

УДК 550.8

К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ КАЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА ПРИ РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ИНТЕРПРЕТАЦИИ ГРАВИМЕТРИЧЕСКИХ АНОМАЛЬНЫХ ПОЛЕЙ

© 2011 г. Е.Г. Булах, М.Н. Маркова, Е.П. Лапина

Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины, г. Киев, Украина

При измерениях гравитационного поля на земной поверхности в условиях сильнопересеченной местности в наблюдаемые данные существенный вклад вносит характер рельефа – в измеренном поле отражаются не только аномальные массы, но и особенности топографии региона, вследствие чего процесс качественного анализа источников поля нетривиален. Описан один из возможных методов проведения качественного анализа исходных данных, суть которого состоит в использовании некоторой совокупности трансформант, включая технику аналитической аппроксимации гравитационного поля. Процесс решения задачи иллюстрируется примером.

Ключевые слова: качественный анализ, аналитическая аппроксимация, гравитационное поле, рельеф дневной поверхности, фоновая составляющая, минимизация функционала, метод подсобных тел, трансформанты, гауссова кривизна.

Введение

Вид аномалий гравитационного и магнитного полей при наблюдениях на сильнопересеченной местности зависит не только от формы и положения источников аномальных масс, но и в значительной степени от характера рельефа. Поэтому при интерпретации данных в горных регионах всегда возникает проблема вычисления поля в точках горизонтальной плоскости по значениям, измеренным в разновысотных пунктах наблюдений. Часто для решения этой проблемы применяются алгоритмы аппроксимации аномальных полей аналитической функцией. Попытки аппроксимировать наблюдаемое гравитационное поле полями сингулярных источников (в том числе точечных) предпринимались очень давно. Назовем ряд отечественных работ, в которых были сделаны, по-видимому, первые шаги в этом направлении: [Шалаев, 1972; Страхов, 1973, 2005; Страхов, Лапина, 1975; Цирульский, Никонова, 1975], а также более поздние публикации, авторы которых внесли заметный вклад в решение упомянутой задачи [Аронов, 1990, 2000; Трошков, 1994; Долгаль, 1999].

Постановка задачи

Пусть массы, обладающие избыточной плотностью σ , сосредоточены в некоторых односвязных областях D_j ($j = 1, 2, \dots, jk$), обуславливая в точках дневной поверхности аномалию силы тяжести.

Выберем систему координат, поместив ее начало в фиксированную точку на дневной поверхности. Ось аппликата направим вертикально вниз, как это принято в задачах гравиметрии и магнитометрии. Координатная плоскость XOY в этом случае горизонтальна и совпадает с дневной поверхностью, если последняя может рассматриваться как горизонтальная плоскость.

В заданном аномальном поле выбрано n точек и сформирован следующий массив данных:

$$\Delta gn(x_i; y_i; z_i) = \Delta gn(i), \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (1)$$

Далее следовало бы перейти к качественному анализу аномального поля, при котором каждая его вариация соответствовала бы геологическому объекту. Однако ряд обстоятельств может сильно усложнить решение такой задачи. Аномальное поле (1) определено в разновысотных точках дневной поверхности, что способно существенно повлиять на общую структуру исходного поля. В связи с этим исходное поле (1) заменяется аналитической функцией с использованием метода подсобных тел по А.К. Маловичко [1956]. Более конкретно эту сторону интерпретационного процесса мы рассмотрим далее.

О задачах, которые должны быть решены аналитической аппроксимацией исходного поля

Переходя к конкретизации процесса интерпретации, необходимо иметь в виду два важных обстоятельства.

1. Исходное поле (1), заданное таблично, аппроксимируется аналитической функцией. На первом этапе подсобная модель может не быть согласованной с вероятным распределением неоднородностей геологической среды, поскольку поставлена задача получить аналитическое выражение, достаточно точно отображающее табличную функцию (1).

Такой подход позволяет решать очень важные задачи качественного анализа аномального поля. В фиксированных ранее точках получаем достаточно близкую по численным значениям теоретическую функцию:

$$\Delta gt(x_i; y_i; z_i) = \Delta gt(i), \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (2)$$

2. На следующем этапе решения интерпретационной задачи подсобная функция должна быть согласована с вероятным распределением плотностных неоднородностей в самом приближенном виде.

Аналитическая аппроксимация исходного поля аномалии силы тяжести

Было решено, что исходное поле (1) заменяется полем подсобной модели, представленной совокупностью шаровых или стержневых тел, при минимальных отличиях поля этой модели от исходного. Возможны два подхода к этой процедуре.

