

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ВЫБОРА СИСТЕМЫ РЕГИСТРАЦИИ ПРИ ИССЛЕДОВАНИИ АНИЗОТРОПИИ ГЕОЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СРЕДЫ

© 1999 г. А. К. Матевосян

*Институт геологических наук НАН РА
375019 Ереван, пр. Маршала Баграмяна 24а, Республика Армения
Поступила в редакцию 11.03.98.*

В настоящей статье на примере однородной поляризующейся анизотропной среды путем математических расчетов оценена зависимость величины относительного отклонения диаграмм интерпретируемых параметров кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости при исследованиях методами сопротивлений и вызванной поляризации от размеров и ориентировки взаимно перпендикулярных приемных линий. Поскольку в реальных условиях может возникнуть необходимость выполнения измерений двумя приемными линиями с ориентировкой, отклоненной от принятой ортогональной системы, предлагается пересчитывать соответствующие составляющие векторов измеряемых электрических полей, что полностью применимо при различных способах обработки и интерпретации данных векторной съемки и существенно расширяет возможности последней.

В статье [3], на основе математических расчетов показано, что при исследовании первичного электрического поля линейными (когда все как питающие, так и приемные электроды находятся на одной прямой) установками, расположенными на поверхности однородного полупространства с одноосной анизотропией удельного электрического сопротивления, изменение размеров приемных линий не приводит к изменению определяемых параметров кажущегося сопротивления. В случае же использования нелинейных (площадных) установок измерений, отсутствие учета ориентировки и размеров приемных линий может привести к существенным погрешностям исследований. С этой целью проведены теоретические расчеты параметров кажущегося сопротивления (КС) и кажущейся поляризуемости (КП) (табл. 1 и 2) анизотропной среды с параметрами: $\rho_{\parallel} = 12\rho_{\perp}$, $\eta_{\parallel} = 0.04$, $\eta_{\perp} = 0.28$, $\beta = 45^{\circ}$, $\alpha = 90^{\circ}$. Здесь ρ_{\parallel} и ρ_{\perp} – значения удельного электрического сопротивления вдоль и поперек плоскости анизотропии; η_{\parallel} и η_{\perp} – значения поляризуемости при тех же направлениях; β – угол между простиранием плоскости анизотропии и осью y ; α – угол падения плоскости анизотропии. Математические формулы, по которым определялись параметры электрических полей, приведены в [2]. Координаты питающих электродов: А(-6,-5), В(-3,7), С(7,-3), D(5,6) даны в условных единицах. Определялись x - и y -составляющие векторов плотности тока j , напряженностей первичного E_{\perp} и вторичного $E_{\text{вп}}$ полей в пункте наблюдений при различных вариантах подключения питающих электродов к источнику тока с целью возбуждения электрического поля требуемого направления, и вычислялись параметры КС (в единицах ρ_{\perp}) и КП для шести взаимно перпендикулярных приемных линий с конечными разносами и с центрами приемных линий, совмещенными с пунктом наблюдений (строки 1-6).

Результаты вычислений тех же параметров анизотропной среды для случая, когда разносы приемных линий бесконечно малы приведены в строке 7 таблиц 1 и 2. Нетрудно заметить, что в зависимости от выбранной системы регистрации первичного и вторичного (поля вызванной поляризации) электрических полей с конечными размерами

приемных линий в пункте наблюдений, величины параметров КС (ρ_s) и КП (η_s) могут варьировать от соответствующих величин тех же параметров, полученных с бесконечно малыми разносами приемных линий (измерительными диполями) в пределах первых десятков процентов.

Таблица 1

Параметры кажущегося сопротивления ρ_s в пункте наблюдений при исследовании анизотропной среды различными системами возбуждения и регистрации

