

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ
Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»
Кафедра геологии

А.Г. СОКОЛОВ, О.В. ПОПОВА

ПРЯМАЯ ЗАДАЧА ГРАВИРАЗВЕДКИ
«РАССЧИТАТЬ КРИВУЮ Δg НАД ШАРОМ»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К
ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЕ

Рекомендовано к изданию Редакционно-издательским советом
государственного образовательного учреждения
высшего профессионального образования
«Оренбургский государственный университет»

Оренбург 2010

УДК 550.831(07)

ББК 26.34 я 7

С 58

Рецензент

кандидат геолого-минералогических наук, доцент И.А. Никифоров

Соколов, А.Г.

С 58 Прямая задача гравirazведки «рассчитать кривую Δg над шаром»: методические указания к лабораторной работе / А.Г. Соколов, О.В. Попова – Оренбург: ГОУ ОГУ, 2010. – 12 с.

Методические указания предназначены для выполнения лабораторной работы по дисциплинам: «Полевая геофизика» специальности 130304 «Геология нефти и газа» и «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» специальности 130301 «Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых», для студентов 3-4 курса геолого-географического факультета. Методические указания состоят из двух разделов: «Прямая и обратная задачи гравirazведки» и «Прямая задача гравirazведки»: рассчитать кривую Δg над шаром.

ББК 26.34 я 7

© Соколов А.Г., 2010

© Попова О.В., 2010

© ГОУ ОГУ, 2010

Содержание

	Введение	
1	Прямая и обратная задачи гравirazведки	5
2	Прямая задача гравirazведки: рассчитать кривую Δg над шаром	6
	Список использованных источников	12

Введение

Данные методические указания разработаны для проведения лабораторной работы по курсу «Полевая геофизика» для специальности 130304 – *Геология нефти и газа* и по курсу «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых» для специальности 130301 – *Геологическая съемка, поиски и разведка месторождений полезных ископаемых*. Цель работы: ознакомление студентов с приемами решения прямой задачи в геофизике, в частности, гравиразведке.

Лабораторная работа разработана с учетом применения персональных компьютеров. Описание состоит из двух разделов. В первом разделе кратко формулируется суть прямой и обратной задач геофизики. Данная работа – пример решения обратной задачи в гравиразведке – расчет аномалии силы тяжести от возмущающего тела правильной геометрической формы в виде шара, находящегося на определенной глубине. Во втором разделе дан расчет силы тяжести и подробный алгоритм решения задачи на персональном компьютере.

1 Прямая и обратная задачи гравиразведки

Количественная интерпретация в гравиразведке сводится к решению двух задач – прямой (вспомогательной) и обратной (основной). Прямая задача состоит в нахождении элементов гравитационного поля в точках, внешних по отношению к возмущающим объектам, по заданному распределению их параметров (плотность, форма и глубина залегания). Обратной задачей гравиразведки является определение плотности, глубины залегания и формы возмущающих объектов по известным значениям поля аномалий силы тяжести на некотором множестве внешних по отношению к источникам точек [2, 4].

Решение обеих задач взаимно связано, однако характер этих решений различен: прямая задача имеет единственное решение, в то время как обратная задача не решается строго однозначно, т. е. заданному полю аномалий силы тяжести можно поставить в соответствие несколько (практически большое количество) различных распределений аномальных масс. В связи с этим особое значение имеет выявление тех ограничений на форму возмущающих тел и распределений в них масс, при которых однозначное решение оказывается возможным. Обратная задача решается неоднозначно при отсутствии каких-либо дополнительных сведений о теле. Так, даже для случая шара по аномалии A_g можно определить лишь координаты его центра и избыточную массу. Радиус шара, его плотность не могут быть оценены без дополнительной информации.

Прямая задача гравиразведки состоит в вычислении гравитационных эффектов, создаваемых отдельными избыточными массами. Ее решение в общем случае основано на вычислении интегралов. Однако в случае тел правильной геометрической формы решение имеет аналитическое выражение. В учебниках по гравиразведке рассматриваются аналитические расчеты аномалий силы тяжести над шаром, цилиндром бесконечной длины, горизонтальной полуплоскостью, уступом, вертикальным или наклонным пластом.