Первый подход. Наиболее просто подсобная модель представляется совокупностью шаровых тел, которая описывается следующими параметрами:

$$P = \left\{ m; (M; a; b; c)_j, \quad j = 1, 2, \dots, m \right\}. \quad (3)$$

Из этого выражения следует, что модель состоит из m шаровых тел; каждое j -тое тело имеет избыточную массу; местоположение тела определяется координатами его центра. Линейные величины удобнее всего выражать в километрах.

В качестве единицы измерения избыточной массы примем 10^9 т. При таком выборе гравитационная постоянная равна 6.67, а аномалия силы тяжести будет выражаться в миллигалах. Теперь местоположение подсобной модели может дать численные значения некоторых параметров, определяющих положение реальных источников аномального поля. Ранее решение прямых и обратных задач в классе шаровых тел рассматривалось в работе [Булах, Маркова, 2006].

Наблюдаемое гравитационное поле, заданное таблично, представим формулой:

$$\Delta gt(x, y, z, P) = k \sum_{j=1}^m \frac{M_j (c_j - z)}{\left[(a_j - x)^2 + (b_j - y)^2 + (c_j - z)^2 \right]^{3/2}}. \quad (4)$$

Далее необходимо решить достаточно сложную задачу, а именно найти численные значения параметров $P = P^*$, обеспечивающие минимальное расхождение между полями (1) и (4).

Следует отметить одно обстоятельство. Известно, что местоположение эквивалентного шара достаточно хорошо описывает симметричные тела. Если же гравитационное тело имеет небольшую мощность по вертикали и значительные горизонтальные размеры, то центр шара с полем, близким к исходному, располагается ниже центра тела и соответствующая ему точка может вообще быть вне гравитирующих масс.

Если тело имеет значительную вертикальную мощность, а в горизонтальной плоскости его размеры невелики, то шар, эквивалентный такому телу по аномальному полю, располагается в верхних его слоях.

Второй подход. Вместо шара строится трехстержневое тело; его стержни направлены вдоль координатных осей, пересекаются и образуют симметричный объект. Такая модель определяется следующей последовательностью параметров:

$$P = \left\{ jk; (c_x; c_y; c_z)_j; (2t_x; 2t_y; 2t_z)_j; (\lambda_x; \lambda_y; \lambda_z)_j, j = 1, 2, \dots, jk \right\}, \quad (5)$$

где jk – количество тел, из которых состоит модель; $(c_x; c_y; c_z)_j$ – координаты центра симметрии каждого из этих тел; $(2t_x; 2t_y; 2t_z)_j$ – длина стержней; $(\lambda_x; \lambda_y; \lambda_z)_j$ – линейные массы, размерность которых следует учитывать при анализе. Если площадь поперечного сечения стержня ΔS_j , то $\lambda_j = \sigma \Delta S$, где σ – объемная плотность.

Такое аппроксимационное построение рассматривалось ранее в работах [Булах, Шиншин, 2000, 2002]. Построенная модель обуславливает аномальное поле, которое определяется полем каждого стержня и записывается в виде:

$$\Delta gt(x, y, z, P) = \sum_{j=1}^{jk} [V_1 + V_2 + V_3];$$

$$V_1(x, y, z, P) = \frac{-k\lambda_z}{\left[(c_x - x)^2 + (c_y - y)^2 + (\zeta - z)^2 \right]^{1/2}} \Bigg|_{c_z - t_z}^{c_z + t_z};$$

$$V_2(x, y, z, P) = \frac{k\lambda_y (\eta - y) (c_z - z)}{\left[(c_x - x)^2 + (c_z - z)^2 \right] \left[(c_x - x)^2 + (\eta - y)^2 + (c_z - z)^2 \right]^{1/2}} \Bigg|_{c_y - t_y}^{c_y + t_y}; \quad (6)$$

$$V_3(x, y, z, P) = \frac{k\lambda_x (\xi - x) (c_z - z)}{\left[(c_y - y)^2 + (c_z - z)^2 \right] \left[(\xi - x)^2 + (c_y - y)^2 + (c_z - z)^2 \right]^{1/2}} \Bigg|_{c_x - t_x}^{c_x + t_x}.$$

Таким образом, для того, чтобы минимизировать расхождения между полями (1) и (6) необходимо найти соответствующий вектор $P = P^*$ (здесь и далее под вектором понимается последовательность каких-либо элементов, расположенных в ранее установленном порядке).

