Н. М. АВЧЯН, Л. ГЕНТЕМАН, Г. В. МАРКОСЯН

THE ELASTIC WAVES VELOCITY ANISOTROPY IN THE ROCKS

Abstract

The elastic waves velocity anisotropy is considered caused by the rocks paleomagnetic stratification. This stratification is formed under the orientative influence of the geomagnetic field during the sedimentation of particles in the basins, during the magma crystallization and the ferromagnetics magnetostriction in the magnetization process. The anisotropy dependence on the paleomagnetic stratification theoretical analysis results are corroborated by experimental investigations of the velocity anisotropy relation to the ancient geomagnetic field elements, i. e. the azimuth and the inclination. Since the paleomagnetic stratification in sedimentary rocks is revealed as gravimagnetic layers, being perpendicular to the ancient geomagnetic field direction, the maximal velocity in a horizontal plane is fixed in a direction, which is parallel to those layers trend. The velocity is minimal in the perpendicular direction. The velocities ratio dependence, which are obtained from two mutually perpendicular directions on a given plane, on the conditional azimuth of the ancient geomagnetic field on the same plane, is clearly registered experimentally.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Авчян Г. М., Маркосян Г. Г.* Прогноз направления разрушения пород.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1987, т. XL, № 1, с. 63—66.
2. *Храмов А. Н., Шолпо Л. Е.* Палеомагнетизм. Принципы, методы и геологические приложения палеомагнетологии. Л.: Недра. 1967. с. 252.

Известия АН АрмССР. Науки о Земле XLI, № 3, 46—55. 1988.

УДК 550.837

А. К. МАТЕВОСЯН

СПОСОБ ИНТЕРПРЕТАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ МЕТОДАМИ СОПРОТИВЛЕНИЙ И ВЫЗВАННОЙ ПОЛЯРИЗАЦИИ

В статье предлагается методика построения диаграмм параметров кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости в зависимости от ориентировки возбуждаемого поля в пункте наблюдений. Рассмотрены параметры первичного и вторичного электрических полей для одного случая анизотропной среды при возбуждении поля многоэлектродной системой питающих заземлений. Предложен способ получения тензоров остаточного кажущегося сопротивления и остаточной кажущейся поляризуемости путем использования усредненных значений соответствующих параметров электрических полей. Даются основные интерпретируемые параметры при работах методами сопротивлений и вызванной поляризации, производится их сопоставление на примере анизотропной среды.

Рассмотрим особенности параметров кажущегося сопротивления (КС) и кажущейся поляризуемости (КП), полученных путем регистрации двух взаимно перпендикулярных составляющих электрических полей при различных направлениях возбуждаемого поля в пункте наблюдений .Для этого воспользуемся ортогональной системой коорди-

нат *ХОУ*, совмещенной с дневной поверхностью, и разместим приемные линии (диполи) по направлениям осей *x* и *y*. Тогда, по выражениям, характеризующим первичное и вторичное электрические поля при проведении векторной съемки [3], определим параметры КС и КП при различных направлениях возбуждаемого поля [5] по формулам:

$$\rho = E_0 \cos\alpha_1 / j = (E_{0x} j_x + E_{0y} j_y)/(j_x^2 + j_y^2),$$

$$\rho_v = E_0 \sin\alpha_1 / j = (E_{0x} j_y - E_{0y} j_x)/(j_x^2 + j_y^2), \qquad (1)$$

$$\eta_k = E_{вп} \cos\alpha_2 / E_0 = (E_{впx} E_{0x} + E_{впy} E_{0y})/(E_{0x}^2 + E_{0y}^2),$$

$$\eta_v = E_{вп} \sin\alpha_2 / E_0 = (E_{впx} E_{0y} - E_{впy} E_{0x})/(E_{0x}^2 + E_{0y}^2),$$

Здесь ρ_k и ρ_v—параметры кажущегося сопротивления, характеризующие первичное поле и представляющие собой скалярное и векторное произведения векторов напряженности первичного поля ($\vec{E}_0$) и плотности тока ($\vec{j}$); η_k и η_v—параметры кажущейся поляризуемости, характеризующие вторичное поле и представляющие собой скалярное и векторное произведения векторов напряженностей вторичного поля (поля вызванной поляризации) $\vec{E}_{вп}$ и $\vec{E}_0$; α_1—угол между векторами $\vec{E}_0$ и $\vec{j}_0$; α_2—угол между $E_{вп}$ и E_0; индексами *x* и *y* обозначены *x*- и *y*-составляющие вышеуказанных векторов. В выражения (1) входят значения первичного поля вместо поляризующего, используемого при векторной съемке [3]. Такое представление параметров, характеризующих геоэлектрическую среду, исключает влияние поляризуемости среды на параметры КС и удобнее при истолковании характера вторичного поля по параметрам КП.

Вычислим также величины полных значений КС и КП:

$$\bar{\rho} = E_0 / j = \sqrt{\rho_k^2 + \rho_v^2} \quad \text{и} \quad \bar{\eta}_i = E_{вп} / E_0 = \sqrt{\eta_{ik}^2 + \eta_{iv}^2}. \qquad (2)$$

Поскольку в реальных условиях регистрируют разности потенциалов электрических полей с конечными размерами приемных линий, то в выражениях (1) величины, составляющие плотности тока и напряженностей, можно заменить соотношениями: $j = I/Kl$ и $E = \Delta U/l$. Здесь K—коэффициент установки; l—разнос приемной линии; ΔU—разность потенциалов между приемными электродами; соответствующие индексы опущены.

