

И. М. Логвинов, В. Н. Тарасов, И. В. Гордиенко

## Результаты магнитотеллурических исследований на востоке Донбасса

(Представлено академиком НАН Украины В. И. Старостенко)

Вдоль профиля, пересекающего Приазовский массив и восточный Донбасс, выявлены аномальные объекты пониженного сопротивления (ОПС) как на территории Донбасса, так и Приазовского массива. На Приазовском массиве ОПС располагается в верхних частях земной коры. Наиболее мощный по своим параметрам ОПС находится в южной части Донбасса. По глубине этот ОПС может располагаться как в земной коре, так и верхней мантии.

В 2012 г. были выполнены наблюдения вариаций магнитотеллурического поля (МТ поля) Земли современными цифровыми станциями в 9 пунктах на профиле от Приазовского массива Украинского щита, пересекающем Донбасс (рис. 1). Профиль (пр. ДБ-I) проходит близко от сейсмического геотраверса XI на участке последнего от ПК80 до ПК200.

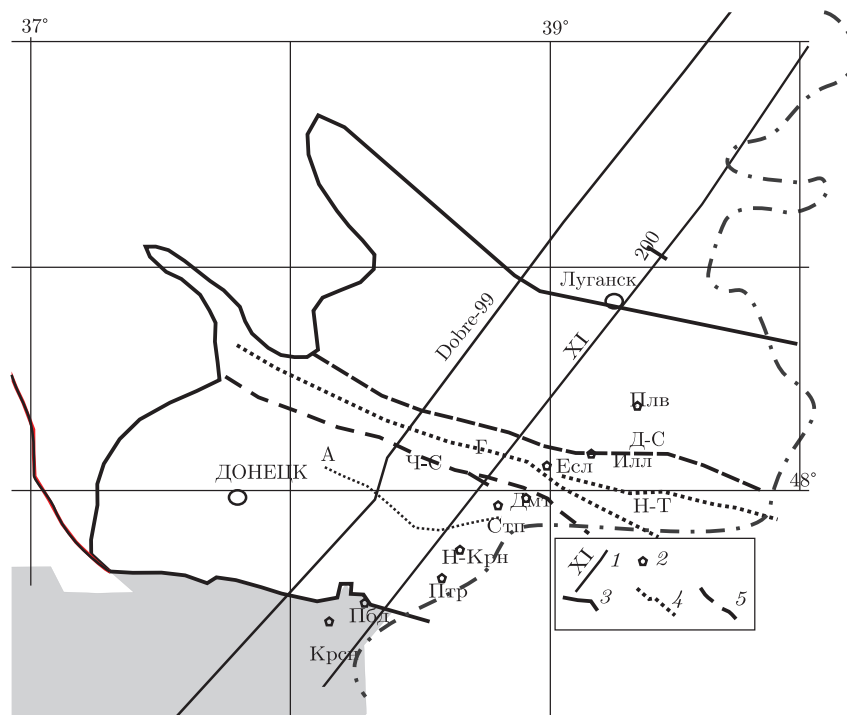


Рис. 1. Сейсмические профили (1) и расположение пунктов геоэлектрических наблюдений (2): Крсн — Краснополка, Пбд — Победа, Птрп — Петропавловка, Н-Крн — Нижне-Крынское, Стп — Степановка, Дмт — Дмитровка, Есл — Есауловка, Илл — Иллинка, Пльв — Палиевка); 3 — граница Складчатого Донбасса, 4 — антиклинали (Г — Главная, Н-Т — Нагольно-Тарасовская, А — Амвросиевская). 5 — синклинали (Ч-С — Чистяково-Снежнянская, Д-С — Должанско-Садкинская)