Взаимно перпендикулярные приемные линии			Система возбуждения электрического поля							
№	величина разносов	ориентировка	ABC		ABD		ACD		BCD	
			ρ_{smax} ρ_{smin}	φ_{max}	ρ_{smax} ρ_{smin}	φ_{max}	ρ_{smax} ρ_{smin}	φ_{max}	ρ_{smax} ρ_{smin}	φ_{max}
1	2	0°	3.654 1.009	45.0°	4.393 0.263	-58.0°	3.697 0.251	-29.4°	5.252 0.988	44.7°
2	$2\sqrt{2}$	45°	3.664 0.840	45.2°	4.297 0.215	-58.3°	3.656 0.216	-29.3°	4.687 0.841	44.8°
3	4	0°	3.710 1.372	45.6°	4.645 0.348	-57.5°	3.813 0.347	-29.7°	5.945 1.371	44.4°
4	$2\sqrt{5}$	27°	3.536 1.033	38.9°	3.673 0.335	-63.0°	4.012 0.223	-32.9°	4.658 1.039	46.9°
5	$4\sqrt{2}$	45°	3.149 0.765	45.2°	3.424 0.242	-61.8°	3.016 0.243	-25.8°	2.884 0.765	44.7°
6	$2\sqrt{5}$	63°	3.659 1.024	51.5°	4.838 0.219	-54.5°	3.193 0.332	-24.5°	4.492 1.022	42.2°
7	0	0°	3.659 0.867	45.2°	4.363 0.219	-58.1°	3.667 0.221	-29.4°	5.055 0.867	44.7°

Таблица 2

Параметры кажущейся поляризуемости η_s в пункте наблюдений при исследовании анизотропной среды различными системами возбуждения и регистрации

Взаимно перпендикулярные приемные линии			Система возбуждения электрического поля							
№	величина разносов	ориентировка	ABC		ABD		ACD		BCD	
			η_{smax} η_{smin}	φ^*_{max}	η_{smax} η_{smin}	φ^*_{max}	η_{smax} η_{smin}	φ^*_{max}	η_{smax} η_{smin}	φ^*_{max}
1	2	0°	0.515 0.219	-44.9°	1.046 0.186	-25.7°	1.089 0.188	-63.4°	0.526 0.107	-44.9°
2	$2\sqrt{2}$	45°	0.576 0.199	-44.9°	1.348 0.165	-29.8°	1.332 0.169	-60.3°	0.576 0.071	-44.9°
3	4	0°	0.412 0.208	-44.8°	0.880 0.179	-21.6°	0.874 0.183	-68.4°	0.412 0.093	-44.8°
4	$2\sqrt{5}$	27°	0.493 0.187	-48.9°	0.985 0.204	-26.3°	1.375 0.127	-61.8°	0.493 0.045	-47.6°
5	$4\sqrt{2}$	45°	0.579 0.187	-44.9°	1.337 0.167	-29.7°	1.321 0.171	-60.4°	0.579 0.013	-44.9°
6	$2\sqrt{5}$	63°	0.494 0.186	-40.8°	1.396 0.123	-28.4°	0.982 0.207	-63.7°	0.494 0.045	-42.2°
7	0	0°	0.574 0.222	-44.9°	1.207 0.184	-28.3°	1.194 0.188	-61.8°	0.575 0.113	-44.9°

Степень относительного отклонения диаграммы кажущегося сопротивления ($\delta\rho_s$) или кажущейся поляризуемости ($\delta\eta_s$), полученной с конечными размерами приемных линий, от тех же параметров для бесконечно малых приемных линий, можно оценить по величине

$$\ddot{a}\tilde{n}_s = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{|\tilde{n}_{si} - \tilde{n}_{si}^0|}{\tilde{n}_{si}^0} \quad \text{или} \quad \ddot{a}\zeta_s = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{|\zeta_{si} - \zeta_{si}^0|}{\zeta_{si}^0},$$

где m – количество значений ρ_s (или η_s) при различных направлениях вектора плотности тока \mathbf{j} (или напряженности первичного поля \mathbf{E}_0), по которым производится усреднение; ρ_{si} и ρ_{si}^0 (или η_{si} и η_{si}^0) – величины кажущегося сопротивления, полученные в данном пункте с конечными и бесконечно малыми размерами приемных линий, соответственно для i -го направления вектора возбуждаемого поля.

