Записки Санкт-Петербургского горного института имени Г.В.Плеханова.
Т.130. СПб, 1992

УДК 550.83:519.2

В.В.ГЛАЗУНОВ

АДАПТИВНЫЙ ФИЛЬТР ОБНАРУЖЕНИЯ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ ТРУБОК ВЗРЫВА

Аномалии геофизических полей трубок взрыва часто имеют небольшую интенсивность и соизмеримы с полями-помехами, которые связаны с локальными неоднородностями верхней части геологического разреза. Это обстоятельство обусловливает потребность в разработке эффективного фильтра обнаружения изометрических аномалий на фоне интенсивных помех. Отметим, что в литературе, посвященной поиску трубок взрыва с помощью геофизических методов [4, 5], алгоритм требуемого фильтра нам не удалось обнаружить. Это обстоятельство в совокупности с потребностями практики обусловило разработку алгоритма фильтра обнаружения и выделения аномалий вертикальных тел вращения, к которым близки трубки взрыва [3, 6]. Алгоритм базируется на принципах адаптивной фильтрации, предложенной А.А.Никитиным для выявления аномалий линейно вытянутых объектов [ ], и особенностях магнитных полей вертикальных тел вращения [1, 2].

Фильтр обнаружения основан на определении величины $\epsilon = \gamma\mu$, где γ – коэффициент, зависящий от протяженности аномалии; μ – отношение сигнал-помеха.

Величина γ вычисляется по значениям магнитного поля ΔT, заданным в пределах площади круга ω. Радиус круга соответствует радиусу автокорреляции τ искомой аномалии. Координаты точек в пределах ω определяют полярный радиус $\rho \in [0,\tau]$ и полярный угол $\phi \in [0,2\pi]$, который отсчитывается от оси Ox, произвольно ориентированной на плоскости наблюдения. Для вычисления γ необходимо определить дисперсию значений поля, заданных на полярном радиусе:

$$D^2(\phi) = \frac{1}{\tau}\int_0^{\tau}\left\{\Delta T(\rho,\phi) - \Delta\overline{T}(\phi)\right\}^2 d\rho,$$

где среднее значение поля

$$\Delta\overline{T}(\phi) = \frac{1}{\tau}\int_0^{\tau}\Delta T(\rho,\phi)\,d\rho.$$

Выбрав максимальное D^2_{max} и минимальное D^2_{min} из значений дисперсий, вычисленных при различных направлениях полярного радиуса, можно найти значение искомого коэффициента $\gamma = D_{min}/D_{max}$.

Величину μ выразим, согласно А.А.Никитину [7], через средний квадрат амплитуды сигнала $\bar{S}^2$ и дисперсию помехи σ^2:

$$\mu = \bar{S}^2/\sigma^2. \qquad (1)$$

Для определения величин, входящих в формулу (1), нужно получить формулы для вычисления среднего и дисперсии значений поля ΔT, заданных на окружности произвольного радиуса, описанной относительно центра области ω. Формула для оценки среднего значения имеет вид

$$\Delta\bar{T}_{ji}(\rho) = \frac{1}{t_i\tau}\int_{-\pi}^{\pi} h_{ji}(\phi)\,\Delta T(\rho,\phi)\,d\phi, \qquad (2)$$

где $j = 0, 1, 2$; $i = 0$ при $j = 0$, $i = 1$ и $i = 2$ при $j \neq 0$, $t = 1$ при $i \neq 0$, $t = 2$ при $i = 0$; $h_{ij}(\phi)$ – весовая функция,

$$h_{ij}(\phi) = \begin{cases} \cos j\phi, & i = 0,1 \\ \sin j\phi, & i = 2. \end{cases} \qquad (3)$$

Дисперсию значений поля позволяет вычислить формула вида

$$\delta^2(\rho) = \frac{1}{2\pi}\int_{-\pi}^{\pi}\left\{\Delta T(\rho,\phi) - \sum_{j,i=0}^{2} h_{ji}(\phi)\,\Delta\bar{T}_{ji}(\rho)\right\}^2 d\phi. \qquad (4)$$

Определив среднее $\Delta\bar{T}_{ji}(\rho)$ и дисперсию $\delta^2(\rho)$ значений поля, заданных на окружности радиусом ρ, нетрудно вычислить средний квадрат амплитуды сигнала

$$\bar{S}^2 = \frac{1}{\tau}\sum_{j,i=0}^{2}\Delta\bar{T}_{ji}^2\,d\rho \qquad (5)$$

и дисперсию помехи в области

$$\sigma^2 = \frac{1}{\tau}\int_0^{\tau}\delta^2(\rho)\,d\rho. \qquad (6)$$

Необходимо отметить, что эти формулы получены для гармонического приближения поля ΔT произвольно намагниченного источника. Поскольку ΔT является элементом магнитного поля наиболее общего вида, фильтр, основанный на формулах (2)–(6), пригоден для обнаружения аномалий любой составляющей магнитного поля произвольно намагниченного объекта рассматриваемого класса. Заметим, что фильтр можно использовать для обработки гравитационного поля, представленного потенциалом или его производными первого или второго порядка. Для увеличения скорости обработки поля Δg на ЭВМ в формулах (2)–(5) следует положить j и i равными нулю.

Необходимо иметь в виду, что алгоритм фильтра рассчитан на обработку полей, не содержащих фоновой составляющей. Поэтому перед фильтрацией следует исключить фон из наблюдаемых значений поля методами тренд-анализа.

Для обнаружения аномалий „трубочного" типа в пределах исследуемой площади необходимо преобразовать значения поля ΔT или Δg в значения σ.

Местоположение искомых аномалий можно установить по областям, где значения $\mathcal{E}$ превышают некоторые пороговые значения $\mathcal{E}_{пор}$. Величина $\mathcal{E}_{пор}$ выбирается по данным обработки фильтром аномалий, связь которых с искомыми объектами установлена в результате бурения. Вероятность обнаружения ложных и пропуска искомых аномалий по значениям $\mathcal{E} \geq \mathcal{E}_{пор}$ можно легко оценить методами, разработанными в теоретических основах обработки геофизической информации [7].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Глазунов В.В. *Использование тензорного исчисления для описания магнитного поля* трехмерных тел // Вопросы геофизики. 1988. Вып. 32. С. 103-112.

2. Глазунов В.В. Разложение магнитных аномалий ΔT и Z трехмерного источника на естественные ортогональные компоненты // Записки Ленинградского горного ин-та. 1984. Т. 101. С. 62-69.

3. Логачев А.А., Захаров В.П. Магниторазведка. Л.: Недра, 1979. 351 с.

4. Магниторазведка: Справочник геофизика. М.: Недра, 1990. 470 с.

5. Миков Б.Д. Гравиразведка и магниторазведка при поисках объектов трубочной формы. М.: Недра, 1985. 92 с.

6. Милашев В.А. Трубки взрыва. Л.: Недра, 1984. 268 с.

7. Никитин А.А. Теоретические основы обработки геофизической информации. М.: Недра, 1986. 342 с.