

## Результаты электромагнитных исследований Брагинско-Лоевского выступа и Черниговского блока ДДВ

© А. Н. Кушнир, Т. К. Бурахович, 2016

Институт геофизики НАН Украины, Киев, Украина

Поступила 1 марта 2016 г.

Представлено членом редколлегии О. М. Русаковым

У результаті сучасних експериментальних спостережень методами магнітотелуричного зондування (МТЗ) і магнітоваріаційного профілювання (МВП), проведених у 2013 р. у 10 пунктах на північному заході Дніпровсько-Донецької западини (ДДЗ), отримано просторово-часову картину розподілу геомагнітних варіацій і електричного поля на поверхні Землі, за якою можна оцінити електропровідність і геоелектричну структуру розрізу за вертикаллю і горизонталлю. Обробку виконано за допомогою сучасної програмної системи PRC\_MTMV, що забезпечує спільне перешкодозахищене оцінювання імпедансу, типеру, горизонтального МВ відгуку за синхронними МТ/МВ записами.

Розподіл індукційних параметрів МВП у широкому діапазоні періодів, їх орієнтація на бортах і мінімальні значення в центрі западини, а також значення максимальних амплітуд горизонтального відгуку свідчать про явно виражену тривимірність як приповерхневої частини розрізу, незважаючи на квазідвовимірну структуру ДДЗ, так і глибинних горизонтів. За якісною інтерпретацією кривих МТЗ виділено кілька аномалій електропровідності, які відповідають як глибинним об'єктам, наприклад, східному закінченню Прип'ятської аномалії електропровідності, так і неглибоким: у верхній частині фундаменту (3—5 км), витягнутим уздовж осі Чернігівського блока, і близько 8 км на його південному борту. Результати інтерпретації мають бути використані для побудови моделі розподілу питомого опору в межах тривимірного середовища.

Аномалії електропровідності Брагинсько-Лоевського виступу і Чернігівського блока ДДЗ можуть свідчити про високу проникність і надходження глибинних вуглеводневмісних флюїдів.

**Ключові слова:** експериментальні електромагнітні дослідження, аномалії електропровідності, Брагинсько-Лоевський виступ, Чернігівський блок Дніпровсько-Донецької западини.

**Введение.** Среди всех электрических методов поисков углеводородов выделяется метод магнитотеллурического зондирования (МТЗ), с помощью которого были открыты некоторые нефтяные и газовые месторождения. Наиболее грандиозный результат был получен в Западной Сибири (Россия), где было найдено поднятие палеозойского фундамента. Это стимулировало открытие Уренгойского месторождения углеводородов — одного из самых больших в мире.

Промышленные скопления нефти и газа на глубине более 4 км установлены в 70 осадочных бассейнах мира [Лукин, 2007]. Для центральной России сопротивление ( $\rho$ ) нижней части осадочного чехла лежит в пределах 2—6 Ом·м, на контакте с активными окраинами (в юго-за-

падной полосе) увеличивается до 12—15 Ом·м. Именно здесь сосредоточены практически все нефтегазовые месторождения европейской части России [Фельдман, 2009].

Региональные работы по МТЗ, ориентированные на изучение глубинного строения нефтегазоносной территории Западной Сибири, предполагают наличие на глубине около 80 км проводящей неоднородности с  $\rho = 25 \div 30$  Ом·м в литосфере Тобол-Ишимского междуречья [Бердичевский и др., 2009].

По современным представлениям, глубинные термодинамические условия и геодинамические процессы имеют ведущее влияние на развитие полезных ископаемых, в том числе и горючих [Лукин, 1999]. Поэтому можно предпо-

ложить значительную роль глубинных геоэлектрических исследований коры и мантии Земли в прогнозировании месторождений нефти и газа.

Геоэлектрические параметры горных пород тесно связаны с распределением в недрах углеводородов и флюидов. На территории Украины обнаружены многочисленные аномалии электропроводности, которые могут быть связаны с распределением залежей месторождений нефти и газа. Например, Кировоградская аномалия электропроводности в консолидированной коре в районе ее пересечения с Днепровско-Донецкой впадиной (ДДВ) пространственно совпадает с нефтегазовыми месторождениями. Донбасскую аномалию электропроводности оконтуривает площадь газовых месторождений. Тарханкутская и Керченская аномалии высокой электропроводности также пространственно связаны с газовыми месторождениями. Яворовская аномалия расположена в районе нефтегазовых проявлений.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что изучение геоэлектрического строения земной коры и верхней мантии Украины может способствовать совершенствованию методов поиска и разведки месторождений нефти и газа.

**Глубинное строение по данным предыдущих геоэлектрических исследований.** Основные усилия исследователей северной части, как и всей ДДВ, были сосредоточены на описании электрических свойств осадочных отложений для решения гидрогеологических задач, поисков нефтегазоносных ловушек и т. д. Поэтому большинство МТЗ выполнено Украинской центральной геофизической экспедицией в короткопериодном интервале от 1 до 1000 с [Baysorovich et al., 1998].

В земной коре и верхней мантии северной части Припятского прогиба по данным МТЗ и магнитовариационного профилирования (МВП) [Бурахович и др., 1996] обнаружена аномалия высокой проводимости. В рамках эквивалентности геоэлектрических разрезов получены по крайней мере два варианта моделей, удовлетворяющих наблюдаемым данным. Их объединяет наличие электропроводящего канала, соответствующего Речицкому глубинному разлому. Различие состоит в геометрии глубинного проводника. В первом случае в тектоносфере на глубине 30—100 км находится объект с суммарной продольной проводимостью ( $S$ ), равной 3500 См. Во втором случае он представлен двумя проводниками на глубинах 20—30 км ( $S = 2000$ ) и 50—100 км ( $S = 2500$  См). Выполненные здесь геоди-

намические и геохимические наблюдения показали повышенную проницаемость Речицкого разлома до поверхности, где установлены аномалии гелия в водах четвертичных отложений и углеводородные аномалии. Также установлено, что вариации гравитационного поля отражают процессы миграции и фазовые переходы во флюидной системе, а центры напряжений, которые периодически возникают в зоне этого разлома, контролируют основные месторождения нефти [Багдасарова, 2009].