О сопоставлении исходного поля аномалии силы тяжести с теоретическим

Если исходное поле аномалии силы тяжести, представляемое выражением (1), заменить аналитической функцией (4) или (6), то надо будет решить задачу поиска численных значений вектора P^* , при которых минимизируются невязки сопоставления полей.

Сопоставление полей выполним в метрике L_2 ; тогда вектор P^* минимизирует функционал вида

$$F(P) = \sum_{i=1}^n [\Delta gn(i) - \Delta gt(i, P)]^2. \quad (7)$$

Выражение (7) подчеркивает то, что функционал определен только параметрами подсобной модели. Эта задача может быть решена градиентным методом скорейшего спуска.

Отметим, что как теоретическая, так и практическая стороны этой непростой задачи были развиты в работах [Канторович, 1945, 1947, 1948]; некоторые пояснения к ней можно найти в более поздней обзорной работе [Булах, 2006]. Устойчивые методы решения задач гравиметрии описаны в работах [Старостенко, 1978; Старостенко, Оганесян, 2001].

Градиентный метод скорейшего спуска предусматривает, что на начальном этапе интерпретатором выбираются численные значения вектора $P = P^{(0)}$ и находятся численные значения функционала (7).

Алгоритмический подход позволяет изменять ранее выбранные численные значения и последовательно в итерационном режиме получать новые значения вектора $P = P^*$. В этом случае исходное поле может быть заменено теоретическим.

О некоторых осложнениях определения аномального поля, выбранного для решения поставленной задачи

Пусть аномальное поле (1) определено в точках достаточно сложного рельефа дневной поверхности и осложнено региональным фоном. Рассмотрим два подхода к обработке исходных данных.

Первый подход. Подсобная модель выбирается так, чтобы исходное поле полностью описывалось функцией (4) или (6). В этом случае фоновая функция не выделяется.

Второй подход. Функционал (7) усложняется; теоретическая функция делится на две части, одна из которых описывает влияние геологической модели, вторая – фоновую составляющую. В функционал (7) добавляется функция координат внешних точек, которая должна аппроксимировать фоновое влияние. Имеем:

$$F(P; A) = \sum_{i=1}^n [\Delta gn(i) - \Delta gt(i, P) - f(i, A)]^2. \quad (8)$$

Функцию $f(i, A)$ можно представить в виде полинома не выше второй степени:

$$f(x_i; y_i; A) = f(i, A) = A_0 + A_1 x_i + A_2 y_i + A_3 x_i y_i + A_4 x_i^2 + A_5 y_i^2. \quad (9)$$

Алгоритм минимизации усложняется. Каждый итерационный цикл делится на две части. Определяются параметры подсобной модели и фоновая функция (9). Фон исключается, и функция (1) отражает распределение неоднородностей геологической среды. Эта функция описывается аналитической формулой (4) или (6), что позволяет получить аномальное гравитационное поле (1) в точках горизонтальной плоскости $Z=0$.

Об одной из сторон качественных методов интерпретации геологических задач

Интерпретатор имеет возможность получить аномальное поле (1) в точках горизонтальной плоскости. Аналитические функции могут быть продифференцированы, и для проведения качественного анализа можно использовать некоторую совокупность трансформант. Запишем некоторые из них:

$$\Delta gn(x, y, z) = \{ \Delta gn(x, y); \delta \Delta gn(x, y, a, b); V_{xz}(x, y); V_{yz}(x, y); V_{zz}(x, y); V_{zzz}(x, y) \}. \quad (10)$$

Рассмотрим вариацию поля силы тяжести $\delta \Delta gn(x, y, a, b)$ относительно поля в фиксированной точке. Пусть в поле (1) зафиксирована точка $M(a, b)$. Построим вариацию исходного поля относительно поля в этой точке:

$$\delta \Delta gn(x, y; a, b) = \Delta gn(x, y) - \Delta gn(a, b). \quad (11)$$

Отметим, что поле (11) свободно от постоянной составляющей регионального влияния. Если решаются задачи в классах слоистых сред, то поле (11) свободно от влияния горизонтальных плоско расположенных масс, что существенно упрощает решение обратных задач.

При качественном анализе могут быть использованы два поля – поле горизонтального градиента аномалии силы тяжести и поле полного градиента:

$$\begin{aligned} V_{sz}(x, y) &= [V_{xz}^2(x, y) + V_{yz}^2(x, y)]^{1/2}; \\ G(x, y) &= [V_{sz}^2(x, y) + V_{zz}^2(x, y)]^{1/2}. \end{aligned} \quad (12)$$

Обратим внимание на следующее. Наблюдаемые поля позволяют получить общие сведения о районе исследований, их глубокий анализ дает интерпретатору возможность выбрать обоснованную подсобную модель. В результате решения задачи мы получаем значения параметров, достаточно точно определяющие положения точек, близких к геометрическим центрам тяжести каждого тела, а также, возможно, и некоторую другую информацию.

