

Алгоритм дирекционного анализа геомагнитных пульсаций.

М.Н. Кулигин

Федеральное агентство по образованию МУРОМСКИЙ ИНСТИТУТ (ФИЛИАЛ) Государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «ВЛАДИМИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» ", 602264, г. Муром, ул. Орловская, 23, тел.: (49234) 2-15-72, Факс: (49234) 77273 E-mail: electron@mivlgu.ru

Стимулом количественных исследований электромагнитных полей геомагнитных пульсаций явилось доказательство возможности использования сопоставлений синхронных вариаций магнитного поля и земных токов для разведки строения земной коры. Представлялось, что этот метод, получивший название метода магнитотеллурических зондирований, окажется наиболее подходящим для исследования горизонтально-слоистых структур при разведке нефтяных месторождений.

Исследования структуры естественного электромагнитного поля Земли в диапазоне геомагнитных пульсаций, проводимые в ИФЗ РАН с середины шестидесятых годов, показали адекватность представления полей пульсаций моделью неоднородных плоских волн, распространяющихся вдоль земной поверхности [1]. В этой модели зависимость всех компонент поля от времени и горизонтальных координат имеет вид:

$$\exp(-i\omega t + ik_x x + ik_y y) \quad (1)$$

Метод определения характеристик горизонтального распространения (компонент комплексного горизонтального волнового вектора, направления распространения волны вдоль земной поверхности, ее фазовой скорости и пространственного затухания) по измерению всех шести компонентов электромагнитного поля пульсаций в одном пункте наблюдений был назван методом дирекционного анализа [2].

Компоненты k_x, k_y определяются из выражения (2):

$$K_j = \frac{i\sigma E_z E_j + \omega\mu H_z H_j}{H_x E_y - H_y E_x} = \alpha_j + i\beta_j, (j = x, y), \quad (2)$$

фазовая скорость и пространственное затухание:

$$\begin{aligned} v(\text{км/сек}) &= \omega \cdot 10^{-3} / \sqrt{\alpha_x^2 + \alpha_y^2}, \\ \delta(\text{дБ/1000км}) &= 2 \cdot 10^7 \log e \cdot \sqrt{\beta_x^2 + \beta_y^2} \end{aligned} \quad (3)$$

Важным следствием предложенной модели является возможность разделения измеряемого поля на парциальные поля электрического и магнитного типов и последующего вычисления скалярных парциальных импедансов волн каждого типа Z^e и Z^h . Через измеряемые компоненты полного поля и тангенс комплексного угла горизонтального распространения $T = k_y / k_x$ (2,5) импедансы определяются следующим образом:

$$Z^h = \frac{TE_x - E_y}{TH_y + H_x}, \quad Z^e = \frac{TE_y + E_x}{H_y - TH_x}. \quad (4)$$

Из решения прямой задачи для парциальных импедансов слоистого разреза [3] видно, что скалярные импедансы волн электрического и магнитного типов зависят от характеристик

горизонтального распространения в комбинации $k^2 = k_x^2 + k_y^2$, то есть, :

$$Z^{e,h} = Z^{e,h}(\omega, k^2). \quad (5)$$

На рис.1 представлена структурная схема алгоритма дирекционного анализа геомагнитных пульсаций. Предлагаемый алгоритм предназначен для обработки в реальном масштабе времени информации об электромагнитном поле пульсаций методом дирекционного анализа. Данный алгоритм служит для обработки геомагнитных пульсаций диапазона периодов 10-60 сек. Для таких периодов достаточно частоты опроса всех шести каналов один раз в секунду, емкость каждого из буферов составляет 256*6 чисел, время его заполнения 256 сек.