© И. М. Логвинов, В. Н. Тарасов, И. В. Гордиенко, 2013

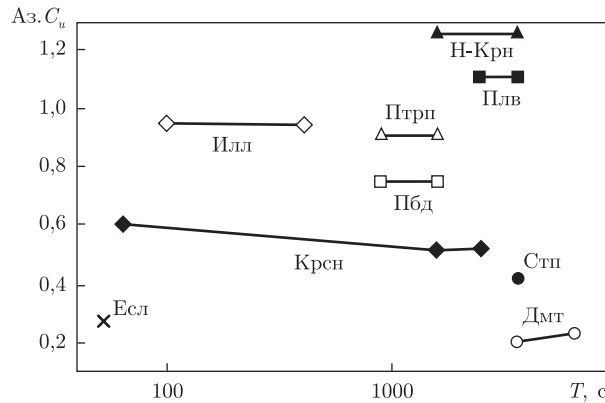


Рис. 2. Распределение максимальных значений  $C_u$  по частоте вдоль пр. ДБ-I

Выбор региона обусловлен двумя важными элементами. В результате магнитовариационных исследований аналоговыми станциями в 1986 г. было обнаружено anomальное поведение магнитовариационных параметров на профиле Таганрог–Новопсков, пересекающем Донбасс [1]. В 80-х годах прошлого столетия цифровыми станциями первого поколения были выполнены магнитотеллурические зондирования (МТЗ) в нескольких десятках пунктов на территории всего Донбасса [2, 3]. По полученным интерпретационным магнитотеллурическим параметрам было выполнено моделирование (прямая задача) [4–6].

Другим фактором является возможность установить местоположение рудных формаций в пространстве и по глубине, так как профиль исследований пересекает район известных месторождений многих полиметаллических руд Донбасса [7].

В настоящем сообщении обсуждаются все интерпретационные параметры МТ поля, полученные в результате обработки данных 2012 г., и дана их предварительная интерпретация.

**Экспериментальная часть.** Регистрация вариаций МТ поля осуществлялась современными цифровыми станциями с шагом 1–5 с. Интервал регистрации на каждом пункте составлял 3–5 сут. Район исследований изобилует электрифицированными железными дорогами, рудниками и шахтами, что привело к большому фону помех в электрических компонентах на ряде пунктов.

Обработка вариаций МТ поля к настоящему времени на всех пунктах выполнена по одноточечной схеме с применением референтного пункта, используя различные программы [8–12]. На этапе предпроцессинга на всех пунктах были применены специальные программы, разработанные авторами, позволяющие устранять бытовые и промышленные помехи без искажения вариаций естественного МТ поля.

В результате обработки нами получены магнитотеллурические и магнитовариационные (тишперы) параметры в диапазоне периодов от 9–16 до 6400–10800 с. Амплитуды реальных и мнимых частей тишперов определены с точностью 0,01–0,03, а их фазы — до  $5^\circ$ . Фон помех не позволил получить магнитотеллурические параметры с точностью меньше чем 20–30% по модулям и  $5\text{--}10^\circ$  по фазам.

Азимуты реальных частей индукционных векторов ( $Az.C_u$ ) в диапазоне периодов, больших 100 с, на пунктах юго-западнее Амвросиевской антиклинали располагаются в квадранте  $180\text{--}270^\circ$ . На остальных пунктах азимуты достигают значений, больших  $300^\circ$ .

На рис. 2 дано распределение величин  $C_u$  в интервале максимума частотной характеристики ( $T_M$ ). Видно, что максимальные значения  $C_u$ , достигающие значений более 1, на-