Так мы представляем себе общую картину качественного анализа. При наличии определенных оснований, может быть выполнен еще ряд решений. Например, если интерпретатора не устраивает точность решения задачи или есть сомнения в адекватности полученного эффекта подобранной модели наблюдаемому аномальному полю, то можно либо вновь решать задачу с большим количеством подсобных тел, либо использовать другие модельные представления. При отсутствии таких оснований интерпретатор может перейти к решению геологической задачи. Выбирается класс параметров модели, который позволил бы представить распределение аномальных масс в целом для данного района исследований.

Ряд подобных вопросов рассматривается в работе [Булах, 2007].

Пример практического выполнения качественного анализа и решения геологической задачи

Пусть в 97 фиксированных точках достаточно сложного рельефа дневной поверхности (рис. 1, а) определено осложненное региональным фоном аномальное гравитационное поле (рис. 1, б), представленное в табличном виде.

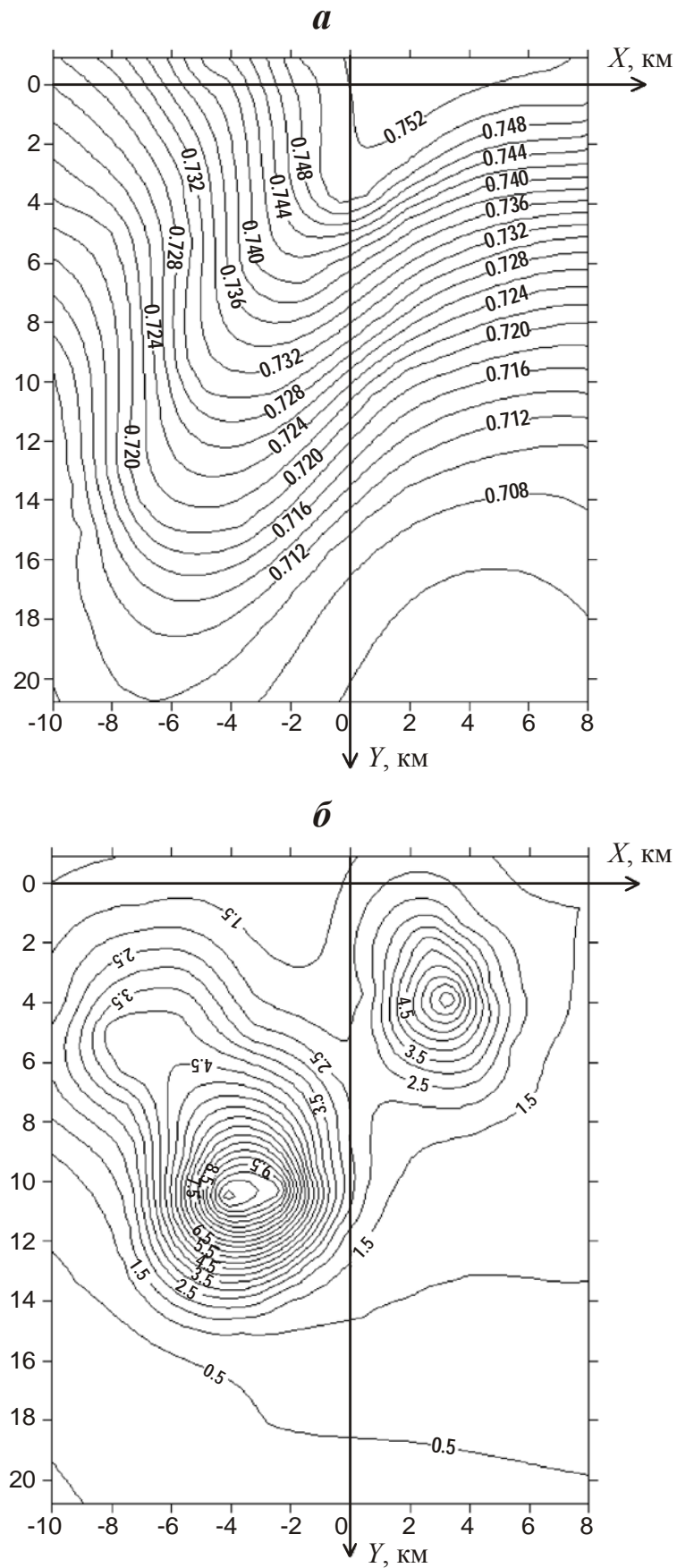


Рис. 1. Схемы рельефа дневной поверхности на площади размером 20×20 км (а) и аномального гравитационного поля на ней (б). Сечение изолиний: рельеф – 0.002 км; изоаномалы – 0.5 мГл

Прежде всего, построим систему координат, начало которой выберем в одной из точек дневной поверхности. Ось аппликат направим вертикально вниз; плоскость XOY примет горизонтальное положение. В выбранной системе координат должны быть определены все высотные отметки рельефа дневной поверхности.