В каждом пункте наблюдений (в центре приемных линий) путем подбора величин токов питающих заземлениях создается электрическое поле, ориентированное по различным азимутам, отличающимся друг от друга на 30° или 45°, в зависимости от требуемой детальности исследований [4,5]. По выражениям (1) и (2) определяются параметры КС и КП для каждого направления возбуждаемого поля и строятся диаграммы параметров кажущегося сопротивления в зависимости от направления $\vec{j}$ в пункте наблюдений и кажущейся поляризуемости—от направления E_0. Поскольку параметры ρ_k, ρ_v, η_k, η_v могут принимать как положительные, так и отрицательные значения, то для наглядного их отображения шкала значений соответствующих параметров выбирается таким образом, чтобы диаграмма не пересекалась. Иными словами, шкала диаграммы начинается со значений меньших минимальной величины соответствующего параметра, полученного при различных направлениях возбуждаемого поля. По диаграммам КС и КП определяются те направления возбуждаемого поля, при которых наблюдаются их экстремальные значения. В ряде случаев на результаты измерений вторичного поля значительно сказывается неоднород-

ность геоэлектрической среды по удельному электрическому сопротивлению, ввиду чего получаемые диаграммы КП не удается наблюдать с одинаковой детальностью. Тогда выполняются дополнительные измерения с соответствующими величинами токов, дополняющие этот пробел, а при необходимости и при ориентировках возбуждаемого поля, соответствующих экстремальным значениям исследуемых параметров.

Из выражений (1) и (2) следует: а) в случае отсутствия дифференциации исследуемой среды по удельному электрическому сопротивлению при любом направлении вектора плотности тока значения параметров ρ_n и ρ_τ равны удельному электрическому сопротивлению среды, а величина ρ_α равна нулю (диаграммы параметров КС в произвольном пункте наблюдений имеют форму окружностей); б) в случае отсутствия дифференциации исследуемой среды по поляризуемости, независимо от характера изменения среды по удельному электрическому сопротивлению, параметры η_n и η_τ равны между собой и соответствуют поляризуемости среды, а величина η_α равна нулю (диаграммы параметров КП в произвольной точке на поверхности исследуемой среды имеют форму окружностей, т. е. не зависят от направления первичного поля).

Рассмотрим конкретный пример реализации работ многоэлектродной установкой с вращающимся электрическим полем в пункте наблюдений при изучении однородной анизотропной среды со следующими параметрами: $\rho_n = 12\rho$, $\rho_\tau = \rho$, $\eta_n = 0{,}04$, $\eta_\tau = 0{,}28$, $\beta = 45°$, $\alpha = 90°$. Здесь ρ_τ и ρ_n — значения удельного электрического сопротивления вдоль и поперек плоскости анизотропии, η_τ и η_n — значения поляризуемости при тех же направлениях, β — угол между простиранием плоскости анизотропии и осью y; α — угол падения плоскости анизотропии. Приемные линии с общим центром, совпадающим с началом координат, ориентированы по осям x и y, и допускается, что их размеры значительно меньше разносов питающих заземлений. Координаты питающих электродов $A(-6, -5)$, $B(-3, 7)$, $C(7, -3)$ даны в условных единицах (рис. 1). В ряде случаев проводились вычисления с использованием питающего электрода W, отнесенного на бесконечность. Вычисления выполнялись с использованием выражения потенциала точечного источника тока в анизотропной среде [2]. Определялись x- и y-составляющие векторов $\vec{j}$, $\vec{E}_0$, $\vec{E}_{вп}$ в пункте наблюдений при различных вариантах подключения питающих электродов к источнику тока с целью получения возбуждаемого поля требуемого направления и вычислялись параметры КС и КП.