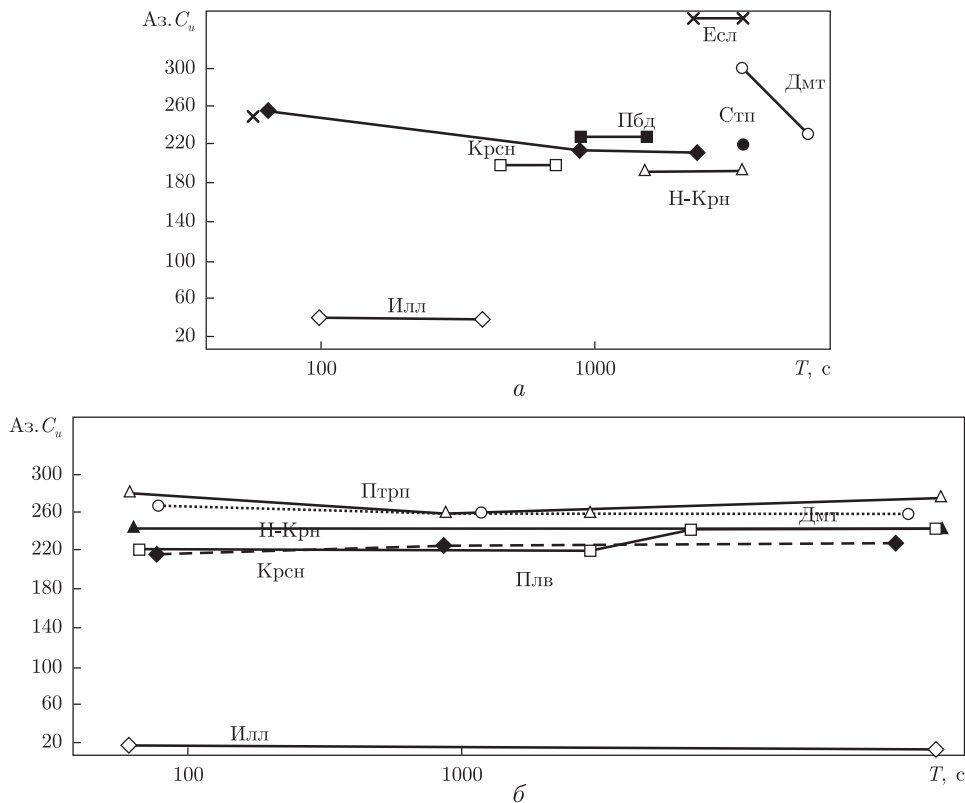


Рис. 3. Распределение азимутов  $C_u$  (а) и главных направлений основных импедансов (б) вдоль пр. Дн-I

блюдаются в пунктах Н-Крн и Пль, расстояние между которыми составляет около 70 км. Значения  $T_M$  наиболее представительны в пунктах, где наблюдаются максимальные  $C_u$ . Согласно рис. 2, интервал  $T_M$  приходится на периоды 1600–3600 с. В этом интервале периодов наблюдаются минимальные значения  $C_u$  на пунктах, располагающихся над Главной антиклиналью и окружающими ее синклиналями. Здесь же происходит и резкое изменение азимутов  $C_u$  (рис. 3, а). Указанные признаки свидетельствуют о наличии аномалии проводимости, центральная часть которой расположена между Чистяково-Снежннской и Должанско-Садкинской синклиналями.

Частотный диапазон максимума  $C_u$  указывает на большую величину интегральной проводимости аномалиеобразующего объекта ( $G$ ).

Интересно сравнить распределение азимутов  $C_u$  (см. а на рис. 3) и главных направлений (Аз.  $Z_{max}$ ) основных импедансов (см. б на рис. 3), которые определены по полярным диаграммам. В пунктах, расположенных вблизи максимумов пространственных графиков  $C_u$ , азимуты указанных величин отличаются почти на  $90^\circ$ . Этот факт свидетельствует о близости проводящего объекта к двухмерной модели.

**Одномерная инверсия.** В то время как магнитовариационные данные позволили получить сведения о пространственном распределении аномальной проводимости земных недр, данные МТЗ могут помочь исследовать распределение проводимости с глубиной. На первом этапе ограничимся одномерной интерпретацией данных МТЗ и обсудим полученные 1D модели в пунктах наблюдений с точки зрения оценки основных характеристик распределения проводимости в регионе.