Обратим внимание на следующий факт. Табличные данные фиксированы в точках дневной поверхности, рельеф которой меняется от точки к точке. Вполне очевидно, что в рассматриваемом случае функция (1) значительно зависит от аппликаты. Это вносит определенные трудности при качественном анализе интерпретационной задачи и делает переход от табличного представления поля к самым элементарным преобразованиям поля достаточно сложным.

Решение задачи включает несколько этапов.

Этап 1. Выполняется аналитическая аппроксимация аномального поля (1). Исходное поле заменяется полем, обусловленным совокупностью трехстержневых объектов. В этом случае нет необходимости давать подсобным телам геологическое толкование. Пробные решения дали вполне удовлетворительные результаты при 14 стержневых телах, позволивших скомпенсировать влияние фоновой составляющей.

С учетом структуры исходного поля интерпретатор выбирает начальную модель, присваивая каждому ее параметру численное значение. В дальнейшем эти данные дают возможность получить теоретическое поле, обусловленное плотностными телами. Невязки сопоставления исходного и теоретического полей минимизируются изменением параметров модели. В нашем случае среднее значение погрешности подбора полей составляет 0.09 мГл, максимальное – 0.345 мГл.

Теперь аномальное поле может быть представлено в виде аналитического выражения и пересчитано в точки горизонтальной плоскости $Z=0$. Таким образом, в плоскости XOY зафиксировано аномальное поле, которое практически не отличается от наблюдаемого.

Детальный анализ аномалии силы тяжести позволяет предположить, что это поле вызвано двумя или тремя локальными объектами. Фоновое влияние, скорее всего, вызвано сторонними объектами, расположенными за пределами области исследований. Аномальное поле разделим на две части, одна из которых описывает влияние геологической модели, а другая – фоновую составляющую.

Этап 2. На этом этапе следует выделить фоновую составляющую и определить параметры, характеризующие геометрические центры аномальных источников, обусловивших наблюдаемое поле. Начальная модель (вектор $P^{(0)}$) теперь должна соответствовать вероятному распределению гравитационных неоднородностей среды и состоять из трех стержневых тел. Каждому параметру этой модели присвоим численное значение. Избыточные плотности известны и закреплены. Местоположение эпицентров тел можно установить, анализируя наблюдаемое поле (см. рис. 1, б). Что касается глубины заложения каждого объекта, то выберем среднее значение глубин тех стержней из прежней модели, которые располагаются в окрестности их эпицентров.

Программно-алгоритмическое обеспечение работает в режиме “фон – подбор”. В результате вычислений получаем фоновую функцию $f(i, A) = 0.914 + 0.051x - 0.03y$ (рис. 2), после чего от численных значений $P^{(0)}$ последовательно переходим к вектору $P^{(*)}$, который и является решением задачи.

Итак, обратная задача решена. Средняя невязка сопоставления полей равна 0.187 мГл. Определены координаты центров тяжести каждого тела:

$$(c_x; c_y; c_z)_j \Rightarrow [(-3.5; 10; 3.1)_1; (-6.5; 5.5; 3.8)_2; (2.9; 4.3; 2.3)_3].$$