В пределах Гомельской структурной перемычки, в узле пересечения Северо-Припятского и Брагинского разломов, расположена Гомельская аномалия электропроводности [Астапенко, 2012] с глубиной кровли порядка 20—30 км,  $S < 100$  См.

В настоящее время в Припятском прогибе установлено 69 нефтяных месторождений, приуроченных главным образом к северной структурной зоне, где развита система из четырех разломов мантийного заложения. Залежи сосредоточены в подсолевых (в основном карбонатных) и межсолевых отложениях. В работе [Хуторской и др., 2010] показано, что локализация нефтяных месторождений отнесена к зоне подъема изотерм в осадочном чехле, которая генетически связана с расположением глубинных разломов преимущественно субширотного простирания, по которым происходят дополнительный тепломассоперенос и поступление глубинных углеводородсодержащих флюидов.

По результатам двумерного моделирования электромагнитных полей [Гордиенко, 2011] в северной части ДДВ (Деснянский бассейн) отсутствуют аномалии электропроводности. Глубинные проводящие объекты с  $\rho = 1 \div 25$  Ом · м обнаружены восточнее меридиана  $32^\circ 45'$  с. ш., их природа объясняется содержанием флюидов над слоем частичного плавления. Вдоль  $32^\circ$  с. ш. сосредоточена серия локальных аномальных участков с тепловым потоком более 55 мВт/м<sup>2</sup>.

Два максимума гравитационного поля приурочены к Черниговскому и Лохвицкому блокам земной коры. Пониженными и отрицательными аномалиями  $\Delta g$  характеризуются переходная область между блоками, а также бортовые зоны впадины [Куприенко и др., 2010]. В Черниговском блоке прослежены две неоднородности от подошвы дроновской свиты до поверхности Мохо, которые по всему разрезу характеризуются повышенной плотностью и могут свидетельствовать о наличии каналов, по которым возможно поступление основного ма-

териала в кору. Оконтурена область распространения коромангитной смеси и повышенной плотности в верхней мантии.

Обогащение магнитными и плотными минералами может быть вызвано магматической и вулканической деятельностью, широко развитой в этом районе [Ляшкевич, Завьялова, 1997]. При изучении физических параметров пород осадочного чехла северо-запада ДДВ обнаружены области разуплотнения аргиллитов (глубже 5 км вплоть до кристаллического фундамента) с повышенными значениями магнитной восприимчивости, в которых могут создаваться условия для скопления углеводородов [Орлюк, Друкаренко, 2013]. Знакопеременные аномалии динамики магнитного поля локального характера

приурочены к Южнокраевому и Северокраевому глубинным разломам ДДВ в районе Черниговской региональной магнитной аномалии, что может свидетельствовать об их современной геодинамической активности [Орлюк и др., 2013].

Для изучения глубинного строения литосферы северной части ДДВ вдоль профиля ГСЗ "Георифт-2013" проведены современные экспериментальные геоэлектрические исследования.

**Новые синхронные МТ и МВ исследования.**

Экспериментальные наблюдения были проведены длиннопериодными цифровыми станциями LEMI-417 с феррозондовыми магнитометрами [Корепанов, Трегубенко, 2009] в 10 пунктах. Продолжительность наблюдений в полевых