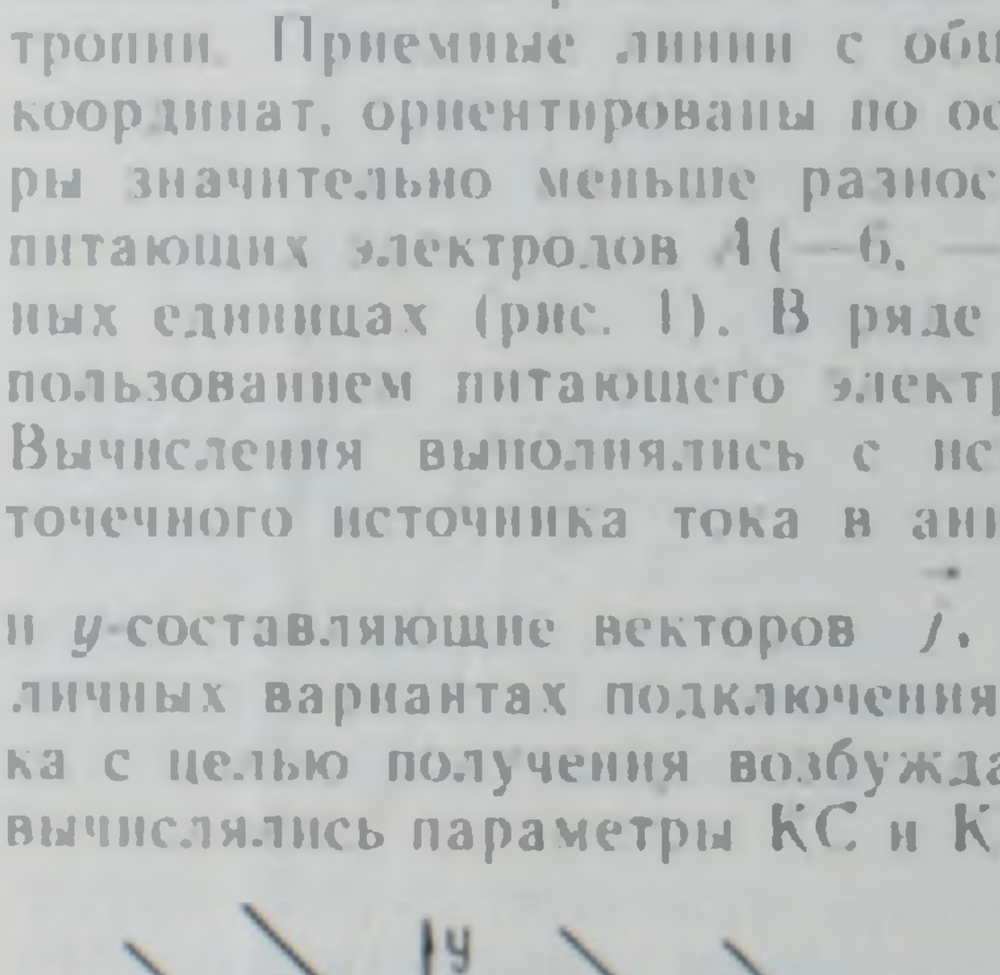

Рис. 1. Схема расположения питающих электродов A, B, C, и выбранная система координат, совмещенная с направлениями ориентировки приемных линий.

В таблице 1 даны значения параметров, характеризующих геоэлектрическую среду при проведении векторной съемки простыми (состоящими из двух питающих электродов) установками, вычисленные по формулам (1) и (2). В таблице 2 представлены значения соотношений токов в питающих заземлениях для получения в пункте наблюдений необходимого направления (δ — при изучении первичного поля, δ_0 — вторичного поля) векторов $\vec{j}(i_A, i_B, i_C)$ и $\vec{E}_0(i^*_A, i^*_B, i^*_C)$ [5] путем подключения известным способом [1] трех питающих элек

тродов к источнику тока. Из таблицы следует, что для изучения вторичного поля с одинаковой детальностью, т. е. с целью проведения измерений в пункте наблюдений при различных направлениях поля, изменяющихся на определенную величину (в данном случае через 15°), требуется не только значительно изменять величины соотношений токов в питающих заземлениях, но и в ряде случаев менять и подсоединения электродов к источнику тока. Здесь следует отметить, что при использовании только трех питающих электродов представленные способы подключения питающих электродов к источнику тока с данными величинами соотношений токов являются единственно возможными вариантами для получения заданного направления возбуждаемого электрического поля в пункте наблюдений.

Таблица 1

Параметры КС и КП при возбуждении поля различными простыми установками

Установка измерений	P_A	P_0	$\bar{P}$	η_A	η_0	$\bar{\eta}$
AB	2.873	—1.250	3.125	0.2315	0.0564	0.2383
AC	2.596	1.381	2.940	0.2313	—0.0577	0.2384
BC	0.867	0	0.867	0.5747	0	0.5747
AW	1.004	0.084	1.007	0.3884	—0.0035	0.3885
BW	—2.183	3.290	3.949	0.1974	0.0786	0.2124
CW	2.183	3.290	3.949	0.1974	—0.0786	0.2124

Таблица 2

Величины соотношений токов в питающих заземлениях при возбуждении поля многоэлектродной установкой

δ, ^{0}	i_A	i_B	i_C	i^*_A	i^*_B	i^*_C
90°	0.7986	—1	0.2024	0.2858	—1	0.7142
75°	1	—0.9562	—0.0438	0.4477	—1	0.5523
60°	1	—0.7366	—0.2634	0.7652	—1	0.2348
45°	1	—0.5464	—0.4536	1	—0.5045	—0.4955
30°	1	—0.3561	—0.6439	0.7705	0.2795	—1
15°	1	—0.1365	—0.8635	0.4496	0.5504	—1
0°	0.8594	0.1406	—1	0.2865	0.7135	—1
—15°	0.5941	0.4059	—1	0.1760	0.8240	—1
—30°	0.3223	0.6777	—1	0.0857	0.9143	—1
—45°	0	1	—1	0	1	—1
—60°	—0.3129	1	—0.6871	—0.0856	1	—0.9144
—75°	—0.5631	1	—0.4369	—0.1757	1	—0.8243