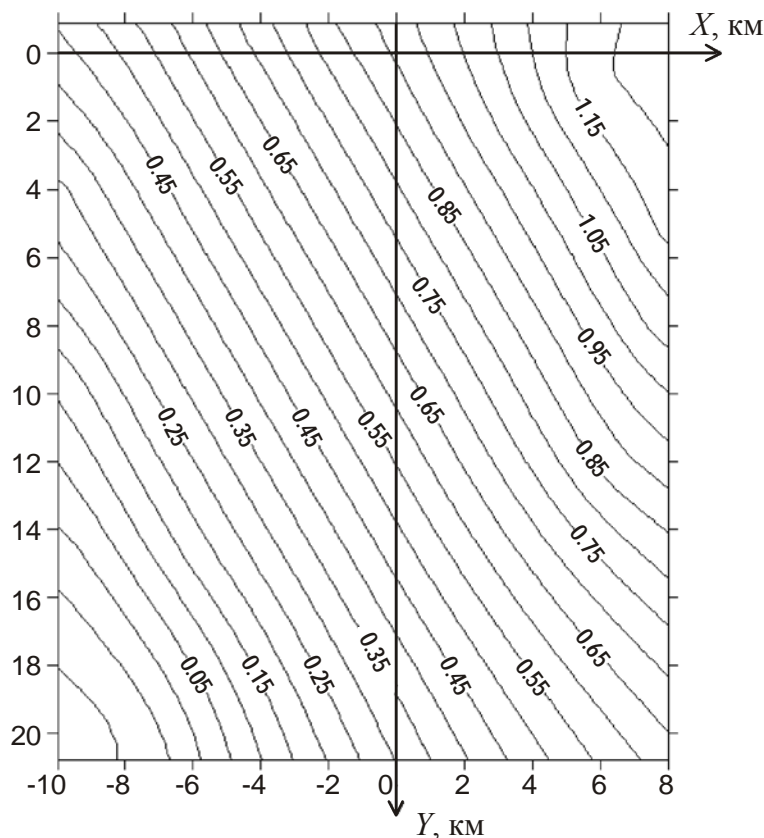


Рис. 2. Схема распределения на исследуемой площади фоновой функции. Сечение изолиний 0.05 км

Этап 3. Аномальное поле представлено в виде функции $\Delta g(x, y, z) = V_z(x, y, z)$, над которой могут выполняться различные операции анализа. В каждой точке внешнего поля можно получить функции, определяющие как дифференциальные, так и интегральные свойства модели. Можно записать потенциал поля силы тяжести, его вторые и третьи производные, а также модули горизонтального и полного градиентов для площадного варианта исследований. Кроме того, можно вычислить поля гауссовой и средней кривизны. Использование этих функций позволяет усилить слабо выраженные особенности графического представления, что наблюдается в приведенном примере.

Рассматривая поле аномалии силы тяжести (см. рис. 1, б), можно сделать вывод о том, что исходное поле образовано двумя или тремя источниками. Один из них, расположенный в интервале от -8 до -4 по оси X , достаточно сложен. Для определения источника воспользуемся трансформантами аномалии силы тяжести: V_{zx} , V_{zz} , V_{zxx} , V_{zzz} , V_{sz} и т.д., которые широко применяются при обработке аномальных полей, при анализе сложности полей и их геологической интерпретации. Производные обладают хорошими разделительными способностями [Маловичко, 1956; Маловичко, Тарунина, 1981], в связи с чем их целесообразно использовать в нашем случае.

Анализируя полученные функции горизонтального градиента и полного градиента гравитационного поля, можно оконтурить два аномальных объекта, отмеченных на рис. 1, б. Кроме того, можно локализовать третье тело, которое явно располагается значительно глубже, чем два других. Особенно четко это тело проявилось в поле гауссовой кривизны (рис. 3), подтверждая наши предположения о том, что наблюдаемое аномальное поле вызвано тремя аномальными источниками.