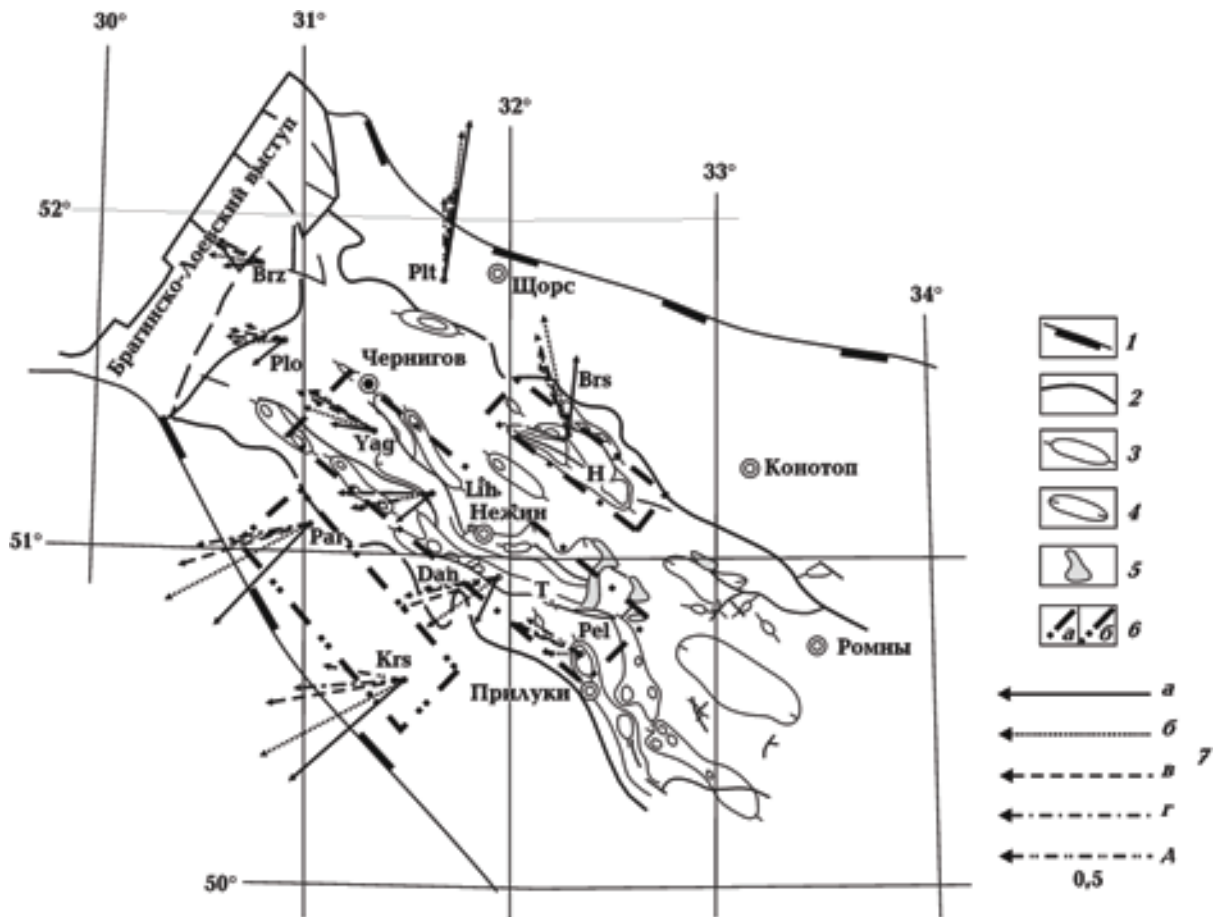


Рис. 1. Расположение пунктов МТЗ и МВП (2013) на обзорной тектонической карте [Обзорная ..., 1984]: 1 — южная и северная границы бортов ДДВ, 2 — граница ДДВ, 3 — положительные структуры (валы, купольные поднятия), 4 — отрицательные структуры (прогибы, котловины), 5 — соляные штоки, 6 — контуры неглубоких аномалий электропроводности по данным качественной интерпретации экспериментальных наблюдений (а — глубина верхней кромки 3—5 км, б — 8 км), 7 — вещественные индукционные стрелки для периодов вариаций геомагнитного поля Земли (а — 150 с, б — 400 с, в — 1200 с, г — 2000 с, д — 3500 с). Перспективные нефтегазоносные области: Т — Талалаевская, Н — Ниновская, по данным [Старостенко и др., 2015].

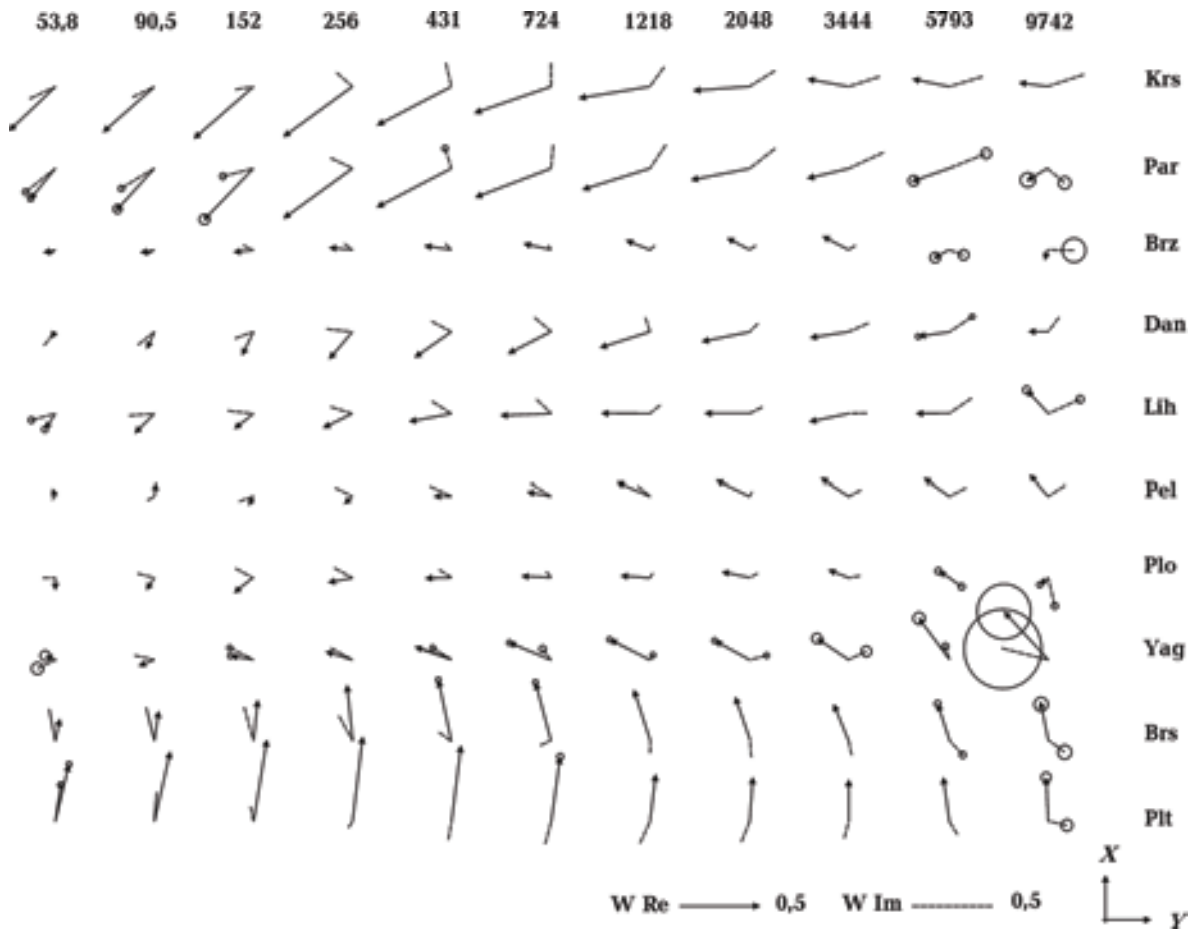


Рис. 2. Результаты обработки комплексных типперов по программе PRC\_MTMV.

