{\text{зв}}/I$), та координати пунктів ТЕМЗ.

Для виділення локальних площинних пластових аномалій досліджено усереднені в інтервалах різних глибин такі електромагнітні параметри:

а) $nF_{\text{сум.серед}}$ – нормовані усереднені (інтервали глибин досліджень 10–5000 м) значення сумарних величин вертикального градієнта зміни напруженості ВЕП F_i при прямій і зворотній полярностях в приймальній петлі;

б) $dV_{\text{зв.серед}}$ – усереднені (інтервали глибин 3370–3600 м) величини часових змін напруженості ВЕП при зворотній полярності в приймальній петлі;

в) $dF_{\text{сум.серед}}$ – усереднені (інтервали глибин 3500–3600 м) значення горизонтальної похідної між двома сусідніми точками спостережень від величин сумарного вертикального градієнта зміни напруженості ВЕП F_i при прямій і зворотній полярностях в приймальній петлі.

Після узагальненого аналізу карт і вертикальних розрізів параметрів $dV_{\text{зв}}$, $nF_{\text{сум}}$, $R_{\text{тзв}}$, $R_{\text{тзв.різн}}$ зроблено висновки про наявність електромагнітних аномалій, визначено їхні просторові межі.

Всі розрахунки виконано з використанням авторської програми "Fenix", оформлення рисунків проведено з використанням програми "Surfer".

Кarti електромагнітних параметрів створювались в масштабі 1:100 000, вертикальні розрізи – в масштабі 1:50 000. На вертикальних розрізах зліва цифрами позначено глибини досліджень, знизу – пікети зйомки.

Перед інтерпретацією первинних матеріалів було досліджено електромагнітні особливості ділянок відомих свердловин С-1-н, С-21, С-2, С-3, С-4, С-5, С-9, С-16, С-18, а також тектонічних порушень і позитивних структур, виділених за даними сейсморозвідки.

На першому етапі обробки первинних матеріалів побудовані карти різних електромагнітних параметрів, визначена можливість виділення локальних аномалій над відомим Наріжнянським газоконденсатним родовищем. В межах зони незгідного скиду виділені локальні аномалії, подібні Наріжнянській.

На другому етапі складені вертикальні розрізи електромагнітних параметрів. На них визначені профільні пластові аномалії, подібні виділеній за результатами пошукових та деталізаційних робіт на Наріжнянському прояві. Отримані результати покладені в основу пошукової моделі для всієї площі робіт ТЕМЗ.

На третьому етапі визначено території, в межах яких виявлені площинні і профільні пластові електромагнітні аномалії, а також ділянки з профільними пластовими аномаліями на кількох профілях ТЕМЗ (поодинокі профільні аномалії не розглядаються як перспективні на знаходження покладів вуглеводневої сировини).

На території досліджень виділено чотири зони позитивних і негативних значень електромагнітних параметрів. Просторові межі зон, в цілому, збігаються з тектонічними порушеннями, виділеними за даними сейсморозвідки, особливо крайове порушення в південній частині площі, або мають спільне просторове спрямування (рис. 2).