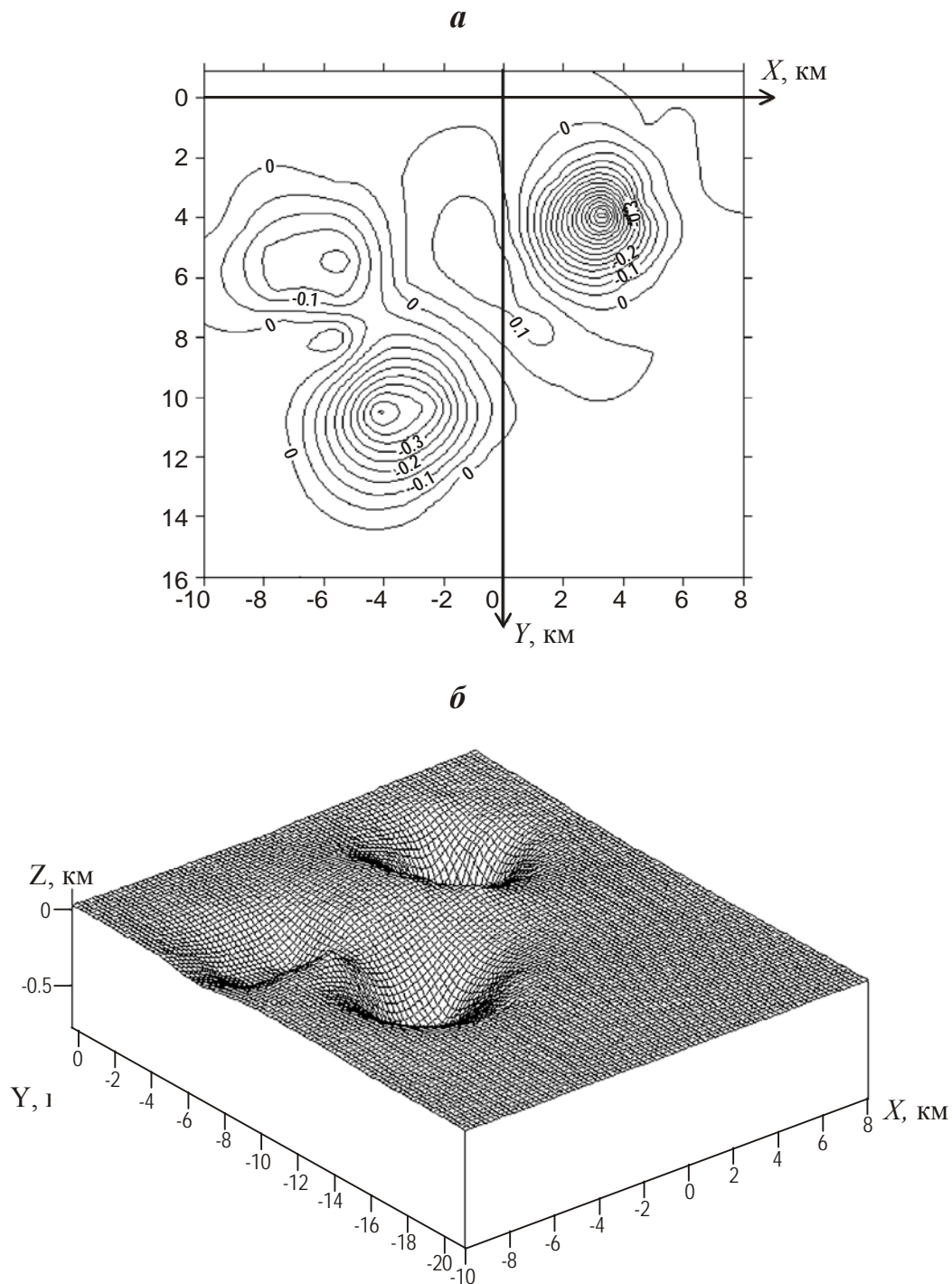


Рис. 3. Поле гауссовой кривизны силы тяжести, представленное на плоскости (а) и в объемном варианте (б)

Вывод

Описанный подход к решению задач геологической интерпретации гравиметрических данных позволяет решать следующие важные интерпретационные задачи: заменять исходное аномальное поле аналитической функцией и пересчитывать его с разновысотных точек рельефа дневной поверхности в точки горизонтальной плоскости; учитывать влияние регионального фона; вычислять различные трансформанты поля и проводить качественную интерпретацию аномальных наблюдаемых полей.

При необходимости программно-алгоритмическое обеспечение позволяет уточнять наблюдаемую аномалию силы тяжести, содержащую влияние плотностных неоднородностей рельефа, вычислением аномального эффекта от приповерхностного слоя [Булах, Маркова, 2009].

Работа над представленной статьей была начата еще при жизни Евгения Георгиевича Булаха (1924–2009) и завершена соавторами после его кончины.