точках составляла 2—3 суток, расстояние между пунктами 15—20 км. Пункт Березовка (Brz) расположен в восточной части Брагинско-Лоевского выступа (восточное окончание Припятской аномалии электропроводности). Пункты Плехов (Plo), Ягодное (Yag), Лихачев (Lih), Данино (Dan), Пелюховка (Pel), Берестовец (Brs) сосредоточены вдоль осевой части Черниговского блока, но последние три смещены к Южнокраевому (Dan и Pel) и Северокраевому (Brs) глубинным разломам. Распределение глубинной электропроводности изучено в с. Политрудня (Plt) на северном и в селах Пархимов (Par), Красное (Krs) на южном бортах ДДВ (рис. 1).

Обработка полевого материала выполнена по программе PRC\_MTMV [Варенцов и др., 2003; Varentsov, 2007] с использованием нормировки магнитных компонент геомагнитного поля на удаленную геомагнитную обсерваторию "Киев" [Орлюк и др., 2012]. Получены надежные оценки типперов для периодов ( $T$ ) геомагнитных вариаций от 30 до 9000 с (рис. 1, 2), горизонталь-

ных МВ-откликов от 30 до 1000 с, параметров импеданса и кажущегося удельного электрического сопротивления ( $\rho_K$ ) от 10—15 до 10 000 с (рис. 3).

**Результаты интерпретации.** Анализ качественной интерпретации комплексных индукционных стрелок сводится к следующему (см. рис. 1, 2).

1. Вещественная компонента типпера (в приглашении Визе) направлена от зоны повышенной проводимости к пониженной в достаточно широком интервале низких частот. В соответствии с теоретическими представлениями практически во всем частотном диапазоне она разворачивается от хорошо проводящей поверхностной структуры, какой является ДДВ, с  $S$  осадочных отложений от 500 См на западе до 2500 См на востоке Черниговского блока [Baysorovich et al., 1998]. Эта компонента типперов величиной до 0,5 ориентирована на юго-запад (южный борт) и северо-северо-запад (северный борт). Максимум частотной характеристики приходится на периоды до 400 с. С их увеличением происхо-

