

М. М. НИКОЛАИШВИЛИ

ИНТЕРПОЛЯЦИЯ ГЛУБИН ЗАЛЕГАНИЯ КРИСТАЛЛИЧЕСКОГО ФУНДАМЕНТА МЕЖДУ СЕЙСМИЧЕСКИМИ ПРОФИЛЯМИ С ПОМОЩЬЮ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ

(Представлено академиком Б. К. Балавадзе 4.7.1980)

Комплексирование гравиметрических и сейсмометрических данных прокладывает путь к наиболее оптимальному решению обратной задачи гравиметрии, цель которого заключается в геологической интерпретации поля аномалии силы тяжести [1, 3]. В настоящей статье ставится вопрос об интерполировании данных сейсмометрии (глубины залегания плотностных границ раздела в осадочном комплексе) при помощи локального гравитационного поля.

Рассмотрим эту задачу для трехмерного случая аномальных гравитирующих масс.

Пусть в точках $P_i(x_i, y_i)$, ($i = 1, 2, \dots, n$) прямоугольной сеточной области заданы: высоты рельефа Z_i , значения некоторой функции U_i (в данном случае аномалии силы тяжести) и в некоторых из них H_{k_j} ($j = 1, 2, \dots, n_i < n$, $k_j < n$) — глубины поверхности раздела (рис. 1), называемые в дальнейшем опорными узлами.

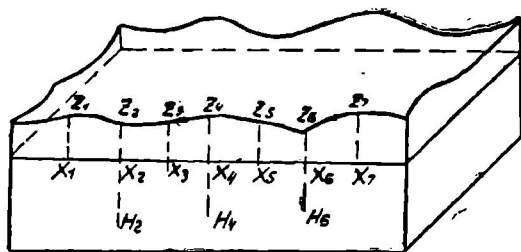


Рис. 1

Задача состоит в вычислении глубин H_i во всех точках $P_i(x_i, y_i)$ кроме опорных, на основе заданных исходных информации (Z_i , U_i , H_{k_j}).

В начале выделим локальную составляющую V_i заданной функции U_i , которую представим в виде

$$V_i = U_i - a_0 - a_1 x_i - a_2 y_i - a_3 z_i. \quad (1)$$

Коэффициенты a_t ($t=0, 1, 2, 3$) ищутся методом наименьших квадратов. Так, путем минимизации правой части выражения (1) можно получить систему нормальных уравнений, из которых определяются коэффициенты линейной формы, а затем вычисляются локальные составляющие V_i в каждой точке сеточной области.

Примем, в первом приближении, что корреляционная зависимость между глубиной поверхности раздела H_i и локальным гравитационным полем имеет линейный характер, т. е.

$$H_i = b_0 + b_1 V_i.$$

Для определения b_0 и b_1 возьмем некоторое число n_2 таких опорных узлов k_j ($j=1, 2, 3, \dots, n_2$), чтобы детерминант полученной системы был бы отличен от нуля. Располагая значениями b_0 и b_1 можно вычислить H_i в каждом узле.

Для выделения локального поля Δg коэффициент корреляции вычисляется по формуле

$$r = \frac{\sum_{j=1}^{n_2} (V_{k_j} - \bar{V})(H_{k_j} - \bar{H})}{n_2 \sigma_V \sigma_H},$$

где \bar{V} и \bar{H} — средние значения соответствующих величин, а σ_V и σ_H — их дисперсии:

$$\sigma_V = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n_1} (V_{k_j} - \bar{V})^2}{n_1 - 1}}, \quad \sigma_H = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n_1} (H_{k_j} - \bar{H})^2}{n_1 - 1}}.$$

Погрешность ϵ_r вычисления коэффициента корреляции (из-за конечного числа выборок n_1) допускает оценку

$$|\epsilon_r| = \frac{1-r^2}{\sqrt{n_1}}.$$

Для проверки эффективности предложенных алгоритмов была составлена программа на языке PL/I для машины ЕС-1022 и были выполнены расчеты на разных физических моделях аномальных тел.

Составленная программа универсальна и работает при любых значениях следующих исходных данных:

M — число точек по оси x ; N — число точек по оси y ; N_1 — число опорных узлов; h — шаг интерполирования; Z_i , U_i и H_i — соответственно высоты рельефа, аномалии силы тяжести и глубины поверхностей раздела в узлах результативного прямоугольника.