Таблица 3

Значения среднего относительного отклонения (в процентах) кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости

Взаимно перпендикулярные приемные линии			Система возбуждения электрического поля							
			ABC		ABD		ACD		BCD	
№	величина разносов	ориентировка	$\delta\rho_s$	$\delta\eta_s$	$\delta\rho_s$	$\delta\eta_s$	$\delta\rho_s$	$\delta\eta_s$	$\delta\rho_s$	$\delta\eta_s$
1	2	0°	3.2	7.8	2.1	12.2	2.0	7.9	5.4	7.9
2	$2\sqrt{2}$	45°	0.6	2.7	1.8	10.8	0.4	10.6	6.6	5.6
3	4	0°	13.6	21.8	10.7	25.1	9.0	24.7	24.1	26.5
4	$2\sqrt{5}$	27°	10.9	14.5	19.8	16.2	14.4	14.1	8.3	20.7
5	$4\sqrt{2}$	45°	13.5	4.0	19.1	9.9	20.1	9.7	37.8	11.6
6	$2\sqrt{5}$	63°	10.8	14.5	20.1	14.7	22.2	15.5	10.9	20.6

В табл.3 приведены значения $\delta\rho_s$ и $\delta\eta_s$ для различных систем возбуждения и регистрации электрических полей в пункте наблюдений, а на рис.1 изображены диаграммы КС и КП для системы возбуждения ABC. Несмотря на то, что эти отклонения резко снижаются с уменьшением разносов приемных линий, однако при проведении детальных экспериментальных исследований следует учитывать это обстоятельство. В некоторых случаях результаты таких вычислений можно распространять (использовать) и при оценке рассматриваемых отклонений на результаты измерений электрических полей, возбуждаемых в неоднородных по электрическим свойствам геоэлектрических средах, что позволит оценить точность экспериментальных электрометрических работ.

По таблицам 1 и 2 можно также проследить изменение приведенных параметров в зависимости от выбранной системы возбуждения электрического поля (расстановки трех питающих электродов).

Зачастую в реальных условиях приходится выполнять измерения как измененным разносом приемной линии, так и отклоненной ориентировкой от принятых направлений x и y . В первом случае этот методический вопрос решается обычным путем: нормировкой по величине соответствующего разноса приемной линии. Во втором – предлагается пересчитывать соответствующие векторы регистрируемых электрических

ких полей (плотности тока, напряженностей первичного и вторичного полей) в пункте наблюдений вдоль произвольных осей p и q (т.е. p - и q -составляющих) во взаимно перпендикулярные x - и y -составляющие с использованием формул:

$$A_x = (A_p \sin \omega - A_q \sin \nu) / \sin(\omega - \nu) \quad \text{и} \quad A_y = (A_q \cos \nu - A_p \cos \omega) / \sin(\omega - \nu),$$

где A_x, A_y, A_p, A_q - x -, y -, p -, q -составляющие вектора \vec{A} в пункте наблюдений; ν и ω - углы между положительными направлениями оси x с осями p и q , соответственно (причем ν и ω считаются положительными при отсчете от полярной оси против часовой стрелки) (рис.2).

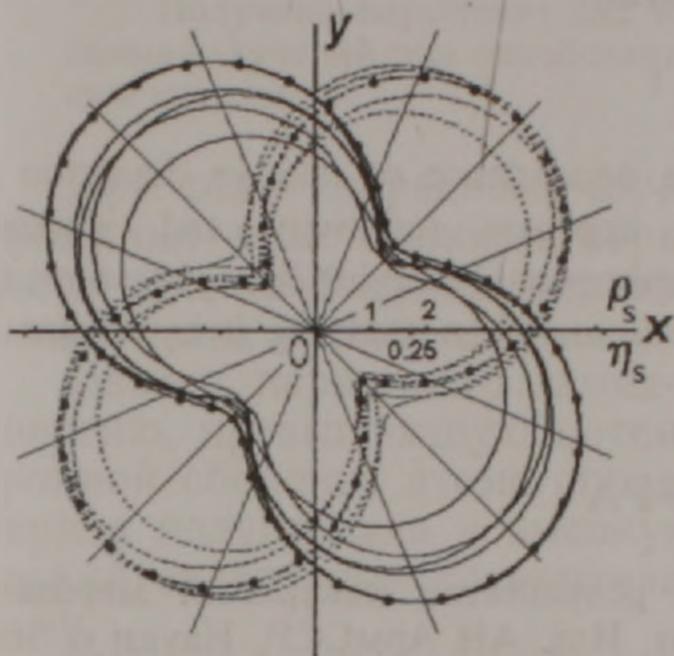


Рис.1. Диаграммы кажущегося сопротивления (пунктирные линии) и кажущейся поляризуемости (сплошные) при исследовании анизотропной среды с различными приемными линиями и системой возбуждения ABC (кружками обозначены соответствующие диаграммы, полученные приемными диполями).