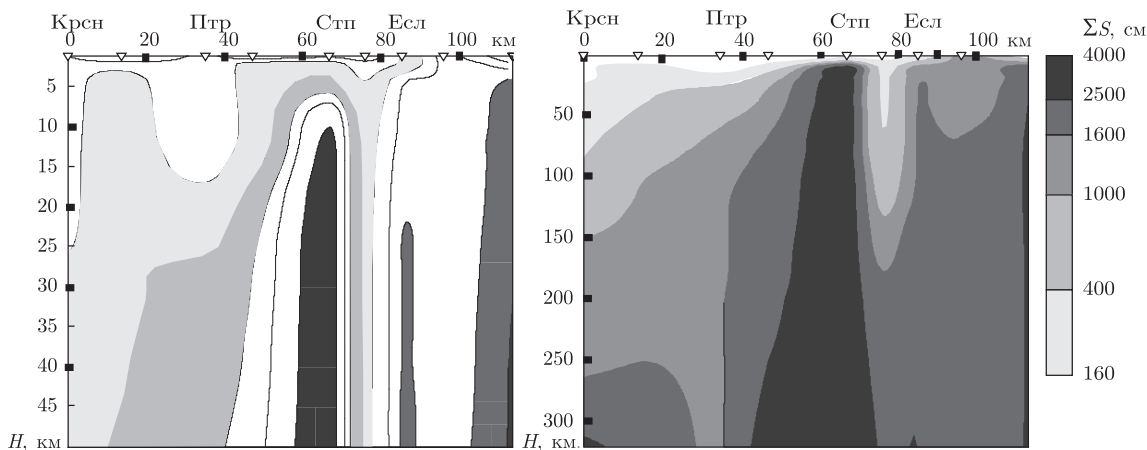


Рис. 4. Геоэлектрические разрезы земной коры и верхней мантии вдоль пр. ДБ-I

Так как МТ методы имеют плохую разрешающую способность по отношению к высокоомным породам, точно определить их сопротивление невозможно. Поэтому предпочтительнее оценивать геоэлектрические параметры величиной суммарной продольной проводимости ( $S$ ). Обозначим термином интегральное  $S$  ( $\sum S$ ), значение, равное сумме  $S$  определенного интервала глубин. На рис. 4 приведены геоэлектрические разрезы в виде зависимости  $\sum S$  от глубины, полученные по результатам одномерной инверсии методом ОССАМ [13]. Более обоснованный результат (ввиду большей точности построенных кривых МТЗ) получен для глубин земной коры (мощность земной коры взята, согласно [14]). Исходя из этого факта построены геоэлектрические модели с различным масштабом глубин для земной коры и верхней мантии.

Мерой применимости одномерной инверсии может служить величина горизонтального изменения  $\sum S$ . На протяжении профиля наиболее резкое изменение  $\sum S$  наблюдается на участке профиля от ПК50 до ПК90 на всем рассмотренном интервале глубин. Этот участок соответствует территории Донбасса от его границы с Приазовским массивом до Должанско-Садкинской синклинали. Аномально высокое значение  $\sum S$  для земной коры выявлено в П. Пбд. Если его не учитывать, то наблюдается логичное резкое уменьшение  $\sum S$  земной коры при переходе от Донбасса к Приазовскому массиву.

В результате анализа распределения  $\sum S$  по данным одномерной инверсии можно сделать вывод о наличии локальных неоднородностей проводимости, которые не позволяют проводить количественные оценки геоэлектрических параметров по одномерной инверсии.

Таким образом, подводя итоги анализа полученных интерпретационных параметров вдоль профиля, пересекающего части Приазовского массива и Донбасса, можно сделать следующие выводы.

На протяжении профиля выявлены аномальные объекты пониженного сопротивления (ОПС) как на территории Донбасса, так и Приазовского массива.

На Приазовском массиве ОПС располагается в верхних частях земной коры. Наиболее мощный по своим параметрам ОПС выявлен на территории Донбасса. По глубине ОПС может наблюдаться как в земной коре, так и верхней мантии.

Задача дальнейших исследований заключается в продолжении профиля на северо-восток с целью пересечения всей территории Донбасса и проведение двухмерной инверсии по комплексу интерпретационных параметров МТ поля.