В нашем случае мы рассматриваем аномалию над шаром, обладающим определенной избыточной массой и залегающим на определенной глубине. Такие аномалии способны вызывать близкие к изометрическим залежи хромитов и колчеданных руд, карстовые полости, некоторые безкорневые интрузивы. Для определения аномалии удобно использовать ее значения по профилю, проходящему через ее максимум, т.е. над центром шара.

2 Прямая задача гравиразведки: рассчитать кривую Δg над шаром

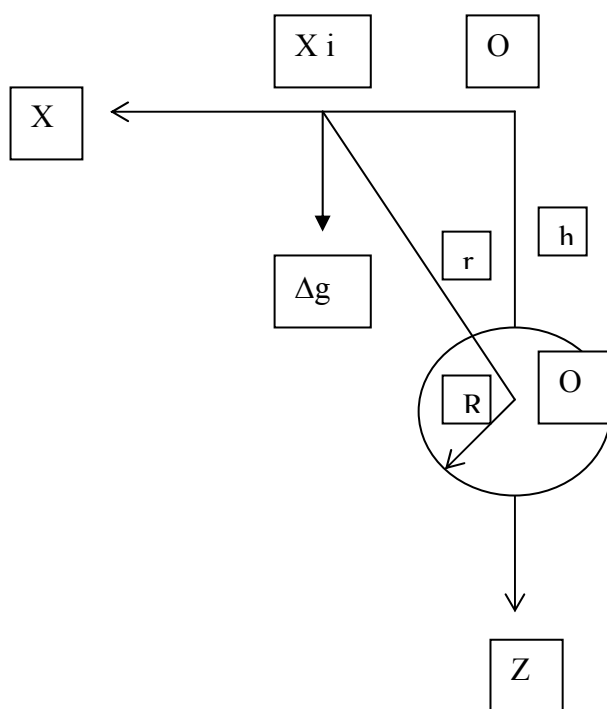


Рисунок 1 - Схема размещения возмущающего объекта и точек наблюдения для расчета силы тяжести.

Исходя из модели, представленной на рисунке 1, рассчитаем значение Δg в точке наблюдения X_i , расположенной на поверхности земли [1].

$$\Delta g = GM \frac{h}{r^3}, \quad (1)$$

где Δg - приращение силы тяжести Гал;

G – гравитационная постоянная, в системе СГС имеющая значение $6,672 \cdot 10^{-8} \text{ см}^3 \cdot \text{с}^{-2} \cdot \text{г}^{-1}$,

M – избыточная масса шара, рассчитываемая по формуле (2),г.

$$M = \frac{4}{3} \pi R^3 \Delta \sigma_{\text{изб}}, \quad (2)$$

где $\Delta \sigma_{\text{изб}}$ - избыточная плотность шара в г на см^3 ;

R – радиус шара в см.

Для представленных расчетов мы задаемся следующими параметрами: R , h и $\Delta \sigma_{\text{изб}}$ (таблица 1).

Таблица 1 - Таблица вариантов

№ варианта	R, м	H, м	$\Delta\sigma_{\text{изб}}$, г/см ³
1	100	1000	1
2	100	500	1
3	50	500	0.5
4	200	500	0.5

Все расчетные действия выполняются в программном обеспечении Excel [3]. В первых ячейках набираются соответствующие варианту значения R в см и $\Delta\sigma_{\text{изб}}$ в г/см³, вычисляются R³ и M, используя формулу (2). Так как при вычислениях приходится оперировать или с большими числами (например, масса Земли) или с малыми числами (значения силы тяжести в галах), рекомендуется отображать числовую информацию в экспоненциальном формате (см. таблицу 2).

Для построения графика Δg делаются необходимые расчеты:

- задаемся точками x на оси абсцисс через 100 м до расстояния 1500 м., вычисляются x^2 ;
- используя значение h в см из варианта, рассчитывается h^2 ;
- по формуле $x^2 + h^2$ рассчитывается r^2 ;
- рассчитываются r (как корень квадратный из r^2), а затем r^3 ;
- в верхней ячейке (M1) рассчитывается постоянный множитель формулы (1) GMh, а после этого в столбце N в соответствии с этой формулой производится расчет Δg в Гал.

• Для лучшего восприятия графика переводятся значения Δg в миллигаллы (столбец O), а x в метры (столбец P).