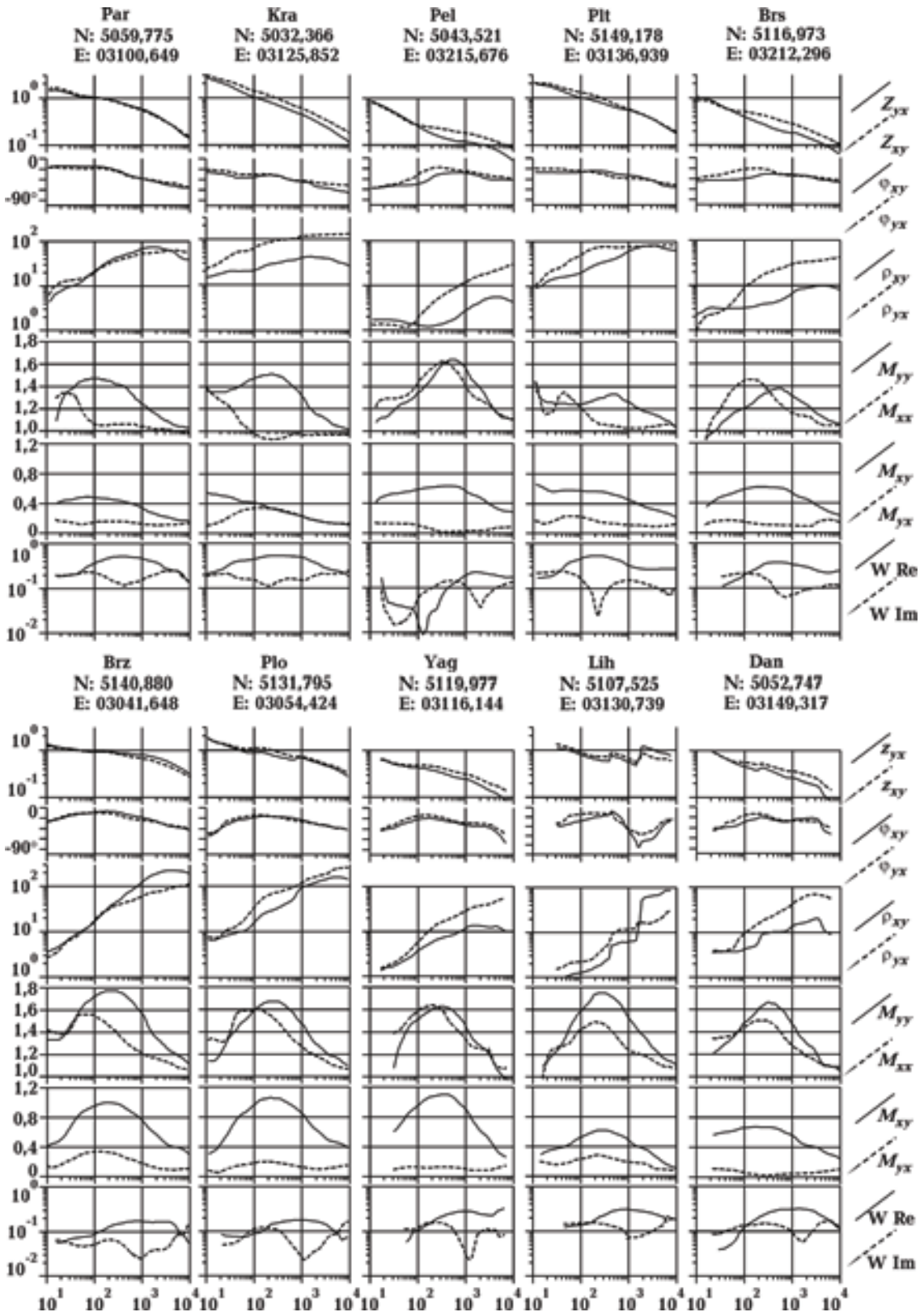


Рис. 3. Результаты обработки экспериментальных данных (2013 г.) по программе PRC\_MTMV: импеданс  $Z_{xy}$ ,  $Z_{yx}$ ; фаза импеданса  $\varphi_{xy}$ ,  $\varphi_{yx}$ ; кажущееся сопротивление  $\rho_{xy}$ ,  $\rho_{yx}$ ; компоненты тензора горизонтального аномального поля: главные компоненты  $M_{yy}$ ,  $M_{xx}$ , дополнительные  $M_{xy}$ ,  $M_{yx}$ ; действительная  $W_{Re}$  и мнимая  $W_{Im}$  компоненты комплексного типа.

дит ее разворот на запад и уменьшение величины до 0,25. Мнимые компоненты во всем частотном диапазоне практически коллинеарны действительной, а по величине в основном в несколько раз меньше. На  $T > 400$  с происходит их разворот на  $180^\circ$  (они становятся направленными к эпицентру проводящей структуры), при этом их величины соизмеримы с вещественными стрелками.

2. В осевой части ДДВ ориентация действительной компоненты типпера сохраняется в зависимости от положения пункта наблюдения и на  $T > 1000$  с практически везде стремится быть направленной на запад. С увеличением периодов значение этого параметра (в отличие от наблюдений в пунктах, расположенных на бортах) также увеличивается от 0,1 для  $T = 150$  с до 0,3 для  $T = 1200$  с. Максимум частотной характеристики приходится именно на этот период для пунктов, находящихся в Черниговском блоке, и смещается в область более 2000 с на территории Брагинско-Лоевского выступа. Ориентация этой компоненты в основном западная, для  $T < 700$  с коллинеарность стрелок нарушена и их величины соизмеримы, что свидетельствует о локальной асимметрии среды. В интервале  $1000 < T < 3600$  с происходит разворот на  $180^\circ$ , компоненты типпера становятся коллинеарными, а по величине вещественная компонента в несколько раз превышает мнимую. На больших периодах они становятся соизмеримы и, как и на коротких периодах, нарушается их коллинеарность. Таким образом, качественный анализ комплексных индукционных типперов свидетельствует о трехмерности как приповерхностной части разреза, несмотря на явно выраженную двумерную структуру ДДВ, так и глубинных горизонтов.

Компоненты горизонтального магнитного тензора (см. рис. 3) рассчитаны для каждой точки наблюдения, они отражают изменение геоэлектрической среды между ними и базисной точкой, в данном случае представленной магнитными полями, измеренными на геомагнитной обсерватории "Киев" [Орлюк и др., 2012]. Практически во всех пунктах амплитуды главных компонент горизонтального аномального поля  $M_{yy}$  и  $M_{xx}$  достигают значений более  $\sqrt{2}$  на периодах менее  $(2-5) \cdot 10^4$  с. Максимальные значения (около 1,6—1,8 на  $200 < T < 700$  с) сосредоточены в осевой части ДДВ, а максимальные расхождения дополнительных компонент  $M_{xy}$  и  $M_{yx}$  при этом в среднем составляют 0,5—0,8. Такие значения соответствуют сложным неоднородным структурам пониженного сопротив-

ления. Бортовые части Черниговского блока (особенно южную) также можно отнести к структурам с повышенной проводимостью. Они характеризуются преимущественно квазиширотным простиранием, так как на  $T < 1000$  с главная компонента  $M_{yy}$  превышает  $\sqrt{2}$  и достигает максимального значения 1,4 на  $T = 100 \div 300$  с. Практически во всем частотном диапазоне (за исключением  $T < 30$  с)  $M_{xx} < 1,2$ , а  $M_{xy}$  и  $M_{yx}$  расходятся слабо.

Импедансные кривые характеризуются нисходящими ветвями от 0,7—3 до  $10^{-1}$  Ом во всем частотном диапазоне (см. рис. 3). Наибольшие расхождения между главными компонентами тензора импеданса, несущими основную информацию о вертикальном распределении электропроводности, характерны на периодах более 100 с. Не пригодный для интерпретации материал получен только в пункте Lih. Вероятно, экспериментальная запись электромагнитного поля была искажена сильными техногенными помехами, которые не удалось отбраковать по когерентным критериям с последующей многоуровневой робастной оценкой, как это предусмотрено в программе [Varentsov, 2007].

Амплитудные и фазовые кривые МТЗ (см. рис. 3) построены по направлениям измерительных линий (ось  $x$  ориентирована на север, ось  $y$  — на восток). Левая часть кривых  $\rho_k$  характеризуется восходящими ветвями, которые отражают проводящие осадочные отложения с  $S$  от 600—750 См (в пунктах Brz и Plo) до 1000—2500 См (в пунктах Yag, Lih, Dan, Pel и Brs) для осевой части и 350—500 См (в пунктах Krs, Plt и Par) для бортов ДДВ. Максимальные значения  $\rho_k$  около 100 Ом · м достигаются на  $T > 3000$  с. Все кривые МТЗ, за исключением пунктов Brz и Plo, лежат ниже уровня глобальных данных, следовательно, подвержены искажающему гальваническому влиянию горизонтальных неоднородностей. Расхождения кривых МТЗ (от 10 до 40%), полученных для разных поляризацій теллурического тока, происходят в основном на  $T > 100$  с, при этом практически во всех пунктах (кроме Brz) сохраняется соотношение уровня между ними —  $\rho_{yx}$  лежит выше  $\rho_{xy}$ . С увеличением периода расхождение кривых МТЗ усиливается и достигает почти порядка в пунктах, расположенных на южном борту и восточнее Чернигова. Минимумы и перегибы наиболее отчетливо выражены на меридиональных кривых  $\rho_{xy}$  в интервале  $100 < T < 1000$  с.