С использованием величин соотношений токов (табл. 2) вычислены диаграммы КС и КП (рис. 2,*а*) для случая многоэлектродной установки *ABC*. Эти диаграммы отчетливо отображают изменения параметров $\bar{\rho}$ и $\bar{\eta}$ в зависимости от направления возбуждаемого электрического поля в наблюдаемом пункте. На рис. 2, *б*, *в*, *г* изображены диаграммы $\bar{\rho}$ и $\bar{\eta}$, полученные многоэлектродной установкой с тремя питающими электродами, один из которых (W) отнесен на бесконечность. На рис. 2, *д*, *е*, *ж* приведены диаграммы $\bar{\rho}$ и $\bar{\eta}$, полученные многоэлектродной установкой, состоящей из двух автономных питающих линий. Диаграммы КС и КП характеризуются двумя взаимно перпендикулярными экстремальными значениями соответствующих параметров и определенной направленностью относительно системы координат. Значения основных интерпретируемых параметров представлены в табл. 3.

Из вышеприведенного материала очевидно, что диаграммы КС и КП, характеризующие первичное и вторичное поля в пункте наблюдений, определяются не только электрическими свойствами среды в его окрестностях, но и местонахождением питающих электродов (геоэлек-

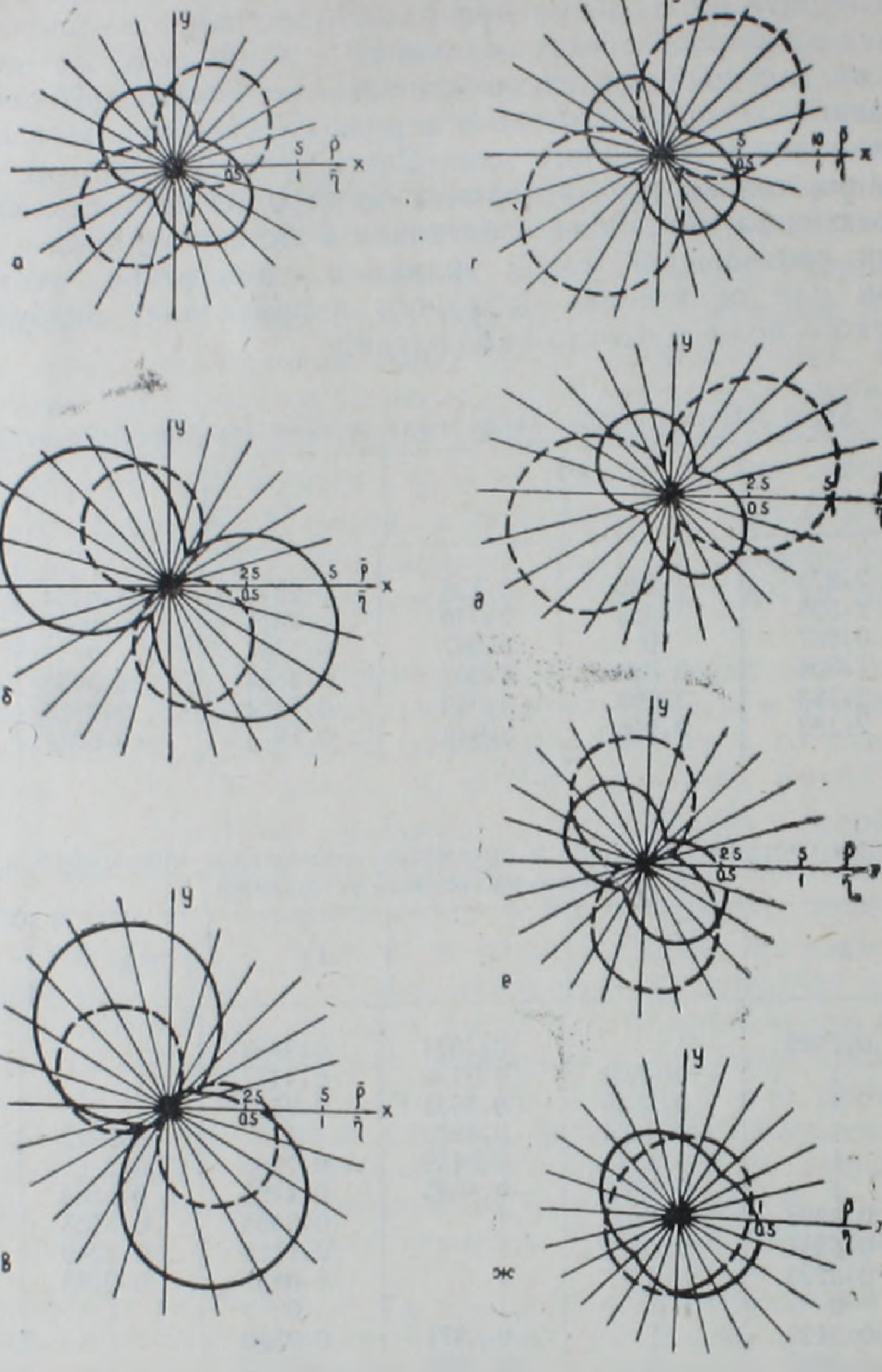

Рис. 2. Диаграммы параметров $\bar{\rho}$ (пунктирная линия) и $\bar{\eta}$ (сплошная) при возбуждении электрического поля различными установками (значения $\bar{\rho}$ даны в единицах ρ):
а—ABC, б—ABW, в—ACW, г—BCW, д—AB—CW, е—AC—BW, ж—BC—AW