Переходим к построению непосредственно графика $\Delta g(x)$ с помощью

Мастер диаграмм:

- Выделим цифровые данные столбика O Δg в миллигаллах
- Войти в **Мастер диаграмм**, в закладке **Стандартные** кликнуть

Точечная, по **Виду** кликнуть (третью сверху): *точечная диаграмма, на которой значения соединены отрезками*

- Далее

На экране появится график.

- Переключаете закладку **Ряд**, у Вас этот массив вставлен в **Значения Y**
- Кликаете в строчке **Значения X**
- Выделяете данные столбца P *x в метрах* с ячейки B2. Этот массив вставляется в строчку **Значения X**. При этом график на диаграмме представлен в соответствующих координатах.
- Кликаете **Далее** – перед Вами новое диалоговое окно: **параметры диаграммы**.
- В первой закладке **Заголовки** – название диаграммы – *график Δg над шаром*, ось X – *расстояние от центра в м*, ось Y – *сила тяжести в мГал*.

- Переходим к закладке **Линии сетки** - ставим птички в окнах **Основные** и **Промежуточные линии** для X и Y
- Кликаем **Готово**. Перед нами появляется диаграмма в соответствующих координатах.

Следующая операция – градуировка шкал:

- Активируем ось Y : кликая правой кнопкой мыши, вызываем подменю – кликаем **Формат оси** . Нас интересует закладка **Шкала**. Нас удовлетворяют минимальное значение (0) и максимальное значение (в соответствии с таблицей).
- Устанавливаем: цену основных делений – 0,01 (имеем ввиду миллигалов), цену промежуточных делений –0,005. При этом 2 последних окошечка оставляем пустыми (без птичек).
- Нажимаем ОК. Перед нами появляется график с шкалой Y.
- Активируем ось X : кликая правой кнопкой мыши, вызываем подменю – кликаем **Формат оси** . Нас интересует закладка **Шкала**. Нас удовлетворяют минимальное значение (0) и максимальное значение (в соответствии с таблицей, например, 2000 (имеется ввиду метров)).
- Устанавливаем: цену основных делений – 200, цену промежуточных делений – 100. При этом 2 последних окошечка оставляем пустыми (без птичек).
- Нажимаем ОК. Перед нами появляется график (рисунок 2).

Следует учесть, что мы условно приняли начало координат над центром шара и рассчитали поведение силы тяжести для положительной части координат оси абсцисс. Для отрицательной части координаты x мы должны получить такие же значения силы тяжести и в целом график будет иметь симметричную форму (форму колокола) относительно оси ординат. Следующим рисунком студенты должны иллюстрировать полный график Δg (см. рисунок 3). Таким образом результат выполнения задания должен быть проиллюстрирован Таблицей исходных и расчетных данных (таблица 2) и графиком в двух видах (рисунки 2 и 3).

Таблица 2 - Отображение информации на 1-ом листе

A	B	C	D	E	F	G	H	I
M	R	R в кубе	изб σ	x см	x в квадр	h см	h2	r2=x2+h2
4.19E+12	1.00E+04	1.00E+12	1	0	0.00E+00	1.00E+05	1.00E+10	1.00E+10
				1.00E+04	1.00E+08		1.00E+10	1.01E+10
				2.00E+04	4.00E+08		1.00E+10	1.04E+10
				3.00E+04	9.00E+08		1.00E+10	1.09E+10
				4.00E+04	1.60E+09		1.00E+10	1.16E+10
				5.00E+04	2.50E+09		1.00E+10	1.25E+10
				6.00E+04	3.60E+09		1.00E+10	1.36E+10
				7.00E+04	4.90E+09		1.00E+10	1.49E+10
				8.00E+04	6.40E+09		1.00E+10	1.64E+10
				9.00E+04	8.10E+09		1.00E+10	1.81E+10
				1.00E+05	1.00E+10		1.00E+10	2.00E+10
				1.10E+05	1.21E+10		1.00E+10	2.21E+10
				1.20E+05	1.44E+10		1.00E+10	2.44E+10
				1.30E+05	1.69E+10		1.00E+10	2.69E+10
				1.40E+05	1.96E+10		1.00E+10	2.96E+10
				1.50E+05	2.25E+10		1.00E+10	3.25E+10

