

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Двоеглазов Семен Иванович
Должность: Директор
Дата подписания: 30.06.2025 15:27:16
Уникальный программный ключ:
2cc3f5fd1c09cc1a69668dd98bc3717111a1a535



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
СТАРООСКОЛЬСКИЙ ФИЛИАЛ
ФЕДЕРАЛЬНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО БЮДЖЕТНОГО ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО
УЧРЕЖДЕНИЯ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Российский государственный геологоразведочный университет имени
Серго Орджоникидзе»
СОФ МГРИ

Кафедра прикладной геологии, технологии поисков и разведки МПИ

ГРАВИРАЗВЕДКА

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ
КУРСОВОГО ПРОЕКТА
для студентов СПЕЦИАЛЬНОСТИ 21.05.03 ТЕХНОЛОГИЯ
ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ**

Рекомендовано Ученым советом СОФ МГРИ

Старый Оскол, 2022 г

УДК 550.831.517

Составитель: ст. преподаватель С.И. Березнева

Рецензент: канд. геол. мин. наук, доцент Т.А. Воронова

Гравиразведка: методические указания для выполнения курсового проекта / сост.: **С.И. Березнева**, – Старый Оскол: **СОФ МГРИ-РГГРУ**, 2022. – 13 с.

В методических указаниях для выполнения курсового проекта по дисциплине **«Гравиразведка»**, для студентов, обучающихся по специальности **21.05.03 «Технология геологической разведки»**, изложены расчетные методики и задания для выполнения курсового проекта, приведены примеры решения. Рекомендуются для студентов дневного и заочного отделений СОФ МГРИ. В данном пособии содержатся подробные указания по выполнению курсового проекта по дисциплине **«Гравиразведка»**, выполняемой студентами, обучающимися по специальности «Технология геологической разведки».

Утверждено и рекомендовано к изданию Ученым советом СОФ МГРИ (протокол № 10 от 29 августа 2022 г.)

© Старооскольский филиал ФГБОУ ВО
«Российский государственный геологоразведочный
университет имени Серго Орджоникидзе», 2022

Введение

Настоящие методические рекомендации включают в себя расчетные методики и задания для выполнения курсового проекта, предусмотренного учебной программой модуля «Геофизические методы поисков и разведки месторождений полезных ископаемых».

Целью данных методических рекомендаций является закрепление теоретического курса и приобретение студентами навыков решения практических задач в области решения прямой задачи гравиразведки. В методических указаниях приведены современные методики расчетов, широко используемые в проектной и производственной практике. Они также могут быть использованы при дипломном проектировании.

Методические рекомендации предназначены для студентов, обучающихся по направлению подготовки 21.05.03 «Технология геологической разведки».

Целью выполнения курсового проекта является ознакомление студентов с методикой интерпретации данных гравиметрии, решением прямой задачи гравиразведки для тел простой формы.

В ходе выполнения курсового проекта студенты должны знать методику интерпретации данных магнитометрии, применять теоретические знания, полученные в ходе обучения при обработке данных гравиразведки.

Темы курсового проекта:

1. Расчет гравитационного поля, точности наблюдения и густоты съемочной сети над заданным объектом правильной формы (шар).
2. Расчет гравитационного поля, точности наблюдения и густоты съемочной сети над заданным объектом правильной формы (цилиндр).

Содержание курсового проекта:

Введение

1. Теоретическая основа вычисления гравитационных аномалий от тел правильной формы (прямая задача гравиразведки).
2. Расчет, вдоль профиля, значения ускорения поля силы тяжести над телами правильной формы.
3. Определение точности наблюдений.
4. Определение густоты съемочной сети.

Заключение

Список используемой литературы

Приложение

1. Теоретическая основа вычисления гравитационных аномалий от тел правильной формы (прямая задача гравиразведки).

Шар.

Шар является хорошей аппроксимацией ряда геологических тел, небольших изометричных интрузий и рудных тел. Рассматривая шар в системе координат, получим следующую схему наблюдения (рис. 1). Центр шара находится на глубине h (см) от поверхности, R (см) – радиус шара, M (г) – избыточная масса, σ (г/см³) – избыточная плотность шара, k – гравитационная постоянная $k = 6.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{см}^3}{\text{г} \cdot \text{с}^2}$, x (см) – расстояние от начала координат до точки наблюдения.