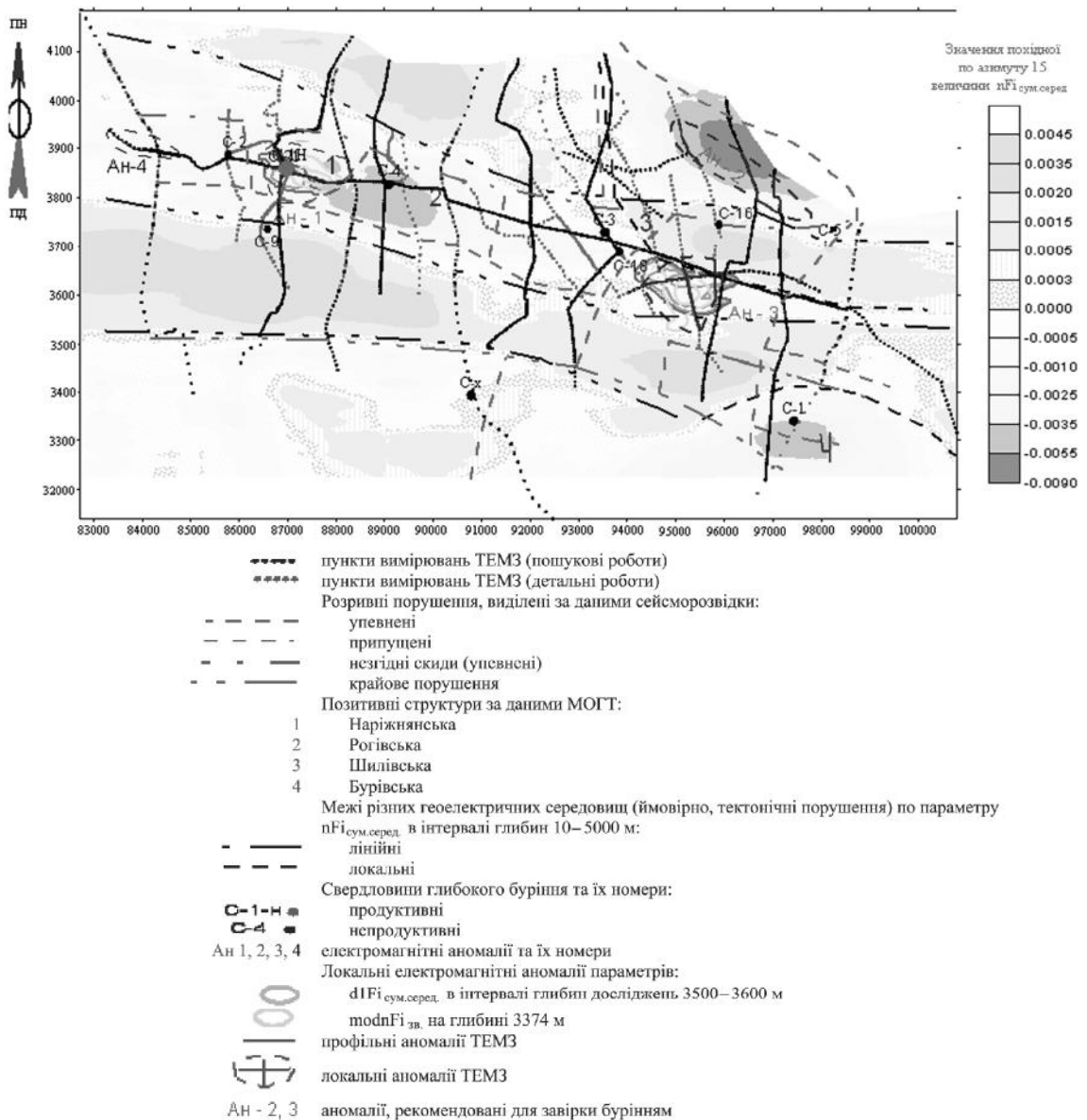


Рис. 2. Карта електророзвідки TEM3 Наріжнiansької площі

В межах площі св. С-9 (ПК 3300) подібного геоелектричного розрізу не визначено. Позитивні аномалії параметра $dV_{\text{зв}}$ в нижній частині розрізу пов'язані із зоною контакту покрівлі кристалічного фундаменту.

На вертикальному розрізі ПР 4, який проходить в західній частині Рогівської структури (рис. 4) видно, що св. С-4 (ПК 4000) знаходиться в межах зони зменшених значень параметра $nFi_{\text{сум}}$. На глибинах залягання продуктивних горизонтів (3400–3700 м) виділяється пластова аномалія зменшених значень параметра, пов'язана з обводненими горизонтами. Позитивні аномалії параметра $dV_{\text{зв}}$ не схожі на Ан 2-1. Вони розташо-

вані в покрівлі порід кристалічного фундаменту і, можливо, пов'язані із зонами розущільнення. В межах ПР 4 не визначено аномалій, перспективних на ВВ.