Качественная интерпретация кривых МТЗ показала, что глубины залегания верхней кромки проводника изменяются от 40—30 (Brz) до

18 км (Plo). На совершенно других глубинах 3—5 км (Yag, Lih, Dan, Pel и Vrs) проявляется аномальная проводимость в осевой части Черниговского блока ДДВ. На ее бортах в пунктах Krs и PIt глубина залегания верхней кромки проводника составляет 8 км. Поведение кривых  $\rho_k$  в пункте Paг можно объяснить исключительно горизонтально-однородными осадочными отложениями.

Таким образом, распределение индукционных параметров в широком диапазоне периодов, их ориентация на бортах и минимальные значения в центре впадины, а также значения максимальных амплитуд горизонтального отклика и параметры качественной интерпретации кривых МТЗ могут свидетельствовать о наличии нескольких аномалий электропроводности (см. рис. 1), которые соответствуют как глубинным объектам, например, восточному окончанию Припятской аномалии электропроводности [Бурахович и др., 1996], так и неглубоким в верхней части фундамента (3—5 км), вытянутым вдоль оси Черниговского блока, и около 8 км на его южном борту.

**Обсуждение.** В работе [Старостенко и др., 2015] представлены результаты комплексной геолого-геофизической интерпретации и выделено несколько перспективных площадей для поиска месторождений углеводородов в кристаллическом фундаменте ДДВ. И хотя, как отмечено в данной статье, со ссылкой на карту [Карта ..., 2009], Черниговский блок ДДВ не рассматривается как перспективный нефтегазоносный район, здесь выделены две площади — Талалаевская и Ниновская (см. рис. 1), которые характеризуются пересечением активизированных разломов различной ориентации, аномальной

мощностью коромантийной смеси и разуплотненных областей на поверхности фундамента и на глубине 20—30 км. Залежи нефти и газа связываются с палеозойскими отложениями осадочного чехла, а также с докембрийскими образованиями фундамента [Доленко и др., 1991]. Фундамент ДДВ отличается значительной степенью раздробленности [Омельченко, Кучма, 2013], что подтверждается результатом качественной интерпретации экспериментальных данных МТЗ и МВП.

**Заключение.** Благодаря современному подходу к обработке экспериментальных синхронных МТ/МВ зондирований были получены глубинные геоэлектрические параметры северо-западной части ДДВ. Качественный анализ полученного материала показал, что минимумы кривых  $\rho_k$ , разворот векторов индукции, максимумы амплитуды горизонтального отклика могут свидетельствовать о существовании аномальных областей, которые вызваны не только приповерхностной проводимостью осадочных комплексов, но и проводящими структурами на разных глубинах в консолидированной земной коре.

Природа электропроводности обусловлена взаимодействием множества геолого-геофизических факторов. Наиболее значимыми среди них являются температура, наличие электропроводящих минералов и флюидов.

В работах [Бурахович и др., 1996; Белявский и др., 2001; Гордиенко, 2011] показано совпадение проводников Припятского прогиба с зонами возможного частичного плавления в земной коре и верхней мантии и выдвинуты предположения о флюидном механизме повышенной электропроводности.

## Список литературы

- Астапенко В. Н. Земная кора и мантия территории Беларуси по магнитотеллурическим данным. Минск: Экономпрес, 2012. 280 с.
- Багдасарова М. В. Современная геодинамика нефтегазоносных территорий и поствулканические гидротермальные системы в их недрах: Материалы IV Всероссийского симпозиума по вулканологии "Вулканизм и геодинамика, Петропавловск-Камчатский, 22—27 сентября 2009 г. [http://www.ipng.ru/files/\\_01db36e2-21fc-4b38-8fca-8f0datab0d50-Bagdasarova\\_22\\_09\\_2009.pdf](http://www.ipng.ru/files/_01db36e2-21fc-4b38-8fca-8f0datab0d50-Bagdasarova_22_09_2009.pdf).
- Белявский В. В., Бурахович Т. К., Кулик С. Н., Сухой В. В. Электромагнитные методы при изучении Украинского щита и Днепровско-Донецкой впадины. Киев: Знание, 2001. 227 с.
- Бердичевский М. Н., Борисова В. П., Васильева Т. А., Костюченко С. Л., Нарский Н. В., Файнберг Э. Б., Чарушин А. Г., Шейнкман А. Г. К изучению региональной аномалии магнитотеллурического поля Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции (ЗСНГП). *Tyumen 2009-EAGE International Conference and Exhibition*. С. 209.
- Бурахович Т. К., Кулик С. Н., Логвинов И. М., Пинчук А. П., Тарасов В. Н. Геоэлектрическая модель тектоносферы Припятского прогиба. *Геофиз. журн.* 1996. Т. 18. № 5. С. 71—79.

