

А.В. ЦАПЛЕВ

**Применение температурной
коррекции в системах
геоэлектрического контроля
геодинамических объектов**

УДК 004.04

Муромский институт
(филиал) ФГБОУ ВПО
«Владимирский
государственный
университет имени
А.Г. и Н.Г. Столетовых»,
г.Муром

В данной статье проведен анализ влияния температуры при проведении геоэлектрического контроля геодинамических объектов. Предложен алгоритм обработки данных геоэлектрического контроля, позволяющий уменьшить влияние температурных помех на результаты измерений.

Современные системы геодинамического контроля, построенные на базе геоэлектрических методов зондирования, обеспечивают высокоточное слежение за экзогенной геодинамикой среды и позволяют предопределить возможные критические ситуации. Высокая эффективность достигается увеличением чувствительности измерительной системы за счет начальной установки, оперативной подстройки и управления источниками зондирующих сигналов. Как показал опыт эксплуатации геоэлектрических установок в системах геодинамического контроля основным помехообразующим фактором, ограничивающим возможности этих систем, является температурная помеха. На практике использования геоэлектрических методов зондирования при контроле карстовых объектов уровень температурных помех в некоторых случаях на порядок превосходит уровень полезного сигнала.

В этой связи, в настоящей работе рассмотрены методы температурной коррекции полученных результатов в системах геоэлектрического контроля геодинамических объектов.

В ходе работы было проведено исследование влияния температурных помех на результаты геоэлектрического зондирования карстовых объектов [1]. Для обработки и анализа полученных результатов использовался метод моделирования [2], представляю-

щий исследуемую среду в виде неидеального диэлектрика с комплексным коэффициентом передачи $H(j\omega, T)$, значение которого также зависит от температуры.

В соответствии данной методикой были обработаны экспериментальные данные, полученные в результате долговременных наблюдений за геологическим разрезом. Пространственный коэффициент передачи среды отражает эквивалентную схему геометрического размещения зондирующего и приемных электродов по отношению к разрезу двух сред [3].

В эксперименте регистрировались действительная и мнимая составляющие коэффициента передачи среды (рис. 1), а так же температура на поверхности T_B и температура среды T_C . Данный метод моделирования позволяет на основе базовых геоэлектрических моделей описывать сложные геодинамические объекты [4]. После применения регрессионной температурной коррекции геодинамических данных зондирования получаем (рис. 2).

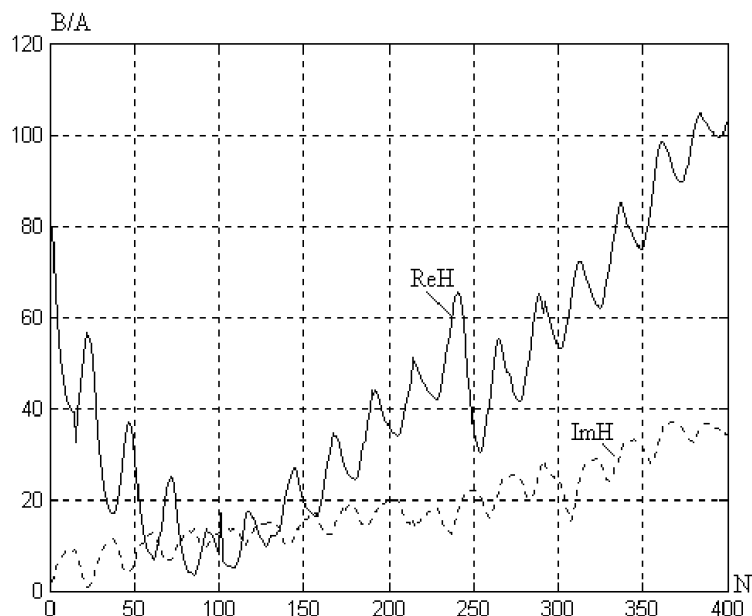


Рис. 1. Экспериментальные данные коэффициента передачи

Характерным участком обработки регистрируемых данных является окрестность точки $N=250$, для которой на графиках обработанных временных рядов видно резкое геодинамическое изменение активной составляющей коэффициента передачи среды, а на исходных рядах оно явно не выделяется и может быть отнесено к температурной деформации.



Рис. 2. Коэффициент передачи, после температурной коррекции

Предлагаемый принцип регрессионной обработки временных рядов в телеметрической системе геоэлектрического контроля с температурной коррекцией полученных результатов, основан на регистрации температуры в среде и на использовании базовой геоэлектрической модели, учитывающей влияния температуры.