трической средой в целом). Поэтому, на этапе обработки результатов измерений в каждом пункте наблюдений необходимо разработать такие способы интерпретации, которые позволили бы исключить, или по крайне мере уменьшить, влияние местонахождения питающих электродов на окончательный результат. С целью решения данного вопроса предлагается способ интерпретации, заключающийся в определении усредненных значений параметров первичных и вторичных электрических полей ($\bar{A}$ и $\bar{B}$) для каждого исследуемого пункта наблюдений при различных направлениях возбуждаемого электрического поля и получении параметров остаточного кажущегося сопротивления (ОКС) и остаточной кажущейся поляризуемости (ОКП). Вычисления усредненных значений x- и y-составляющих соответствующих параметров производятся по формулам:

Таблица 3

Параметры КС, КП при возбуждении поля различными многоэлектродными установками

Установка измерений	$\frac{\bar{\rho}_{max}}{\bar{\rho}_{min}}$	φ_{max}	$\frac{\bar{\rho}_{max}}{\bar{\rho}_{min}}$	$\sqrt{\bar{\rho}_{max}\cdot\bar{\rho}_{min}}$	$\frac{\bar{\tau}_{max}}{\bar{\tau}_{min}}$	φ_{max}	$\frac{\bar{\tau}_{1max}}{\bar{\tau}_{1min}}$	$\sqrt{\bar{\tau}_{1max}\bar{\tau}_{1min}}$
ABC	0,659 0,867	45,20°	4,220	1,781	0,5747 0,2222	—44,95°	2,586	0,3573
ABW	3,951 0,222	—64,62°	17,799	0,937	1,1722 0,1883	—28,36°	6,224	0,4699
ACW	4,051 0,217	—36,12°	18,706	0,937	1,2284 0,1838	—61,80°	6,682	0,4752
BCW	10,408 0,867	45,00°	12,000	3,005	0,5747 0,1810	—45,00°	3,175	0,3225
AB—CW	5,482 0,827	21,36°	6,627	2,129	0,5855 0,1998	—49,24°	2,929	0,3421
AC—BW	4,021 0,825	—77,96°	4,875	1,821	0,5875 0,1997	—40,78°	2,942	0,3425
BC—AW	1,020 0,860	57,07°	1,187	0,937	0,5747 0,3884	—44,62°	1,480	0,4724

$$\tilde{A}_x=\sum_{i=1}^{k} A_{xi}/n,\quad \tilde{A}_y=\sum_{i=1}^{n} A_{yi}/n \text{ —для метода сопротивлений и}$$

(3)

$$\tilde{B}_x=\sum_{i=1}^{n} B_{xi}/n,\quad \tilde{B}_y=\sum_{i=1}^{n} B_{yi}/n \text{ —для метода ВП,}$$

где n—количество пунктов наблюдений, по которым производятся усреднения. Затем с использованием результатов измерений, выполненных при двух соответствующих направлениях возбуждаемого электрического поля, можно получить тензоры ОКС P и ОКП H. Для этого составим систему линейных уравнений, характеризующих первичное поле:

$$\begin{aligned}
A_{x1}&=P_{xx}\tilde{A}_{x1}+P_{xy}\tilde{A}_{y1},\\
A_{y1}&=P_{yx}\tilde{A}_{x1}+P_{yy}\tilde{A}_{y1},\\
A_{x2}&=P_{xx}\tilde{A}_{x2}+P_{xy}\tilde{A}_{y2},\\
A_{y2}&=P_{yx}\tilde{A}_{x2}+P_{yy}\tilde{A}_{y2},
\end{aligned}$$

где в левой части уравнений представлены значения A, непосредственно измеренные (определенные) в исследуемом пункте. В этих выражениях индексами 1 и 2 обозначены соответствующие параметры при первом и втором направлениях возбуждаемого электрического поля. Решив эту систему уравнений, получим компоненты тензора ОКС:

$$\begin{aligned}
P_{xx}&=(A_{x1}\bar{A}_{y2}-A_{x2}\bar{A}_{y1})/(\bar{A}_{x1}\bar{A}_{y2}-\bar{A}_{x2}\bar{A}_{y1}),\\
P_{xy}&=(A_{x2}\bar{A}_{x1}-A_{x1}\bar{A}_{x2})/(\bar{A}_{x1}\bar{A}_{y2}-\bar{A}_{x2}\bar{A}_{y1}),\\
P_{yx}&=(A_{y1}\bar{A}_{y2}-A_{y2}\bar{A}_{y1})/(\bar{A}_{x1}\bar{A}_{y2}-\bar{A}_{x2}\bar{A}_{y1}),\\
P_{yy}&=(A_{y2}\bar{A}_{x1}-A_{y1}\bar{A}_{x2})/(\bar{A}_{x1}\bar{A}_{y2}-\bar{A}_{x2}\bar{A}_{y1}),
\end{aligned}$$