- Варенцов Ив. М., Соколова И. Ю., Мартанус Е. Р. Методика построения передаточных операторов ЭМ поля для массива синхронных зондирований ВЕАР. *Физика Земли*. 2003. № 2. С. 30—61.
- Гордиенко В. В. Активизация тектоносферы и месторождения углеводородов. *Геофиз. журн.* 2011. Т. 33. № 3. С. 75—101.
- Доленко Г. Н., Ляшкевич З. М., Алехина М. А., Шнюков Е. Ф. Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. В кн.: *Эндогенные процессы и нефтегазоносность*. Киев: Наук. думка, 1991. С. 67—82.
- Карта структур східного нафтогазоносного регіону України станом на 1.01.2009. Львів: УкрДГРІ, 2009.
- Корепанов В. Е., Трегубенко В. И. Особенности построения и тенденция развития современной аппаратуры для МТ и МВ зондирований. *Геофиз. журн.* 2009. Т. 31. № 4. С. 181—190.
- Куприенко П. Я., Макаренко И. Б., Старостенко В. И., Легостаева О. В., Савченко А. С. Трехмерная плотностная модель земной коры и верхней мантии Днепровско-Донецкой впадины и Донбасса. *Геофиз. журн.* 2010. Т. 32. № 6. С. 175—214.
- Лукин А. Е. О включениях природных высокотемпературных сплавов со структурами твердофазного распада в коллекторах нефти и газа на больших глубинах. *Доп. НАН України*. 2007. № 10. С. 106—111.
- Лукин А. Е. О происхождении нефти и газа (геосинергетическая концепция природных углеводородно-генерирующих систем). *Геол. журн.* 1999. № 1. С. 30—42.
- Ляшкевич З. М., Завьялова Т. В. Вулканизм Днепровско-Донецкой впадины. Киев: Наук. думка, 1977. 178 с.
- Обзорная тектоническая карта юго-западной части Восточно-Европейской платформы. М-б 1 : 250 000. Киев: Мин. геологии СССР, УкрНИГРИ, 1984.
- Омельченко В. Д., Кучма В. Г. Раздробленность земной коры и нефтегазоносность Днепровско-Донецкого авлакогена. *Геодинаміка*. 2013. Т. 15. № 2. С. 54—55.
- Орлюк М. И., Друкаренко В. В. Физические параметры пород осадочного чехла северо-западной части Днепровско-Донецкой впадины. *Геофиз. журн.* 2013. Т. 35. № 2. С. 127—136.
- Орлюк М. И., Роменец А. А., Бакаржиева М. И., Марченко А. В., Лебедь Т. В. Результаты магнитометрических исследований Черниговской региональной магнитной аномалии. *Геодинаміка*. 2013. Т. 14. № 1. С. 160—167.
- Орлюк М. И., Роменец А. А., Сумарук П. В., Сумарук Ю. П., Сумарук Т. П. Пространственно-временная структура магнитного поля Земли территории Украины: оценка вклада внутренних и внешних источников. *Геофиз. журн.* 2012. Т. 34. № 3. С. 137—145.
- Старостенко В. И., Русаков О. М., Пашкевич И. К., Кутас Р. И., Орлюк М. И., Куприенко П. Я., Макаренко И. Б., Максимчук П. Я., Козленко Ю. В., Козленко М. В., Легостаева О. В., Лебедь Т. В., Савченко А. С. Тектоника и углеводородный потенциал кристаллического фундамента Днепровско-Донецкой впадины. Киев: Галактика, 2015. 211 с.
- Фельдман И. С. Геоэлектрические исследования в прогнозе нефтегазоносности. *Tuymen 2009-EAGE International Conference and Exhibition*. С. 208. DOI:10.3997/2214-4609.201405385.
- Хуторской М. Д., Тевелева Е. А., Цыбуля Л. А., Урбан Г. И. Тепловой поток в солянокупольных бассейнах Евразии — сравнительный анализ. *Георесурсы*. 2010. Т. 34. № 2. С. 27—35.
- Baysorovich M. M., Tregubenko V. Iv., Nasad A. G., 1998. Geoelectric heterogeneities of Ukraine's lithosphere. *Геол. журн.* Т. 2. № 1. С. 23—35.
- Varentsov Iv. M., 2007. Array of simultaneous EM soundings: design, data processing and analysis: Electromagnetic sounding of the Earth's interior. In: *Methods in geochemistry and geophysics*, 40. Elsevier. 259—273.



## The results of electromagnetic studies of the Bragin-Loev ledge and the Chernihiv block of the DDD

© A. N. Kushnir, T. R. Burakhovich, 2016

The distribution of geomagnetic variations and the electric field on the Earth's surface was obtained as a result of the modern experimental observations conducted in 2013 (10 points) in the northwestern part of the Dnieper-Donets depression (DDD) by the methods of magnetotelluric sounding (MTS) and magnetovariation profiling (MVP). It is possible to estimate the value of the electric conductivity and vertical and horizontal geoelectric structure. The processing of these data is done using the modern software system PRC\_MTMV that provides the common noise-protected evaluation of the impedance, tipper, horizontal magnetovariation response according to the synchronous MT/MV records.

The distribution of MVP induction parameters in a wide range of periods, their orientation on the sides of the DDD and the minimum values at the center of the depression, as well as the value of the maximum amplitudes of the horizontal magnetic response suggest the pronounced three-dimensionality of the subsurface, despite the obvious two-dimensional structure of the DDD and deep horizons. According to the qualitative interpretation of the MTS curves, several anomalies of the electrical conductivity are allocated. They correspond to the deep objects, for example, the eastern side of the Pripjat conductivity anomaly, and not deep: in the upper part of the basement (3–5 km), along the axis of the elongated Chernihiv block, and about 8 km on its southern side. The results of the interpretation should be used to construct the model of the resistivity distribution within the three-dimensional environment.

The conductivity anomalies of the Bragin-Loev ledge and the Chernihiv block of the DDD may indicate the high permeability and the deep hydrocarbon fluid entering.

**Key words:** experimental electromagnetic studies, conductivity anomalies, the Bragin-Loev ledge, the Chernihiv block of the Dnieper-Donets depression.

