

РЕЗУЛЬТАТЫ ОДНОМЕРНОЙ ИНВЕРСИИ ГЛУБИННЫХ МАГНИТОТЕЛЛУРИЧЕСКИХ ЗОНДИРОВАНИЙ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНОЙ УКРАИНЫ

Излагается методика и результаты определения геоэлектрических параметров мантии Земли на территории между 52° и 47.5° с.ш., 21° и 31° в.д. на основе одномерной инверсии обобщенных кривых зондирования. Обобщенные кривые построены путем сочленения кривых глубинных магнитотеллурических зондирования в отдельных пунктах площади с кривыми магнитовариационного зондирования, полученными с использованием спокойных солнечно-суточных вариаций и Dst- вариаций на геомагнитных обсерваториях Киев и Львов.

Ключевые слова: электропроводность; мантия Земли

Перед методом магнитотеллурического зондирования (МТЗ) возникают большие трудности при изучении глубинного геоэлектрического строения Земли. Методическим препятствием метода МТЗ на пути геоэлектрических исследований мантии Земли (а в осадочных бассейнах и консолидированной земной коры) служит экранирование глубинных объектов проводниками в земной коре, расположенных как вблизи, так и на значительном расстоянии от пункта наблюдения.

Наиболее сложным является определение меры искажения МТ-поля. Гальванические искажения МТ-поля приводят к статическому смещению амплитудных кривых МТЗ. Для исключения этого эффекта кривые МТЗ нуждаются в нормализации.

В настоящей работе, учет гальванических искажений заключается в восстановлении нормального положения низкочастотных ветвей кривых МТЗ, отражающих электропроводность нижних частей тектоносферы. Предполагается, что на глубинах, превышающих 300 км горизонтальные изменения электропроводности должны быть малыми и кривые зондирования, полученные на площадях сопоставимых по размерам с этой глубиной, должны сливаться на периодах больших трех часов. Поэтому для исследования геоэлектрического разреза земной коры и верхней мантии региональные МТЗ необходимо комплексировать с глубинными МТЗ (ГМТЗ), наблюдения на которых позволяют получить кривые МТЗ на периодах более часа. Необходимым условием построения обобщенных кривых зондирования является совпадение фазовых кривых импеданса, полученных из данных МТЗ и магнитовариационного зондирования (МВЗ).

Это важное правило основывается на том факте, что между кажущимся сопротивлением и фазой импеданса ($\varphi(\omega_0)$) существует дисперсионное соотношение второго рода [Бердичевский, Дмитриев, 2009]. В работе [Ваньян и др., 1961] показано, что основное влияние на величину $\varphi(\omega_0)$ имеют значения логарифмической производной в непосредственной близости к ω_0 (значение частоты, для которой определяется фаза).

Существование дисперсионного соотношения второго рода для двумерных и трехмерных моделей многие годы проверяется и находится много примеров, когда оно нарушается. Л.Л.Ваньян предложил итерационную процедуру [Бердичевский, Дмитриев, 2009], которая позволяет добиться существования кажущегося сопротивления и фазы импеданса, связанных друг с другом преобразованием Гильберта.

В настоящей работе для моделирования используются данные разных авторов, зачастую не представленные в главных направлениях импеданса. Известно, что при наличии сильных неоднородностей проводимости в недрах Земли значения кажущегося сопротивления и фазы импеданса сильно зависят от ориентации измерительных линий. Все кривые МТЗ были проанализированы с учетом этого факта и для интерпретации использованы только те кривые МТЗ, для амплитуд и фаз которых выполняется дисперсионное соотношение второго рода.

Наиболее простой способ определения геоэлектрических параметров среды – одномерная инверсия (1D). В работе используется инверсия OCCAM [Constable et al., 1987], которая заключается в подборе плавно изменяющихся по проводимости конечного числа слоев, аппроксимирующих экспериментальные данные. Инверсия OCCAM большой вес придает значениям фаз импеданса. Таким образом с помощью этого метода не только определяются геоэлектрические параметры среды, но и проверяется существование кажущегося сопротивления и фазы импеданса, связанных друг с другом преобразованием Гильберта.

Для инверсии использовались обобщенные кривые зондирования, построенные путем совмещения кривых МТЗ в отдельных пунктах с кривыми МВЗ на опорных пунктах. Результаты первого опыта использования такой комбинации для украинских обсерваторий с использованием данных МТЗ из аналоговых наблюдений приведен в работах [Semenov et al., 1996].

Для построения обобщенных кривых на отдельных пунктах в первую очередь было необходимо построить обобщенные кривые на опорных пунктах, в качестве которых были взяты

геомагнітні обсерваторії Київ і Львів. Обсерваторія Київ може виступати в якості опорної для пунктів розположених на території Восточно-Європейської платформи (ВЕП), а Львів – для Карпатського регіону (КР).