На вертикальному розрізі ПР 11, який проходить в східній частині Бурівської структури (рис. 5), видно, що св. С-16 (ПК 3800) знаходиться в зоні середніх значень параметра $nFi_{\text{сум}}$. В її межах не виділено позитивних аномалій параметра $dV_{\text{зв}}$. На профілі виокремлена одна позитивна аномалія параметра $dV_{\text{зв}}$, яка розташована в зоні збільшених значень параметра $nFi_{\text{сум}}$. Аномалія Ан 11-2 (ПК 4600–5600, глибини прояву 3500–4000 м) є певною мірою перспективною на

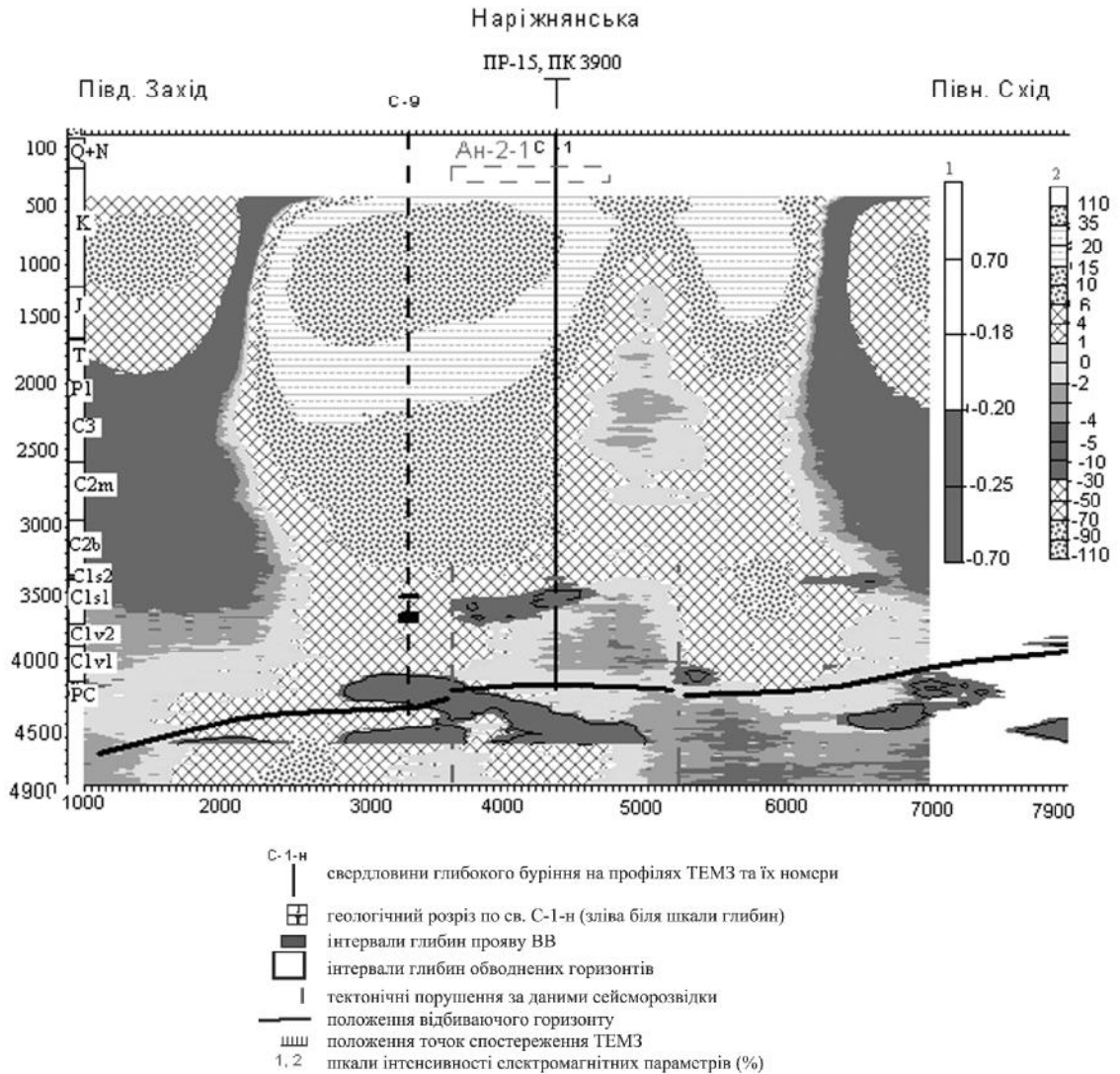


Рис. 3. Вертикальні розрізи електромагнітних параметрів dV_{zv} . (1) та $nFi_{\text{сум}}$. (2) по ПР 2 Наріжнлянської структури. Пошукові роботи

скупчення ВВ, оскільки вона не підстиляється аномалією зменшених значень параметра $nFi_{\text{сум}}$.