(4)

где P_{xx}, P_{xy}, P_{yx}, P_{yy}—компоненты тензора P, безразмерные величины. По нижеприведенным формулам определяются главные (максимальное и минимальное) значения тензора P:

$$P_{ex}=|\sqrt{(P_{xx}-P_{yy})^2+(P_{xy}+P_{yx})^2}\pm\sqrt{(P_{xx}+P_{yy})^2+(P_{xy}-P_{yx})^2}|/2 \quad (5)$$

и направления главных значений

$$\Phi_{ex}=\frac{1}{2}\left(\operatorname{arctg}\frac{P_{xy}+P_{yx}}{P_{xx}-P_{yy}}+\operatorname{arctg}\frac{P_{xy}-P_{yx}}{P_{xx}+P_{yy}}+\pi k\right), \quad (6)$$

где $k=0, 1$.

Аналогичным образом нормируется поле ВП в каждом пункте наблюдений. Компоненты тензора ОКП H определяются по выражениям

$$\begin{aligned}
H_{xx}&=(B_{x1}\bar{B}_{y2}-B_{x2}\bar{B}_{y1})/(\bar{B}_{x1}\bar{B}_{y2}-\bar{B}_{x2}\bar{B}_{y2}),\\
H_{xy}&=(B_{x2}\bar{B}_{x1}-B_{x1}\bar{B}_{x2})/(\bar{B}_{x1}\bar{B}_{y2}-\bar{B}_{x2}\bar{B}_{y1}),\\
H_{yx}&=(B_{y1}\bar{B}_{y2}-B_{y2}\bar{B}_{y1})/(\bar{B}_{x1}\bar{B}_{y2}-\bar{B}_{x2}\bar{B}_{y1}),\\
H_{yy}&=(B_{y2}\bar{B}_{x1}-B_{y1}\bar{B}_{x2})/(\bar{B}_{x1}\bar{B}_{y2}-\bar{B}_{x2}\bar{B}_{y1}).
\end{aligned} \quad (7)$$

Главные значения тензора H равны

$$H_{ex}=|\sqrt{(H_{xx}-H_{yy})^2+(H_{xy}+H_{yx})^2}\pm\sqrt{(H_{xx}+H_{yy})^2+(H_{xy}-H_{yx})^2}|/2, \quad (8)$$

а их направления определяются по формуле

$$\Phi^{*}_{ex}=\frac{1}{2}\left(\operatorname{arctg}\frac{H_{xy}+H_{yx}}{H_{xx}-H_{yy}}+\operatorname{arctg}\frac{H_{xy}-H_{yx}}{H_{xx}+H_{yy}}+\pi k\right). \quad (9)$$

При интерпретации результатов наблюдений по изучению первичного и вторичного полей могут быть использованы как параметры

$$P_{max},\ P_{min},\ \Phi_{max} \text{ и } H_{max},\ H_{min},\ \Phi^{*}_{max},$$ так и

$$P_{max}/P_{min},\ \sqrt{P_{max}\cdot P_{min}} \text{ и } H_{max}/H_{min},\ \sqrt{H_{max}\cdot H_{min}},$$

характеризующие распределения удельного электрического сопротивления и поляризуемости в области данного пункта наблюдений.

Таблица 4

Параметры ОКС, ОКП при возбуждении поля различными многоэлектродными установками

Установка измерений	ρ^{max}_{min}	Φ_{max}	$\frac{P_{max}}{P_{min}}$	$\sqrt{P_{max}\cdot P_{min}}$	H^{max}_{min}	Φ^{*}_{max}	$\frac{H_{max}}{H_{min}}$	$\sqrt{H_{max}H_{min}}$
ABC	0,979 0,879	45,00°	1,114	0,928	1,055 0,957	45,00°	1,103	1,005
ABW	0,951 0,908	54,00°	1,048	0,929	1,052 0,892	88,01°	1,179	0,969
ACW	0,977 0,876	40,07°	1,116	0,925	1,053 0,886	0,74°	1,187	0,966
BCW	0,980 0,879	45,00°	1,115	0,928	1,101 0,957	45,00°	1,151	1,026
AB—CW	0,980 0,879	44,47°	1,115	0,928	1,076 0,954	45,51°	1,127	1,013
AC—BW	0,980 0,879	45,49°	1,115	0,928	1,076 0,954	54,37°	1,128	1,013
BC—AW	0,977 0,879	44,84°	1,111	0,926	0,978 0,957	44,98°	1,022	0,967

В таблице 4 приведены результаты вычислений ОКС и ОКП для рассмотренной анизотропной среды. При расчетах усреднения параметров электрических полей выполнялись по смежным четырем пунктам, с координатами (—1, 0), (1, 0), (0, 1), (0, —1). Анализируя результаты расчетов, можно заметить, что параметры ОКС и ОКП (табл. 4) менее подвержены изменениям, связанным с выбором системы возбуждения поля, чем параметры КС и КП (табл. 3). Об этом свидетельствует относительно малое расхождение значений параметров ОКС и ОКП по сравнению с соответствующими параметрами КС и КП при использовании различных установок измерений. Поскольку значения параметров ОКС и ОКП близки к единице, то по ним можно судить о том, что в исследуемом пункте наблюдений отсутствует дифференциация среды по удельному электрическому сопротивлению и поляризуемости относительно смежных пунктов.