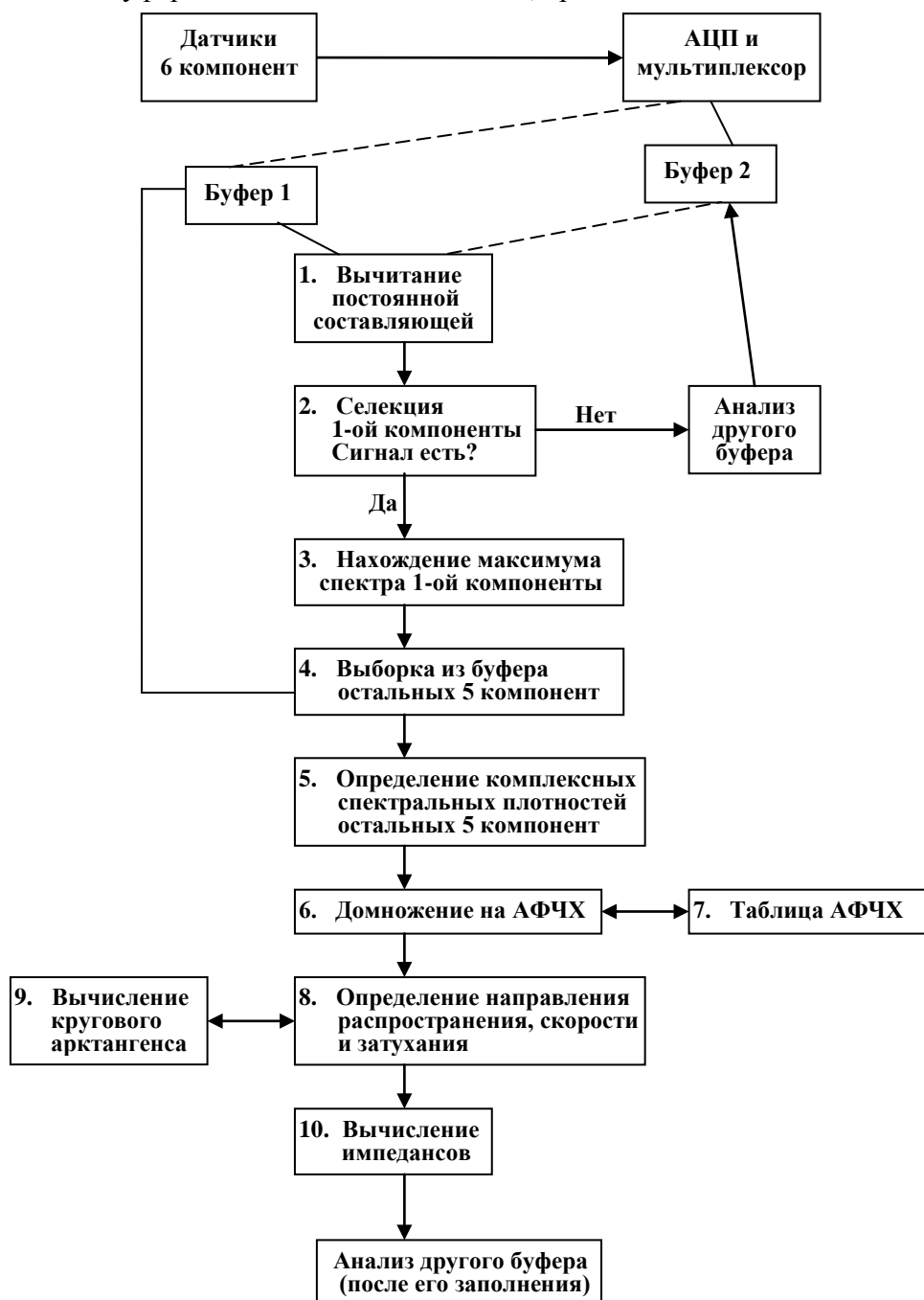


Рис.1 Структурная схема алгоритма дирекционного анализа геомагнитных пульсаций.

Литература

1. Развитие дирекционного анализа и магнитотеллурических зондирований земной коры на Дальнем Востоке. Сборник науч. статей: Под ред. М.Г. Савина, Владивосток, ДВНЦ АН СССР, 1976 г.
2. Четаев Д.Н., Моргунов В.А., Шаманин С.В. и др. Экспериментальное опробование математической модели описания поля геомагнитных пульсаций по данным трех наблюдательных пунктов. – В кн.: Структура электромагнитного поля геомагнитных пульсаций. Под ред. А.П. Иванова, Москва, 1980, с.4-48.
3. Шаманин С.В. Об импедансах слоистой среды для неоднородных плоских волн. – В кн.: Развитие дирекционного анализа и магнитотеллурических зондирований земной коры на Дальнем Востоке. Под ред. М.Г. Савина, Владивосток, ДВНЦ АН СССР, 1976, с.64-73.