На площі досліджень в південно-східній частині незгідного скиду виділена площа пластова аномалія Ан 3 в межах ПР 19 (рис. 6), ПР 23, ПР 16, яка за електромагнітними властивостями подібна аномалії Ан 1.

Виділено також дві аномалії (Ан 1, Ан 3) мінімальних значень параметра $d1Fi_{\text{сум,серед}}$ в інтервалі глибин 3500–3600 м (рис. 7). Вони характеризують найбільшу сталість геоелектричних властивостей параметра вертикальних градієнтів зміни напруженості ВЕП цих ділянок площі.

Площа аномалії Ан 3 (рис. 7), на думку авторів, є найбільш перспективною на знаходження ВВ у інтервалі глибин 3400–3900 м. Глибина аномального шару складає 3300–3900 м.

На вертикальному розрізі ПР 9, що проходить в західній частині Шилівської структури (рис. 6), видно, що св. С-18 (ПК 3100) і С-3 (ПК 3650) знаходяться в межах зони зменшених значень параметра $nFi_{\text{сум}}$. Позитивні аномалії параметра dV_{zv} не подібні Ан 2-1. В межах ПР 9 не визначено аномалій, перспективних на ВВ.

Результати інтерпретації даних TEM3 на профілях ПР 2, ПР 4, ПР 9 показують, що тільки продуктивна свердловина С-1 (Ан 2-1) розташована у вертикальній зоні з більшими значеннями параметра $nFi_{\text{сум}}$. Непродуктивні свердловини С-4, С-3, С-18 знаходяться в зонах з меншими значеннями вертикального градієнта. Крім цього, пластова аномалія Ан 2-1 значно відрізняється від інших, оскільки вона підстиляється обводненими горизонтами, які проявляються

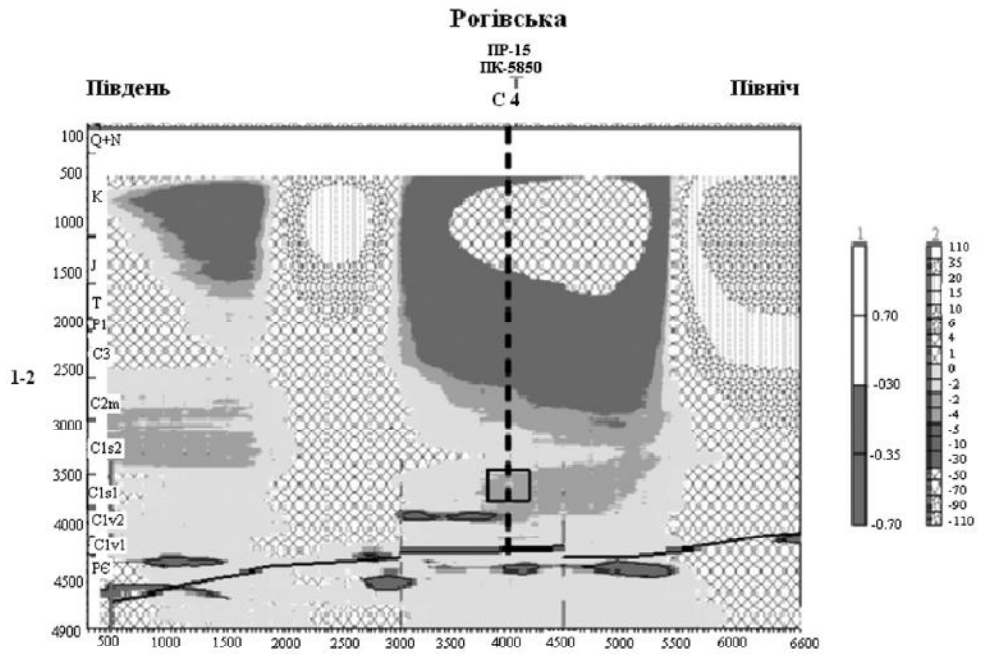


Рис. 4. Вертикальні розрізи електромагнітних параметрів $dV_{зв.}$ (1) та $nFi_{сум.}$ (2) Рогівської структури по ПР 4. Пошукові роботи. Умов. позн. див. на рис. 3