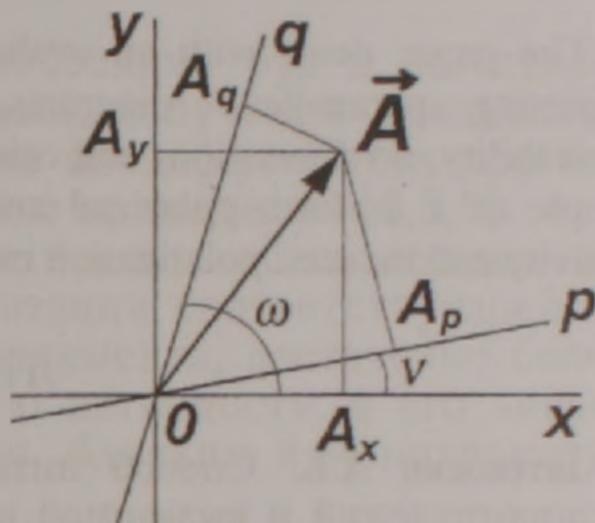


Рис.2. Схематическое представление осей координат и соответствующих составляющих вектора \vec{A} .

Заметим, что $(\omega - \nu)$ - величина угла между осями p и q , и при экспериментальных исследованиях желательно соблюдение условия $|\omega - \nu| \geq 30^\circ$. Очевидно, что предлагаемый пересчет, в частности, позволяет полностью применять ранее приведенные формулы с входящими в них x - и y -составляющими соответствующих векторов для обработки и интерпретации результатов наблюдений [1].

ՉԱՓՈՒՆ ՀԱՄԱԿԱՐԳԻ ԸՆՏՐՄԱՆ ԱՁԴԵՑՈՒԹՅԱՆ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ ԵՐԿՐԱԷԼԵԿՏՐԱԿԱՆ ՄԻՋԱՎԱՅՐԻ ԱՆԻՉՈՏՐՈՊԻԱՆ ՈՒՍՈՒՄՆԱՍԻՐԵԼԻՍ

Ա. Կ. Մաթոսյան

Ա մ փ ո փ ու մ

Տվյալ հոդվածում, մաթեմատիկական հաշվարկների միջոցով, գնահատված է մեկնաբանվող պարամետրերի՝ թվացող դիմադրության և թվացող բևեռացման, դիագրամների հարաբերական շեղման կախվածությունը, փոխուղղահայաց գրանցող գծերի չափսերից և ուղղվածությունից, համասեռ բևեռացող անիզոտրոպ միջավայրի օրինակի վրա, դիմադրության և հարուցված բևեռացման մեթոդներով ուսումնասիրություններ կատարե-

լիս: Քանի որ, իրական պայմաններում, կարող է լինել անհրաժեշտություն չափումները կատարել երկու գրանցող գծերի միջոցով, շեղված փոխուղղահայաց համակարգից, առաջարկվում է վերահաշվարկել չափվող էլեկտրական դաշտերի վեկտորների համապատասխան բաղադրիչները, ինչը լիովին կհուսալի է տարբեր եղանակներով վեկտորական հանույթի տվյալները մշակելիս և մեկնաբանելիս:

EVALUATION OF REGISTRATION SYSTEM SELECTION IMPACT WHEN STUDYING GEOELECTRICAL ENVIRONMENT ANISOTROPY

A. K. Matevosyan

Abstract

The paper deals with an evaluation of the dependence of relative deviation of interpreting parameters' diagrams, such as apparent resistivity and apparent polarizability, on dimensions and orientation of orthogonal receiving lines, based on the example of a uniform polarized anisotropic medium, when studying it by means of resistivity and induced polarization methods.

ЛИТЕРАТУРА

1. Матевосян А.К. Способ интерпретации результатов измерений методами сопротивлений и вызванной поляризации. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, XLI, № 3, с. 46-55.
2. Матевосян А.К. Изучение анизотропии электропроводности и поляризуемости пород с использованием различных систем возбуждения и регистрации электрических полей. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1989, XLII, №2, с.53-66.
3. Семенов А.С., Азарова Л.Ф. Поле точечного источника тока в анизотропной среде (радиальные производные потенциала). — Вестник ЛГУ, 1983, №6, с.72-75.