Он основан на том, что общее время регистрации коэффициента передачи среды разбивается условно на N геодинамически стабильных интервалов (т.е геодинамическое изменение коэффициента передачи стационарно и равно $\Delta H_i(\omega)$). В результате имеем линейное регрессионное соотношение, объединяющее интервалы времени, и позволяющее выделить геодинамический тренд, которое имеет следующий вид:

$$H(\omega, T) = H(\omega, T_0) + \alpha_T T + \Delta H_i(\omega),$$

где i – интервал измерений,

α_T – температурный коэффициент.

Для каждого интервала времени геодинамика среды полностью определяется вариациями коэффициента передачи:

$$\Delta_i = H(\omega, T_0) + \Delta H_i(\omega)$$

Регрессионное соотношение формируется исходя из целевой функции:

$$\Psi(\omega, T) = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M (H_{ij}(\omega, T) - \alpha_T T_{ij} - \Delta_i)^2,$$

где N – количество интервалов контроля геодинимического процесса; M – количество точек измерений в интервале контроля.

Минимизация этого соотношения приводит к системе из $N+1$ уравнений:

$$\begin{cases} \alpha_T \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M T_{ij}^2 + \sum_{i=1}^N \Delta_i \sum_{j=1}^M T_{ij} = \sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M H_{ij} T_{ij} \\ \alpha_T \sum_{j=1}^M T_{ij} + \Delta_i M = \sum_{j=1}^M H_{ij}, \quad (i = 1, \dots, N) \end{cases}$$

В соответствии с этим определяется геодинимический тренд с учетом температурной коррекции:

$$\Delta_i = \bar{H}_M - \bar{T}_M \frac{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M H_{ij} (T_{ij} - \bar{T}_M)}{\sum_{i=1}^N \sum_{j=1}^M T_{ij} (T_{ij} - \bar{T}_M)},$$

$$\bar{H}_M = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M H_{ij}, \quad \bar{T}_M = \frac{1}{M} \sum_{j=1}^M T_{ij}$$

Для оценки эффективности применяемой регрессионной обработки проведен спектральный анализ исходных данных и полученных по алгоритму БПФ в среде MATLAB. Оценку подавления температурной помехи производился на основной суточной частоте:

$$D(\Omega_1) = 10 \lg \frac{H_2(\Omega_1)}{H_1(\Omega_1)},$$

где $H_1(\Omega_1)$ – данные, полученные на суточной частоте до регрессионной обработки

$H_2(\Omega_1)$ - данные, полученные на суточной частоте после обработки соответственно.

Применение рассмотренных выше регрессионных соотношений на основе регистрации температуры в среде, позволило уменьшить температурную помеху на 12,4 дБ на суточной частоте по результатам спектральной оценки экспериментальных данных.

Таким образом в ходе анализа полученных результатов выявлено, что основное влияние температурная помеха оказывает на

геодинамические и электромагнитные параметры геологической среды. Особо сильное влияние этой помехи проявляется в случае исследования приповерхностных геодинамических объектов глубиной залегания до 20 м. Данная температурная геодинамическая помеха требует применения дополнительной информационной обработки регистрируемых данных.

Литература

1. *Кузичкин, О.Р.* Исследование влияния климатических помех в многоканальных устройствах измерения параметров геоэлектрических сигналов [Текст] / О.Р. Кузичкин, А.В. Цаплев, А.Н. Камшилин // Радиотехника, 2008. – №9. С. 38-41.
2. *Цаплев, А. В.* Алгоритм параметрической температурной коррекции результатов геоэлектрического зондирования [Текст] / А. В. Цаплев, О.Р. Кузичкин // Вопросы радиоэлектроники, сер. ОТ, 2010, вып.1. С.128-133
3. *Цаплев, А.В.* Температурная коррекция результатов геомониторинговых исследований на основе параметрических моделей сред [Текст] / А.В. Цаплев, О.Р. Кузичкин // Проектирование и технология электронных средств. 2007. №2. С.39-43
4. *Кузичкин, О.Р.* Алгоритмы геодинамической оценки пространственных вариаций приповерхностных неоднородностей [Текст] / О.Р. Кузичкин, А.В. Цаплев // Современные проблемы радиоэлектроники. – Вып. 2. – Ростов-на-Дону: Изд-во РГПУ, 2008.