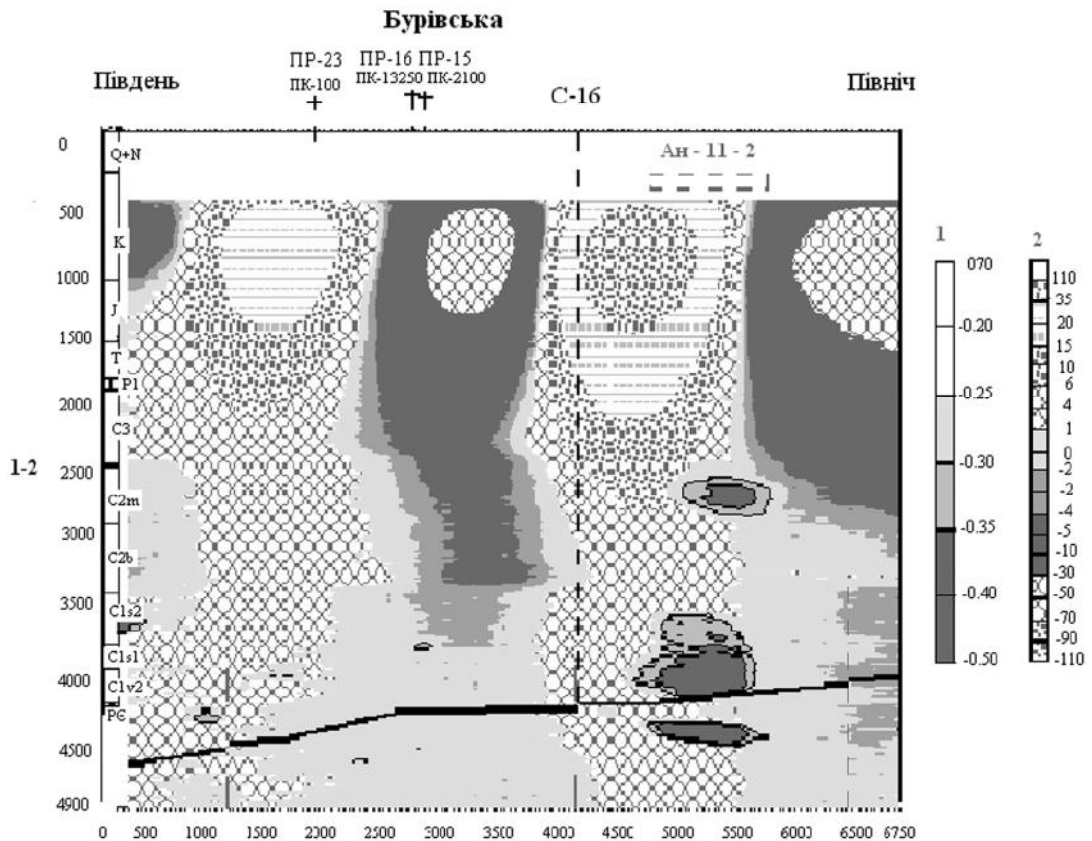


Рис. 5. Вертикальні розрізи електромагнітних параметрів $dV_{зв.}$ (1) та $nFi_{сум.}$ (2) Бурівської структури по ПР 11. Пошукові роботи. Умов. позн. див. на рис. 3