1. Рокитянский И. И., Лысенко Е. С., Рокитянская Д. А. Аномалия геомагнитных вариаций в Донбасе // Докл. АН Украины. – 1988. – № 7. – С. 12–15.
2. Ингеров А. И., Бугримов Л. П., Рокитянский И. И., Колдунов А. А. Результаты региональных исследований МТЗ вдоль геотраверсов Ужгород-Ворошиловград и Армашат-Ахалцихе с целью изучения глубинного строения земной коры. – Киев: Геоинформ., 1990. – 275 с.
3. Ингеров А. И. Результаты изучения кристаллического фундамента Украинского щита электромагнитными зондированиями: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Днепропетровск, 1989. – 16 с.
4. Рокитянский И. И., Ингеров А. И., Байсарович М. Н. и др. Донбасская аномалия электропроводности // Геофиз. журн. – 1989. – 11, № 3. – С. 30–40.
5. Рокитянский И. И., Ингеров А. И., Лысенко Е. С. Новые данные о Донбасской аномалии электропроводности // Там же. – 1994. – 16, № 1. – С. 67–71.
6. Логвинов И. М., Лысенко Е. С. Геоэлектрическая модель тектоносферы вдоль геотраверса Приморск-Сватово // Докл. НАН Украины. – 1995. – № 10. – С. 95–97.
7. Александров А. Л., Гордиенко В. В., Деревская Е. И. и др. Глубинное строение, эволюция флюидно-магматических систем и перспективы эндогенной золотоносности юго-восточной части Украинского Донбасса. – Киев: Изд-во ИФИ Укр. науч. ассоциации, 1996. – 74 с.
8. Wieladek R., Ernst T. Application of the method of least squares to determining impulse responses and transfer functions // *Publs. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc.* – 1977. – G-1(110). – P. 3–12.
9. Egbert G. D., Booker J. R. Robust estimation of geomagnetic transfer function // *Geophys. J. Royal Astron. Soc.* – 1986. – 87. – P. 173–194.
10. Ладановский Б. Т. Алгоритм обработки данных МТЗ // Пятые геофизические чтения имени В. В. Федьнского. – 27 февр. – 01 марта, 2003 г. // Тез. докладов. – Москва: Центр ГЕОН. 2003. – С. 134–135.
11. Varentsov Iv. M. Joint robust inversion of MT and MV data // *Electromagnetic sounding of the Earth's interior: Methods in geochemistry and geophysics*, 40 / Ed. V. Spichak. – Amsterdam: Elsevier, 2007. – P. 189–222.
12. Жамалетдинов А. А., Петрищев М. С., Шевцов А. Н. и др. Электромагнитное зондирование земной коры в районе сверхглубоких скважин СГ\_6 и СГ\_7 в полях естественных и мощных контролируемых источников // Докл. АН. – 2012. – 445, № 2. – С. 205–209.
13. Constable S. C., Parker R. L., Constable C. G. Occam's inversion: a practical algorithm for the inversion of electromagnetic data // *Geophysics*. – 1987. – 52. – P. 289–300.
14. Ильченко Т. В., Степаненко В. М. Скоростная модель земной коры и верхов мантии Донбасса и ее геологическая интерпретация // Геофиз. журн. – 1998. – 20, № 2. – С. 95–105.

*Институт геофизики им. С. И. Субботина  
НАН Украины, Киев*

*Поступило в редакцию 31.01.2013*

**І. М. Логвінов, В. М. Тарасов, І. В. Гордієнко**

## **Результати магнітотелуричних досліджень на сході Донбасу**

*Уздовж профілю, який перетинає Приазовський масив і східний Донбас, виявлені аномальні об'єкти зниженого опору (ОЗО) як на території Донбасу, так і на Приазовському масиві. На Приазовському масиві ОЗО розташовується у верхніх частинах земної кори. Найбільш потужний, за своїми параметрами ОЗО виділяється в південній частині Донбасу. По глибині цей ОЗО може розташовуватися як в земній корі, так і в верхній мантиї.*

I. M. Logvinov, V. N. Tarasov, I. V. Gordienko

### The results of magnetotelluric investigations on the east of Donbas

*Along the line crossing the Priazov massif and the Eastern Donbas, the anomalous objects of low resistance (OLR) on the territory of Donbass and the Priazov massive were detected. The OLR at Priazov massive is situated at the top of the crust. The OLR most powerful in its parameters is located in the southern part of the Donbas. It can be located in the crust or upper mantle.*