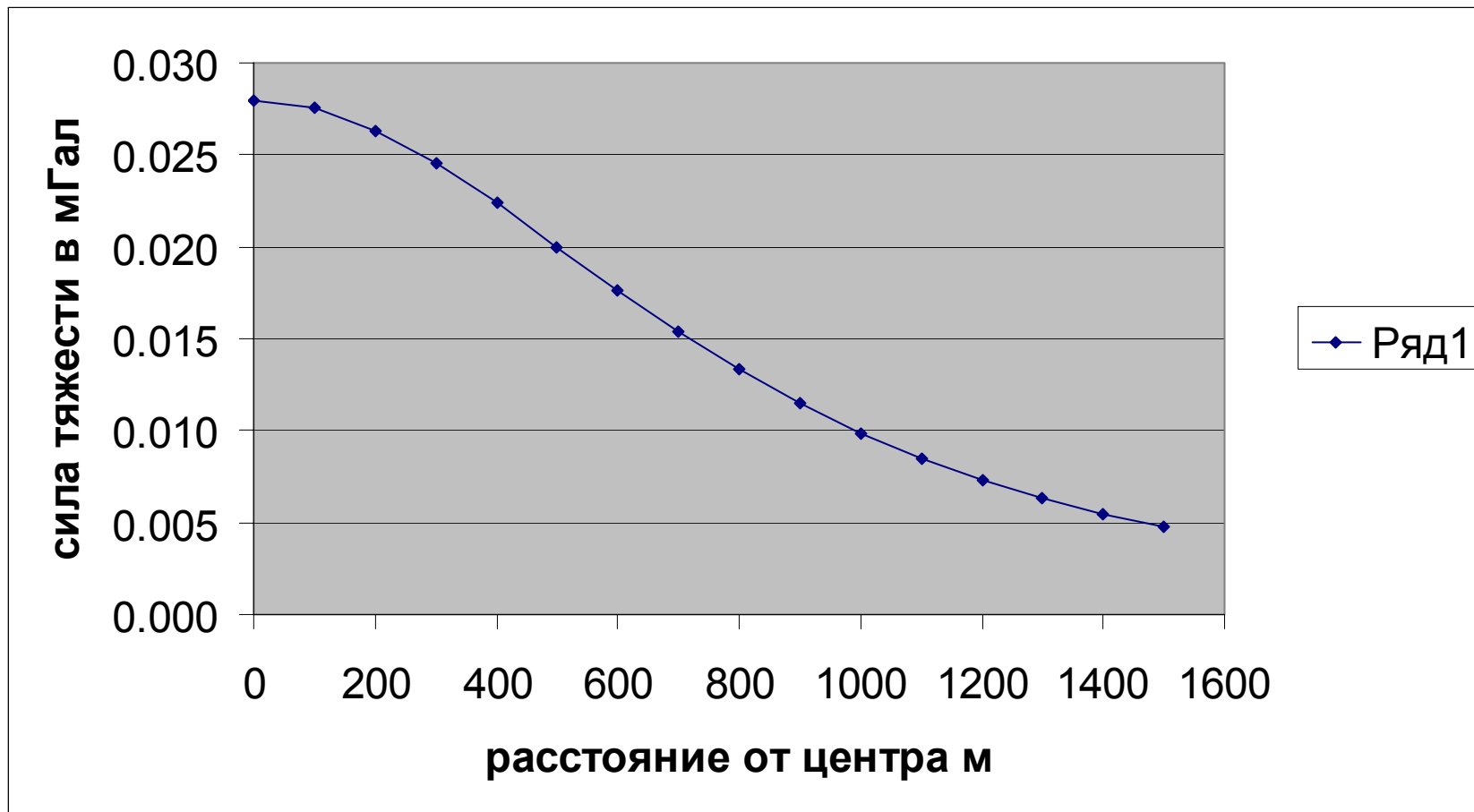


Рисунок 2 - Вид экрана с вертикальным годографом

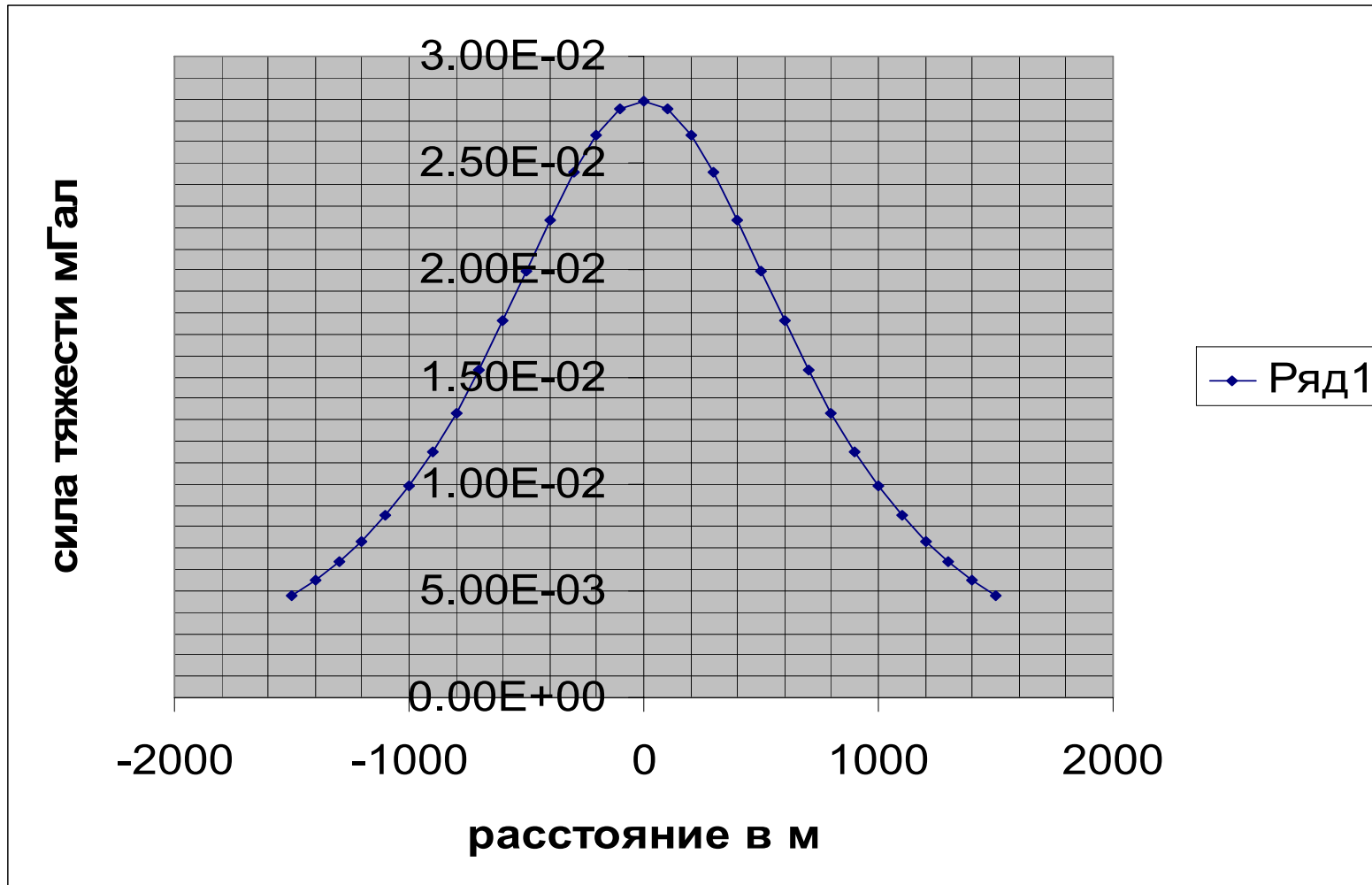


Рисунок 3 - Полный график Δg над шаром

Список использованных источников

1. **Вольвовский, Б.С.** Кракий справочник по полевой геофизике / Б.С. Вольвовский, Кунин Н.Я., Терехин Е.И. – М.: Недра, 1977. – 391с.
2. **Знаменский, В.В.** Полевая геофизика / В.В. Знаменский. - М.: Недра, 1980. - 351с.
3. **Колесников Александр EXCEL 97** / Александр Колесников. - К.: издательская группа ВНУ, 1997. – 525с.
4. **Геофизика:** учеб. для вузов / под ред. В.К. Хмелевского; МГУ им. М.В. Ломоносова. – 2-е изд. – М.: КДУ, 2009. – 320с.