Модель представляет совокупность семи прямоугольных параллелепипедов (рис. 2), простирающихся вдоль оси y на 100 км, а их ширины вдоль оси x имеют соответственно значения: I и VII — 200 км, II, III, V и VI — 1 км и IV — 2 км. Глубины залегания поверхностей раздела показаны на рис. 2. Плотности всех параллелепипедов постоянны и равны 1 г/см^3 .

Наблюденное поле, т. е. суммарное поле вдоль профиля, проходящего через эпицентр аномальных тел, представлено кривой U . Из общей площади наблюдения, в качестве результативного прямоугольника (прямоугольная площадь, в угловых точках которой определяются глубины

залегания поверхностей раздела) берется прямоугольник площадью $23 \times 8 = 184 \text{ км}^2$, с центром в эпицентре четвертого параллелепипеда.

Для расчетов число опорных узлов было взято 32, которые располагались на четырех симметричных профилях, с глубинами поверхностей раздела 6 и 9 км.

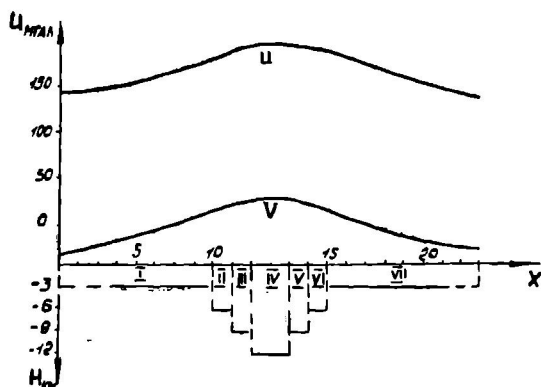


Рис. 2

Расчеты показали высокую эффективность предлагаемого метода интерполирования глубин залегания поверхностей раздела. Особенно следует отметить, что глубина поверхности раздела для центрального параллелепипеда по расчетам получилась равной 11,75 км, а для модели она равна 12 км. Коэффициент корреляции $r = -0,7$, а погрешность $\epsilon_r = 0,09$.

Следует заметить, что если бы на результативном участке глубины H определялись без учета локального поля V (путем линейной площадной интерполяции), то поверхность 12-километровой глубины вообще не отбивается.

Аналогичные расчеты проводились на моделях с различным числом аномальных тел (параллелепипедов) при их различных параметрах (ширины тела и глубины залегания поверхности раздела). Модельные исследования показали, что предлагаемый алгоритм дает значительно меньший эффект в том случае, когда ширина тела, поверхность которого подлежит выявлению, значительно меньше глубины его залегания.

И, наконец, предлагаемая методика интерполирования глубин залегания плотностных границ раздела может найти эффективное практическое применение для участков, на которых опорные узлы будут распределены сравнительно равномерно в характерных точках изучаемого участка.

ა. ნიკოლაიშვილი

ფუნდამენტის სიღრმის ინტერპოლაცია სეისმურ პროფილებს შორის
გრავიტაციული ველის საშუალებით

რეზიუმე

განხილულია სეისმური მონაცემების (სიმკვრივეული გამყოფი ზედაპირის ჩაწოლის სიღრმე) ინტერპოლაცია ლოკალური გრავიტაციული ველის საშუალებით, რომლის გამოყოფა ხდება წრფივი კანონით. დამყარებულია კორელაციური დამოკიდებულება გამოყოფილ ლოკალურ ველსა და ჩაწოლის სიღრმეს შორის.

GEOPHYSICS

M. M. NIKOLAISHVILI

INTERPOLATION OF THE DEPTHS OF OCCURRENCE OF THE
CRYSTALLINE FOUNDATION BETWEEN SEISMIC PROFILES
BY MEANS OF A GRAVITATIONAL FIELD

Summary

The paper deals with interpolation of the seismometrical data on the occurrence depths of the density boundaries by means of the local gravitational field, the latter being identified by the linear law. A correlational connection is established between local gravitational field and the occurrence depth of the boundary surface of the crystalline foundation.

ლიტერატურა — ЛИТЕРАТУРА — REFERENCES

1. В. И. Гольдшмит. Сов. геология, № 8, 1970.
2. Г. И. Каратаев. Сб. «Гравитационная модель коры и верхней мантии Земли», Киев, 1979.
3. Г. И. Каратаев, М. Т. Сербуленко, Ю. М. Гусев и др. Решение некоторых задач гравиразведки и магниторазведки на электронных цифровых машинах. Новосибирск, 1962.