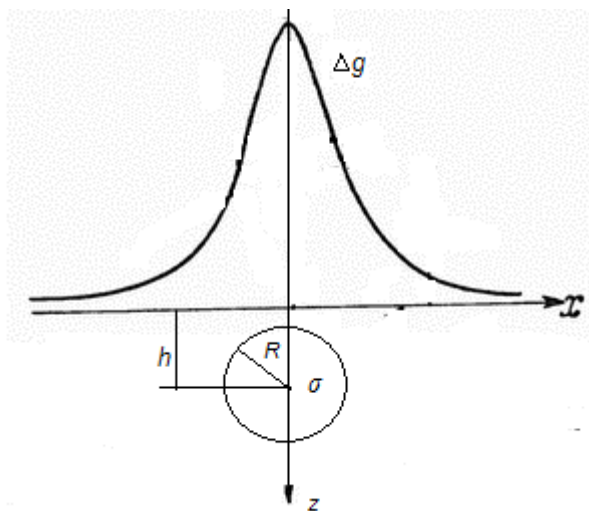


Рис.1. Гравитационное поле шара.

Гравитационное поле над шаром находится по формуле:

$$\Delta g = kM \frac{h}{(h^2 + x^2)^{3/2}}, \text{ где } M = V\sigma = \frac{4}{3}\pi R^3 \sigma.$$

Горизонтальный круговой цилиндр.

Горизонтальный круговой цилиндр является хорошей аппроксимацией некоторых реальных геологических тел, таких как субвертикальные

подводящие магматические каналы, трубы взрывного типа, штокверковых тел и ряда других объектов. Рассматривая цилиндр в системе координат, получим следующую схему наблюдения (рис. 2). Центр шара находится на глубине h (см) от поверхности, R (см) – радиус цилиндра, M (г) – избыточная масса, σ (г/см³) – избыточная плотность цилиндра, k – гравитационная постоянная $k = 6.67 \cdot 10^{-8} \frac{\text{см}^3}{\text{г} \cdot \text{с}^2}$, x (см) – расстояние от начала координат до точки наблюдения.

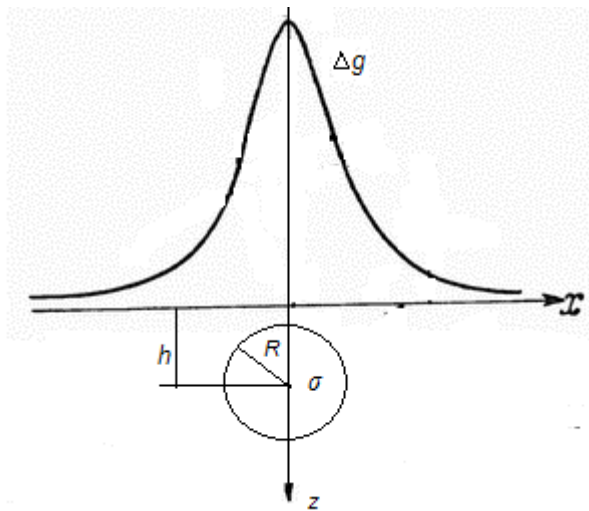


Рис. 2. Гравитационное поле кругового горизонтального цилиндра.

Вертикальная составляющая магнитного поля над намагниченным тонким вертикальным цилиндром находится по формуле:

$$\Delta g = k \frac{2M}{h^2 + x^2}, \text{ где } M = V\sigma = h\pi R^2 \sigma.$$

2. Расчет вдоль профиля значения поля силы тяжести Δg .

Для заданных тел необходимо рассчитать гравитационное поле над заданным телом, с заданными параметрами (таблица вариантов). Все расчеты производятся по формулам указанным выше. Данные заносятся в таблицу (Табл. 1) и строятся соответствующие поля силы тяжести Δg (Рис. 3).