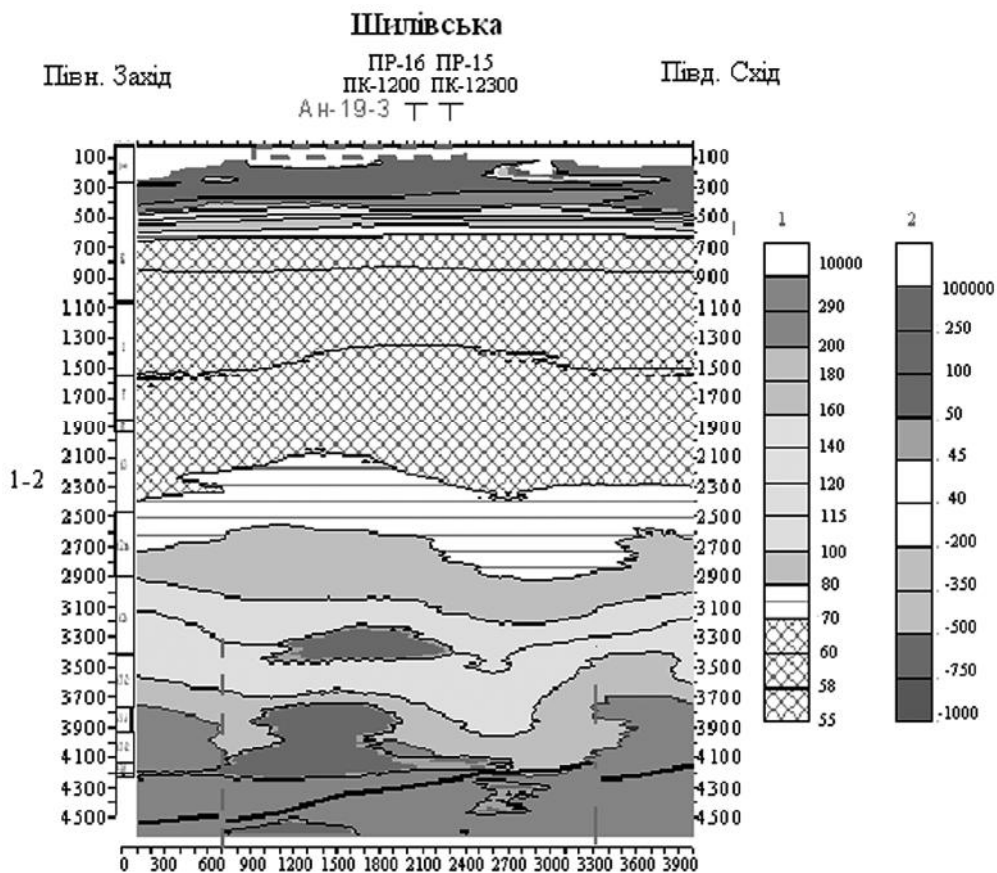


Рис. 6. Вертикальні розрізи електромагнітних параметрів dV_{zv} . (1) та nFi_{sum} . (2) Шилівської структури по ПР 19. Пошукові роботи. Умов. позн. див. на рис. 3