Таким образом, трансформация электрических аномалий с различными частотными характеристиками (аналогично трансформациям гравитационных и магнитных аномалий) и построение карт остаточных параметров позволят повысить достоверность в основном качественной интерпретации результатов электроразведочных исследований. Для установления количественных соотношений между элементами залегания возмущающих объектов и полями остаточных электрических аномалий необходимо разработать специальные способы последующей обработки результатов измерений.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии
Академии наук АрмССР

Поступила 14.IV.1987.

Ա. Կ. ՄԱՔՆՎՈՍՅԱՆ

ԴԻՄԱԴՐՈՒԹՅԱՆ ԵՎ ՀԱՐՈՒՅՎԱԾ ԲԵՎԵՌԱՑՄԱՆ ՄԵԹՈԴՆԵՐՈՎ ՉԱՓՄԱՆ ԱՐԴՅՈՒՆՔՆԵՐԻ ՄԵԿՆԱԲԱՆՄԱՆ ՄԻ ԵՂԱՆԱԿ

Ա մ փ ո փ ո ւ մ

Հոդվածում առաջարկվում է կառուցել թվացող դիմադրության և թվացող բևեռացման դիագրամներ՝ կախված դիտման կետում գրգռիչ դաշտի ուղղությունից։ Դիագրամները կառուցելու համար դիտարկման յուրքանչյուր կետում, սնուցող հողակցումներում հոսանքների մեծությունների ընտրությամբ, ստեղծվում է էլեկտրական դաշտ, որն ուղղված է տարբեր պիմուտներով՝ ուսումնասիրման մանրակրկիտությունից կախված։ Որոշվում են թվացող դիմադրության և թվացող բևեռացման պարամետրերը գրգռող դաշտի ամեն մի ուղղության դեպքում։ Թվացող դիմադրության պարամետրերի դիագրամները կառուցում են կախված հոսանքի խտության վեկտորի ուղղությունից դիտման կետում, իսկ թվացող բևեռացմանը՝ առաջնային դաշտի վեկտորի ուղղությունից։ Քանի որ այս պարամետրերը կարող են ընդունել ինչպես դրական, այնպես էլ բացասական արժեքներ, ապա նրանց ավելի դիտարժան տեսք տալու համար համապատասխան պարամետրերի արժեքների սանդղակն ընտրվում է այնպես, որ դիագրամը չհատվի։

Թվացող դիմադրության և թվացող բևեռացման պարամետրերի դիագրամներով որոշվում են գրգռող դաշտի այն ուղղությունները, որոնց դեպքում նրանք ընդունում են իրենց էքստրեմալ արժեքները։ Վերոհիշյալ պարամետրերի ուսումնասիրությունից կարելի է հետևություններ անել.

ա) դիտարկվող միջավայրի տեսակարար էլեկտրական դիմադրությամբ

տարբերակվածության բացակայության դեպքում, անկախ հոսանքի խտության վեկտորի ուղղությունից, ρ_k և ρ պարամետրերի արժեքները համապատասխանում են միջավայրի անիսոտրոպ դիմադրությանը, իսկ ρ_0 հավասար է զրոյի։

բ) դիտարկվող միջավայրի բևեռացմամբ տարբերակվածության բացակայության դեպքում, անկախ միջավայրի փոփոխությանն ըստ տեսակարար դիմադրության, η_k և η_{k+1} պարամետրերի համապատասխանում են միջավայրի բևեռացմանը, իսկ η_0 հավասար է զրոյի։

Հոդվածում քննարկված են բազմէլեկտրոդ համակարգի առաջնային և երկրորդային էլեկտրական դաշտերի պարամետրերը անիզոտրոպ միջավայրի մի դեպքի համար։ Ներկայացված թվացող դիմադրության և թվացող բևեռացման դիագրամների միջոցով, որոնք բնութագրում են դիտարկման կետում առաջնային և երկրորդային դաշտերը, որոշվում են ոչ միայն միջավայրի էլեկտրական հատկությունները այդ կետի, այլ նաև սնուցող հոդակցումների տեղակայման շրջակայքում։ Հետևաբար, անհրաժեշտ է դառնում մշակել այնպիսի մեկնաբանման եղանակներ, որոնք թույլ կտային վերացնելու, կամ թեկուզ փոքրացնելու հոդակցումների ազդեցությունը վերջնական արդյունքի վրա։ Այս հարցը լուծելու համար առաջարկվում է մշակման և մեկնաբանան մի եղանակ, որը կայանում է առաջնային և երկրորդային էլեկտրական դաշտերի միջինացված պարամետրերի որոշման միջոցով ստանալու մնացորդային թվացող դիմադրության և մնացորդային թվացող բևեռացման պարամետրեր՝ համապատասխան թեններ, նրանց հիմնական արժեքները և ուղղությունները։

Ներկայացված են հիմնական մեկնաբանվող պարամետրերը դիմադրության և հարուցված բևեռացման մեթոդներով աշխատելիս և տրված է նրանց համեմատություն անիզոտրոպ միջավայրի օրինակով։