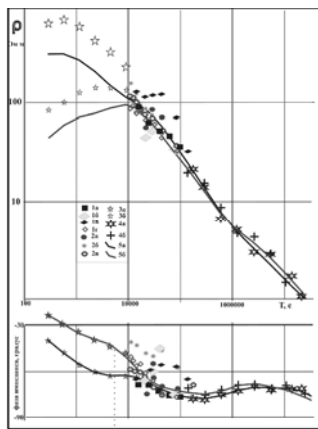


Рис. 1. Сопоставление обобщенных кривых зондирований с одномерной инверсией методом ОССАМ в обсерваториях Киев (5а) и Львов (5б).

Експериментальні дані: 1а - по методу обобщенного МВЗ; 1б, 2а - по даним проекту СЕМЕС (для ВЕП і Карпатського регіону, відповідно); 1в - по даним пари КІВ-Бвц; 2б - по даним пари ЛVV-МОР і по профілю PREPAN-95; по даним [Olsen, 1998] для КІВ (1г) і ЛVV (2в); криві ГМТЗ для КІВ (3а) і ЛVV (3б); МВЗ по D_{st} варіаціям для КІВ (4а) і ЛVV (4б).

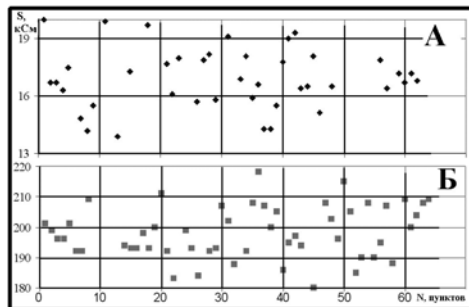


Рис. 2. Значения S_z на глубинах 600 км (А) и 740 км (Б).

На рис.1 приведен результат одномерной инверсии обобщенных кривых зондирований для обсерваторий КІВ і ЛVV, полученных путем сочленения данных ГМТЗ [Semenov et al., 2008], различных модификаций метода пространственных градиентов [Olsen, 1998; Logvinov, 2002; Ладанівський і др., 2010] і МВЗ по D_{st} варіаціям [Semenov, 1998]. Для діапазона періодів S_q варіацій значення ρ_k і фази імпеданса визначалися як середнегеометричне для всіх даних. Моделльні дані краще всього згодні з результатами по методу

обобщенного МВЗ (для амплитуд і фаз яких найкращим образом виконується дисперсійне співвідношення другого роду).

Для дальнішого аналізу були взяті приведені обобщенні криві МВЗ. В якості експериментальних кривих ГМТЗ використовувалися дані з [Інгерів, 1989; Трегубенко і др., 1989, 1994; Ладанівський і др., 2005; Ладанівський, Ляшук, 2006] і отримані співробітниками ІГФ НАН України [Гордієнко і др., 2005, 2011]. В результаті спостереження всіх методических вимог виявилось, що обобщенні криві зондирований з мінімальним розривом між даними ГМТЗ (приймались в розрахунок тільки ГМТЗ з періодами більше 7200 с) і МВЗ можна побудувати приблизно в 70 пунктах на території ВЕП і 20 – на території КР.

На першому етапі було проаналізовано зміну параметрів найбільш загальної для всієї ВЕП провідячого шару на глибинах більше 600 км [Semenov, 1998; Semenov et al., 2008]. Оказалось, що представлення геоелектрических параметрів розрізу в формі розподілу інтегральної провідності (S_z) з глибиною найбільш відповідає погрешностям, які вносять в кінцевий результат використовувані дані. Інтегральна провідність визначається в формі сумми S всіх шарів до розглядаваної глибини.

На рис.2 представлені значення S_z на глибинах 600 і 740 км в пунктах розположених на території Волинсько-Подільської плити і Українського щита. Значення S_z в обсерваторії Київ на цих глибинах становлять 16,5 і 203 кСм [Semenov et al., 2008], відповідно. На рис.2 проведені лінії значень S_z відповідні 20% відхиленню від такого для обсерваторії Київ на глибині 600 км і 5% відхиленню на глибині 740 км.

Як видно з малюнка на більше ніж 80% пунктів зондирований відхилення S_z не перевищує 20% на глибині 600 км і 5% на глибині 740 км. Для дальніших побудов розподілу геоелектрических параметрів були взяті результати тільки в тих пунктах, де погрешність визначення S_z не перевищала вказані значення.

Цей факт дає підставу вважати, що геоелектрические параметри на глибинах менше 600 км теж можуть бути визнані визначеними з погрешністю порядку 20%.

Література

- Бердичевський М.Н., Дмитрієв В.І. Моделі і методи магнітотеллурики.- М., Научний світ, 2009.- 680 с.
 Ваньян Л.Л., Кауфман А.А., Терехін Е.І. Розрахунок фазових кривих частотної зондування способом трансформації // Прикладна геофізика. М. : Гостоптехіздат, 1961.- Вип.30.- С.103-114.