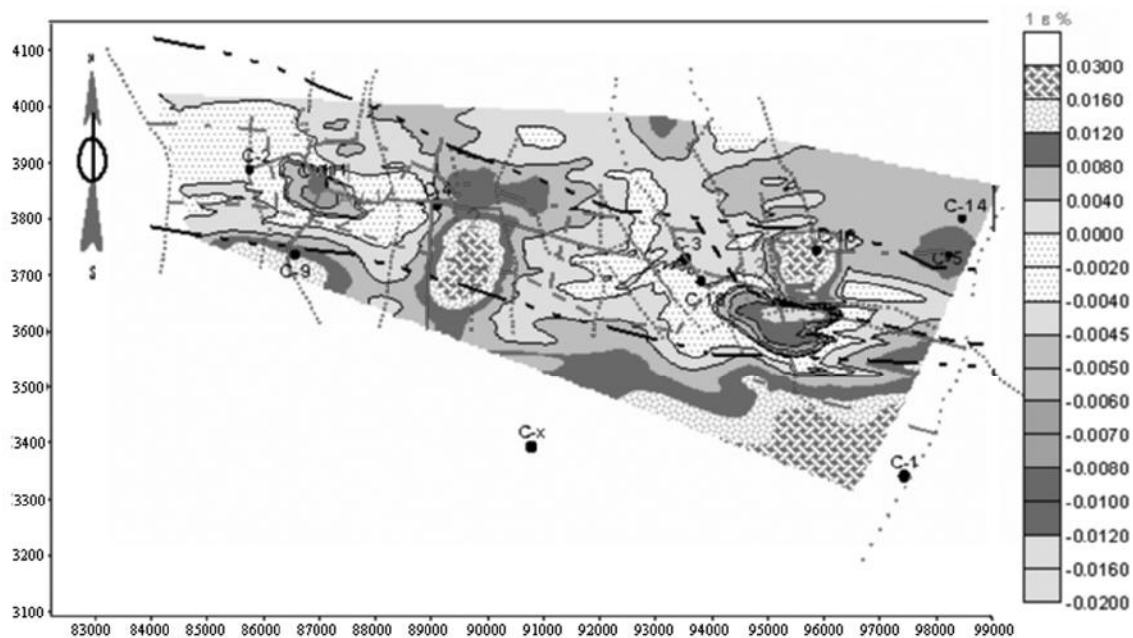


Рис. 7. Карта електромагнітного параметру $d1Fi_{sum,sered}$ Наріжницької площі в інтервалі глибин досліджень 3500–3600 м. Деталізаційні роботи. Умов. позн. див. на рис. 2

пластовими аномаліями зменшених значень параметра $nF_{\text{сум}}$.

Ці електромагнітні особливості вертикальних розрізів покладені в основу виділення перспективних аномалій на Наріжнлянській площі.

На всіх аномаліях, виявлених в процесі пошукових робіт, були проведені деталізаційні роботи, в результаті яких виділено чотири перспективні: Ан 1 – Наріжнлянська (ПР 2, глибина 3400–3600 м, ПР 15, глибина 3400 м, ПР 10, глибина 3380 м); Ан 2 – Бурівська (ПР11, глибина 3500–4000 м, ПР 13, глибина 3400–4000 м; ПР 23, глибина 3400–4000 м); Ан 3 – Шилівська (ПР 16, глибина 3300–3900 м; ПР 19, глибина 3300–3900 м; ПР 23, глибина 3800–4000 м) та Ан 4 – Войтенківська (ПР15, глибина 3400 м; ПР 6, глибина 3550–3900 м).

Просторові межі аномалій, в цілому, збігаються з розломами (особливо крайові порушення) або мають спільне просторове спрямування (зона, в якій знаходяться позитивні структури).

Виходячи з викладеного, можна стверджувати, що Наріжнлянська, Рогівська та північна частина Бурівської структури є найбільш перспективними ділянками Наріжнлянської площі з точки зору наявності ВВ.

Результати робіт на Наріжнлянській площі показали, що метод ТЕМЗ може використовуватись в комплексі пошуково-розвідувальних робіт на ВВ при дослідженні сейсмічних чи інших

аномалій, визначенні глибин залягання шарів аномальних електромагнітних властивостей, перспективних на скупчення ВВ. Застосування ТЕМЗ на попередніх стадіях пошуків родовищ ВВ може сприяти більш раціональній постановці сейсмозвідувальних робіт та закладанню свердловин.

1. *Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Нефтегазоносность / Отв. ред. Шпак П.Ф.* – К.: Наук. думка, 1989. – 204 с.
2. *Нефтегазоперспективные объекты Украины. Нефтегазоносность фундамента / Чебаненко И.И., Краюшкин В.А., Ключко В.П. и др.* – Киев: Наук. думка, 2002. – 296 с.
3. *Финчук В. В., Скопиченко И. М.* Метод точечного электромагнитного зондирования и его возможности // *Екологія і природокористування.* – Дніпропетровськ, 2003. – Вип. 6. – С. 169–172.
4. *Финчук В. В., Скопиченко И. М., Новиков А. В.* Метод точечного электромагнитного зондирования. Теория и способы обработки // Там же. – С. 173–178.

¹ ДП НДЦ "Георесурс" НАН, Мінприроди та Мінпромполітики України, Київ

Стаття надійшла

30.06.11

² Ін-т геол. наук НАН України, Київ

E-mail: skopychenko@ukr.net