A. K. MATEVOSIAN

AN INTERPRETATION MODE OF MEASUREMENT RESULTS BY METHODS OF RESISTANCES AND INDUCED POLARIZATION

A b s t r a c t

Methods of the apparent resistance and the apparent polarizability in dependence of the stimulated field orientation in the observation point plotting diagrams are suggested in this paper. The primary and secondary electrical fields parametres are considered for an anisotropic medium case during stimulating a field by the feeding groundings multielectrode system. The both residual apparent resistance and polarizability tensors obtaining methods are suggested by means of averaging the values of electrical fields corresponding parametres. The main interpreted parametres are brought during application the methods of resistances and induced polarization, these parametres are compared the anisotropic medium being an example.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Блох Ю. М.* Электропрофилирование методом сопротивлений. М.: Недра, 1971. 216 с.
2. *Бурсиан В. Р.* Теория электромагнитных полей, применяемых в электроразведке. Л.: Недра, 1972. 368 с.

3. *Комаров В. А.* Электроразведка методом вызванной поляризации. Л.: Недра, 1980 391 с.
4. *Матевосян А. К.* Способ геоэлектроразведки. Авторское свидетельство СССР № 1249607, 1986. Бюллетень изобретений № 29.
5. *Матевосян А. К.* Вращение направления возбуждаемого электрического поля многоэлектродной установкой.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, т. 41, № 2, с. 56—63.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XLI, № 3, 55—57, 1988.

УДК: 556.555.8 (479.25)

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ

П. М. КАПЛАНЯН

К ПРОБЛЕМЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД ОЗЕРА СЕВАН

Наблюдаемая в последние годы евтрофия озера Севан справедливо связывается с целым рядом процессов, протекающих как в самом озере, так и в бассейне в целом. При этом основными факторами, приводящими к увеличению ряда биогенных элементов и в первую очередь соединений азота (в основном нитратов), принято считать понижение уровня воды в озере и процессы антропогенного (равно как техногенного, так и сельскохозяйственного) загрязнения ряда водотоков, впадающих в озеро.

В данном сообщении автор, не опровергая этих точек зрения, все же основную причину существующего положения склонен видеть в региональном изменении всей системы процессов гипергенеза, протекающих сегодня в бассейне озера.

В связи с этим обратимся к природной биоклиматической обстановке, господствовавшей в пределах всего бассейна еще 50 лет назад и существующей ныне вне осушенной береговой зоны.

Для ландшафтов бассейна озера Севан характерен сухой континентальный климат с прохладным летом и морозной зимой. Максимум дождей выпадает весной и в начале лета, вторая половина лета—засушливая. Растительность—злаковая и разнотравная, характерная для умеренно-влажных степей. Преобладающими почвами являются горные черноземы. Мощность их достигает 50—60 *см*. Количество катионов превосходит количество анионов органических кислот. Поэтому возникающие кислые гумусовые вещества полностью нейтрализуются кальцием и магнием, что обеспечивает неподвижность гумуса и определяет слабощелочную и нейтральную среду. Избыток кальция поступает в нижние горизонты почв и осаждается в виде углекислого кальция, образуя известковый горизонт (последний образуется и на бескарбонатных породах). Поступающие сюда элементы и соединения задерживаются преимущественно в этом горизонте. Вымыванию подвержены лишь хлориды и сульфаты натрия и калия.

В этих условиях металлы, представленные в растворе в анионной форме, могут мигрировать в комплексе с натрием и калием. Катионы же металлов мигрируют преимущественно с хлором и сульфатами. Нейтральная и слабощелочная реакция раствора, слабое промывание почв обуславливают накопление в почвах целого ряда металлов. Кора выветривания верхнеплиоцен-четвертичных вулканических пород представлена обычно обызвесткованным суглинком с щебнем, которая названа Б. Б. Полыновым, проводившим здесь исследования в составе экспедиции Ф. Н. Левинсона-Лессинга в 1931—32 гг., обломочной-обызвесткованной. Типоморфным элементом почв и коры выветривания, естественно, является углекислый кальций.

Описанная природная обстановка не способствует широкому сносу материала (особенно органических кислот) в акваторию озера, хотя геолого-гидрогеологические условия береговой зоны (трещиноватые андезито-базальты, со слабым наклоном, обращенным к озеру) весьма благоприятны для подобного механизма. В результате ионная составляющая процессов гипергенеза, поступающая в акваторию озера, была небольшой и сбалансированной с составом ионного материала самого озера.

В связи с отмеченными неблагоприятными для земледелия условиями основным занятием местного населения являлось животноводство и рыболовство. Земледелие же носило спорадический характер и ограничивалось культивацией небольших участков на склонах.

Какова же геохимическая обстановка, господствующая в прибрежной зоне бассейна спустя 50 лет после упомянутых работ Б. Б. Полынова?

После понижения уровня озера на 18 *м* высвободилась полоса прибрежной зоны, достигающая местами (из-за пологости рельефа) ширины 4—5 *км*, которая впоследствии стала культивироваться под сельскохозяйственные угодья. Для повышения продуктивности вновь образованного на донных отложениях почвенного слоя стала при-