- Гордиенко В.В., Гордиенко И.В., Завгородняя О.В., Ковачикова С., Логвинов И.М., Тарасов В.Н., Усенко О.В. Украинский щит (геофизика, глубинные процессы). - К.: Корвін прес. - 2005. - 210с.
- Гордиенко В.В., Гордиенко И.В., Завгородняя О.В., Ковачикова С., Логвинов И.М., Тарасов В.Н., Усенко О.В. Украинские Карпаты (геофизика, глубинные процессы). - К.: Логос. - 2011. - 128 с.
- Ингеров А.И. Результаты изучения кристаллического фундамента Украинского щита электромагнитными зондированиями. Автореф. дис. к. геол.-мин. наук. Днепропетровск, 1989.- 16 с.
- Ладанівський Б.Т., Ляшук Д.Н. Геоелектрична модель південно-західної околиці Східно-Європейської платформи вздовж профіля РП-5 Глибока – Кельменці//Доповіди НАН України, 2006.— № 5.— С. 99—104.
- Ладанівський Б.Т., Ляшук Д.Н., Сапужак Я.С., Чебан В.Д. Геоелектрична модель зони зчленування Передкарпатського прогину та Східно-Європейської платформи вздовж профіля РП-4а Косів–Мельниця–Подільська//Доповіди НАН України, 2005.— № 5.— С.99—104.
- Ладанівський Б.Т., Семенов В.Ю., Логвинов И.М. Методика магнитовариационного зондирования мантии Земли в диапазоне периодов 10^4 - 10^5 с // Геофиз. Журн, 2010. Т.32. № 3.-С.50-59.
- Трегубенко В.И., Мегедь Г.В., Горняк З.В., Василенко В.А. Результаты площадной съемки МТЗ м-ба 1:2500000 в западной части Украины // Киев: Геоинформ, 1994. - 210с.
- Трегубенко В.И., Финчук Л.Л., Белошадская Н.В. Результаты региональных работ методом МТЗ северо-западной части УССР//Киев: УТГФ, 1989. - 130 с.
- Adam A., Ernst T., Jankowski J., Jozwiak W., Hvozدارa M., Szarka L., Westergom V., Logvinov I., Kulik S. Electromagnetic induction profile (PREPAN95) from the East European Platform (EEP) to the Pannonian basin//Acta Geod. Geoph. Hung. —1997.—32(1-2). — P. 203—223.
- Ernst T., Jankowski J., Jozwiak W., Lefeld J., Logvinov I. Geoelectrical model along a profile across the Tornquist-Teisseyrezone in southeastern Poland//Acta Geophysica Polonica -2002. - Vol. 50, No. 4 - P.505-515.
- 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.
- Logvinov I.M. Estimating Deep Electrical Conductivity in Ukraine and around its region by the Horizontal Spatial Gradient Method//Acta Geoph. Polonica, 2002.-Vol. 50, No 4 - P.567-573.
- Olsen N. The electrical conductivity of the mantle beneath Europe derived from C-responses from 3 to 720 hr//Geophys. J. Int, 1998. -133. -P.298-308.
- Logvinov I.M. Estimating Deep Electrical Conductivity in Ukraine and around its region by the Horizontal Spatial Gradient Method//Acta Geoph. Polonica, 2002. -Vol.50, No.4.-P.567-573.
- Semenov V.Yu. Regional conductivity structures of the Earth's mantle//Publish. Inst. Geophys. Pol. Acad. Sc, 1998. - C-65(302). -122 p.
- Semenov V.Yu., Kulik S.N., Logvinov I.M. Estimations of the geoelectrical structure of the mantle in Ukraine//ДНАН України, - №12. - P.134-137.
- Semenov V.Yu., Pek J., Adam A., Jozwiak W.,Ladanyvskyy B., Logvinov I., Pushkarev P.,Vozar J. Electrical structure of the upper mantle beneath Central Europe: Results of the CEMES project//Acta Geoph.,2008.-v.56, N 4. -P. 957-981

РЕЗУЛЬТАТИ ОДНОВИМІРНОЇ ІНВЕРСІЇ ГЛИБИННИХ МАГНІТОТЕЛУРИЧНИХ ЗОНДУВАНЬ НА ТЕРИТОРІЇ ЗАХІДНОЇ УКРАЇНИ

І.М. Логвінов

Викладена методика і результати визначення геоелектричних параметрів мантиї Землі на території між 52° і 47.5° пн.ш., 21° і 31° сх.д. на основі одновимірної інверсії узагальнених кривих зондувань. Узагальнені криві побудовані шляхом зчленування кривих глибинних магнітотелуричних зондувань в окремих пунктах площі з кривими магнітоваріаційного зондування, отриманими з використанням спокійних сонячно-добових варіацій і Dst- варіацій на геомагнітних обсерваторіях Київ і Львів.

Ключові слова: електропровідність; мантия Землі

RESULTS OF 1 D INVERSION OF DEEP MAGNITOTELLURIC SOUNDINGS ON TERRITORY OF WESTERN UKRAINE

I.M. Logvinov

A method and results of determination of geoelectric parameters of mantle of Earth is expounded on territory between 52° and 47.5° с.ш., 21° and 31° в.д. on the basis of unidimensional inversion of the generalized crooked soundings. The generalized curves are built by the coarticulation of the crooked deep magnitotteluric soundings in the items of area with by the curves of the магнитовариационного sounding, got with the use of quiet daily sun-allowance variations and Dst- of variations on the geomagnetical observatories of Kiev and Lviv.

Keywords: conductivity, mantle of Earth.