Литература

- Аронов В.И. Методы построения карт геолого-геофизических признаков и геометризации залежей нефти и газа на ЭВМ. М.: Недра, 1990. 300 с.
- Аронов В.И. Трехмерная аппроксимация как проблема обработки, моделирования и интерпретации геофизических и геологических данных // Геофизика. 2000. № 4. С.21–25.
- Булах Е.Г., Шиншин И.В. Алгоритмическое и программное решение задачи построения аналитической модели гравитационного поля // Геофизический журнал. 2000. Т. 22, № 2. С.107–114.
- Булах Е.Г., Шиншин И.В. Об аналитической аппроксимации исходного поля аномалии силы тяжести и его качественной интерпретации // Физика Земли. 2002. № 4. С.67–74.
- Булах Е.Г., Маркова М.Н. Обратные задачи гравиметрии для совокупности шаровых тел // Геоинформатика. 2006. № 2. С.19–23.
- Булах Е.Г. К вопросу о методе подбора при решении обратных задач гравиметрии и магнитометрии. Обзор // Физика Земли. 2006. № 2. С.27–77.
- Булах Е.Г. Об аппроксимационных построениях при решении интерпретационных задач разведочной гравиметрии и магнитометрии. Обзор // Физика Земли. 2007. № 7. С.86–96.
- Булах Е.Г., Маркова М.Н. Об аппроксимационном подходе к описанию рельефа дневной поверхности в задачах геодезии и гравиметрии // Геофизические исследования. 2009. Т. 10, № 3. С.25–37.
- Долгаль А.С. Аппроксимации геопотенциальных полей эквивалентными источниками при решении практических задач // Геофизический журнал. 1999. Т. 21, № 4. С.71–80.
- Канторович Л.В. Об одном эффективном методе решения экстремальных задач для квадратичных функционалов // Докл. АН СССР. 1945. Т. 48, № 7. С.483–487.
- Канторович Л.В. О методах наискорейшего спуска // Докл. АН СССР. 1947. Т. 56, № 3. С.233–236.
- Канторович Л.В. Функциональный анализ и прикладная математика. М.: УМН, 1948. Т. 3, вып. 6 (28). С.89–185.
- Маловичко А.К. Методы аналитического продолжения аномалий силы тяжести и их приложения к задачам гравиразведки. М.: Гостоптехиздат, 1956. 160 с.
- Маловичко А.К., Тарунина О.Л. Использование высших производных при обработке и интерпретации результатов геофизических наблюдений. М.: Недра, 1981. 184 с.
- Старостенко В.И. Устойчивые численные методы в задачах гравиметрии. Киев: Наук. думка, 1978. 227 с.
- Старостенко В.И., Оганесян С.М. Некорректно поставленные задачи по Адамару и их приближенное решение методом регуляризации А.Н. Тихонова // Геофизический журнал. 2001. Т. 23, № 6. С.3–20.
- Страхов В.Н. Об одном подходе к решению обратной задачи гравиметрии и магнитометрии // Докл. АН СССР. 1973. Т. 212, № 6. С.1339–1342.
- Страхов В.Н. Новая технология интерпретации локальных гравитационных аномалий в двухмерной постановке // Геоинформатика. 2005. № 1. С.27–31.
- Страхов В.Н., Лапина М.И. Определение интегральных характеристик возмущающих масс аппроксимационным методом в задачах гравиметрии и магнитометрии // Изв. АН СССР. Физика Земли. 1975. № 4. С.35–58.
- Трошков Г.А. Локализация сингулярных источников геопотенциальных полей в пространстве трех вещественных переменных // Физика Земли. 1994. № 11. С.73–77.

Шалаев С.В. Геологическое истолкование геофизических аномалий с помощью линейного программирования. Л.: Недра, 1972. 142 с.

Цирульский А.В., Никонова Ф.И. К вопросу о разрешимости обратной задачи логарифмического потенциала в конечном виде // Физика Земли. 1975. № 5. С.37–47.

Сведения об авторах

БУЛАХ Евгений Георгиевич (1924–2009) – профессор, доктор физико-математических наук, главный научный сотрудник, Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины. Украина, 03680, г. Киев, пр. Палладина, д. 32. Тел.: +(38 044) 424-33-30. E-mail: ebulakh@ukr.net

МАРКОВА Мария Николаевна – ведущий научный сотрудник, Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины. Украина. 03680, г. Киев, пр. Палладина, д. 32. Тел.: +(38 044) 424-33-30. E-mail: ebulakh@ukr.net

ЛАПИНА Елена Петровна – кандидат физико-математических наук, научный сотрудник, Институт геофизики им. С.И. Субботина НАН Украины. Украина, 03680, г. Киев, пр. Палладина, д. 32. Тел.: +(38 044) 424-33-30. E-mail: lapina_lena@ukr.net

ON METHODS OF THE QUALITATIVE ANALYSIS FOR GEOLOGICAL INTERPRETATION OF GRAVITY ANOMALOUS FIELD

E.G. Bulakh, M.N. Markova, E.P. Lapina

Institute of Geophysics by S.I. Subbotin name, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine

Abstract. The relief influences essentially on the observed data while gravity field measurements are connected with strongly differentiated Earth's surface. In other words the measured field reflected both anomalous mass and topography of area. In such a case the qualitative analysis of field sources is not trivial. The possible method of the qualitative analysis is presented. It combines some transformations and analytical approximation of the initial gravity field. The whole process of problem solution is illustrated by an example.

Keywords: the qualitative analysis, analytical approximation, gravity field, topography, a background component, minimization of functional, method of subsidiary bodies, transformations, Gaussian curvature.