### References

- Astapenko V. N., 2012. Earth's crust and mantle of the territory of Belarus by magnetotelluric data. Minsk: Ekonompres, 280 p. (in Russian).
- Bagdasarova M. V., 2009. Modern geodynamics of oil and gas areas and post-volcanic hydrothermal systems in their bowels: *Proceedings of the IV All-Russian Symposium on Volcanology "Volcanism and geodynamics"*, Petropavlovsk-Kamchatsky, 22–27 September 2009. [http://www.ipng.ru/files/\\_01db36e2-21fc-4b38-8fca-8f0datab0d50-Bagdasarova\\_22\\_09\\_2009.pdf](http://www.ipng.ru/files/_01db36e2-21fc-4b38-8fca-8f0datab0d50-Bagdasarova_22_09_2009.pdf) (in Russian).
- Belyavskiy V. V., Burakhovich T. K., Kulik S. N., Sukhoy V. V., 2001. Electromagnetic methods in the study of the Ukrainian Shield and the Dnieper-Donets Basin. Kiev: Znaniye, 227 p. (in Russian).
- Berdichevskiy M. N., Borisov V. P., Vasil'yeva T. A., Kostyuchenko S. L., Narskiy N. V., Faynberg E. B., Charushin A. G., Sheynkman A. G., 2009. To the study of regional magnetotelluric anomaly fields of the West Siberian oil and gas province (WSOGP). *Tyumen 2009-EAGE International Conference and Exhibition*. P. 209 (in Russian).
- Burakhovich T. K., Kulik S. N., Logvinov I. M., Pinchuk A. P., Tarasov V. N., 1996. Geoelectric model of tectonosphere of the Pripjat trough. *Geofizicheskiy zhurnal* 18(5), 71–79 (in Russian).
- Varentsov Iv. M., Sokolova I. Yu., Martanus E. R., 2003. Method for constructing transmission operators EM field for array synchronous soundings BEAR. *Fizika Zemli* (2), 30–61 (in Russian).
- Gordienko V. V., 2011. Activation of tectonosphere and hydrocarbons deposits. *Geofizicheskiy zhurnal* 33(3), 75–101 (in Russian).
- Dolenko G. N., Lyashkevich Z. M., Alekhina M. A., Shnyukov E. F., 1991. Geology and petroleum potential of the Dnieper-Donets Basin. In.: *Endogenous processes and a petrogas presence*. Kiev: Naukova Dumka, 67–82 (in Russian).
- Map of the structures of the eastern oil and gas region of Ukraine as of 1.01.2009. Lviv: UkrGGRI (in Ukrainian).
- Korepanov V. E., Tregubenko V. I., 2009. Features of construction and trends of development trend of modern hardware for magneto-telluric and mag-

- neto-variation soundings. *Geofizicheskiy zhurnal* 31(4), 181—190 (in Russian).
- Kupriyenko P. Ya., Makarenko I. B., Starostenko V. I., Legostaeva O. V., Savchenko A. S., 2010.* Three-dimensional gravity model of the Earth's crust and upper mantle of the Dnieper-Donets depression and the Donbas. *Geofizicheskiy zhurnal* 32(6), 175—214 (in Russian).
- Lukin A. E., 2007.* For the inclusion of natural high-temperature alloys with the structures of the solid-state decay in the reservoirs of oil and gas at great depths. *Dopovidi NAN Ukrayiny* (10), 106—111 (in Russian).
- Lukin A. E., 1999.* On the origin of oil and gas (geosynergetic concept of natural hydrocarbon-generating systems). *Geologicheskii zhurnal* (1), 30—42 (in Russian).
- Lyashkevich Z. M., Zavyalova T. V., 1977.* Volcanism of the Dnieper-Donets Basin. Kiev: Naukova Dumka, 178 p. (in Russian).
- Sightseeing tectonic map of the south-western part of the East European platform, 1984. 1 : 250 000. Kiev: Ministry of Geology of the USSR, UkrNIGRI (in Russian).
- Omelchenko V. D., Kuchma V. G., 2013.* Fragmentation of the crust and the oil and gas potential of the Dnieper-Donets aulacogen. *Geodynamika* 15(2), 54—55 (in Russian).
- Orlyuk M. I., Drukarenko V. V., 2013.* Physical parameters of the sedimentary cover rocks north-western part of the Dnieper-Donets Basin. *Geofizicheskiy zhurnal* 35(2), 127—136 (in Russian).
- Orlyuk M. I., Romenets A. A., Bakarzhayeva M. I., Marchenko A. V., Lebed' T. V., 2013.* The results of magnetic researches of Chernihiv regional magnetic anomaly. *Geodynamika* 14(1), 160—167 (in Russian).
- Orlyuk M. I., Romenets A. A., Sumaruk P. V., Sumaruk Yu. P., Sumaruk T. P., 2012.* Spatio-temporal structure of the Earth's magnetic field in Ukraine: assessment of the contribution of internal and external sources. *Geofizicheskiy zhurnal* 34(3), 137—145 (in Russian).
- Starostenko V. I., Rusakov O. M., Pashkevich I. K., Kutas R. I., Orlyuk M. I., Kupriyenko P. Ya., Makarenko I. B., Maksimchuk P. Ya., Kozlenko Yu. V., Kozlenko M. V., Legostaeva O. V., Lebed' T. V., Savchenko A. S., 2015.* Tectonics and hydrocarbon potential of the crystalline basement of the Dnieper-Donets Basin. Kiev: Galaktika, 211 p. (in Russian).
- Fel'dman I. S., 2009.* Geoelectrical studies forecast neftegazonostnosti. *Tyumen 2009-EAGE International Conference and Exhibition*. P. 208. DOI:10.3997/2214-4609.201405385 (in Russian).
- Khutorskoy M. D., Teveleva E. A., Tsybulya L. A., Urban G. I., 2010.* Heat flow in the salt dome basins of the northern euroasian — a comparative analysis. *Georesursy* 34(2), 27—35 (in Russian).
- Baysorovich M. M., Tregubenko V. Iv., Nasad A. G., 1998.* Geoelectric heterogeneities of Ukraine's lithosphere. *Geologicheskii zhurnal* 2(1), 23—35.
- Varentsov Iv. M., 2007.* Array of simultaneous EM soundings: design, data processing and analysis: Electromagnetic sounding of the Earth's interior. In: *Methods in geochemistry and geophysics*, 40. Elsevier. 259—273.