Табл.1. Пример представления расчетных данных для шара.

h, см	M, г	R, см	σ , г/см ³
150	20,93333	10	0,5
x, см	Δg , мГал		
-500	1,47E-12		
-450	1,96E-12		
-400	2,69E-12		
-350	3,79E-12		
-300	5,55E-12		
-250	8,45E-12		
-200	1,34E-11		
-150	2,19E-11		
-100	3,57E-11		
-50	5,3E-11		
0	6,21E-11		
50	5,3E-11		
100	3,57E-11		
150	2,19E-11		
200	1,34E-11		
250	8,45E-12		
300	5,55E-12		
350	3,79E-12		
400	2,69E-12		
450	1,96E-12		
500	1,47E-12		



Рис. 5. График гравитационного поля над шаром.

Аналогичные таблицы и графики строятся для горизонтального кругового цилиндра.

3. Определение точности наблюдений.

Точность наблюдений характеризуется величиной средней квадратической ошибки ε . Соотношение между средней квадратической и средней арифметической σ_{cp} ошибками имеет вид $\sigma_{cp}=0,8\varepsilon$. По величине средней квадратической ошибки магнитные съемки делятся на:

- съемки грубой точности ($\varepsilon > 15$ нТл);
- съемки средней точности ($5 < \varepsilon < 15$ нТл);
- съемки высокой точности ($\varepsilon < 5$ нТл).

Ошибки наблюдений сказываются на результатах интерпретации аномалий, поскольку в расчетные формулы для определения элементов залегания и других характеристик геологических объектов в качестве исходных данных вводят абсциссы и ординаты характерных точек аномальных графиков. Чем больше погрешности съемок, тем сильнее искажены результаты интерпретации.

Итак, при выборе точности съемки необходимо исходить из требуемой точности определения те или иных параметров возмущающих объектов. На практике ошибки интерпретации в пределах 5% считаются приемлемыми.

Для определения точности съемки необходимо построить часть кривой Δg включающую точку $(\Delta g_{1/2}; x_{1/2})$, где $\Delta g_{1/2}=0,5 \Delta g_{max}$, в более крупном масштабе. Заглубим значение $\Delta g_{1/2}$ на 5%: $\Delta g'_{1/2} = \Delta g_{1/2} + 0,05 \Delta g_{1/2}$. Отложим точку $(\Delta g'_{1/2}, x_{1/2})$ и проведем через нее прямую параллельную части теоретической кривой. Найдем абсциссу точки пересечения заглубленной части графика с прямой $y = \Delta g_{1/2}$ и обозначим ее $x'_{1/2}$. Определим приращение $\Delta_{абсц} = x'_{1/2} - x_{1/2}$ и найдем $\delta = \frac{\Delta_{абсц}}{x_{1/2}} 100\%$, $\sigma_{cp} = \frac{\delta \cdot \Delta g_{1/2}}{100\%}$, $\varepsilon = \frac{\sigma_{cp}}{0,8}$.

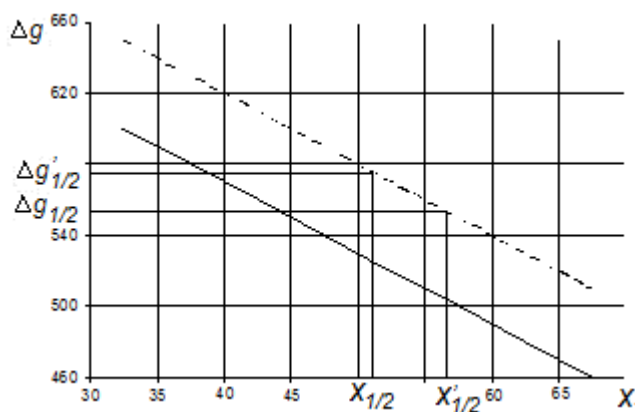


Рис. 6. График определения точности наблюдения.

4. Определение шага наблюдения.

Выбор настоящего между точками наблюдений основан на принципе, согласно которому все части графика аномального поля, как в точках наблюдения, так и между ними, должны быть равноточными. Поле между точками наблюдений содержит ошибки за нелинейность. Эти ошибки называются ошибками интерполяции и обозначаются δ_{int} . Расстояние между точками наблюдений должно быть таким, чтобы $\delta_{int} < \varepsilon$.

Ошибка за нелинейность поля в линейной части аномалии стремится к нулю, а в зоне экстремумов достигает максимального значения. В экстремальной части аномалии по теоретическому графику необходимо изучить характер изменения δ_{int} в зависимости от шага наблюдений Δx_i . Суть анализа показан на рисунках 7 и 8.

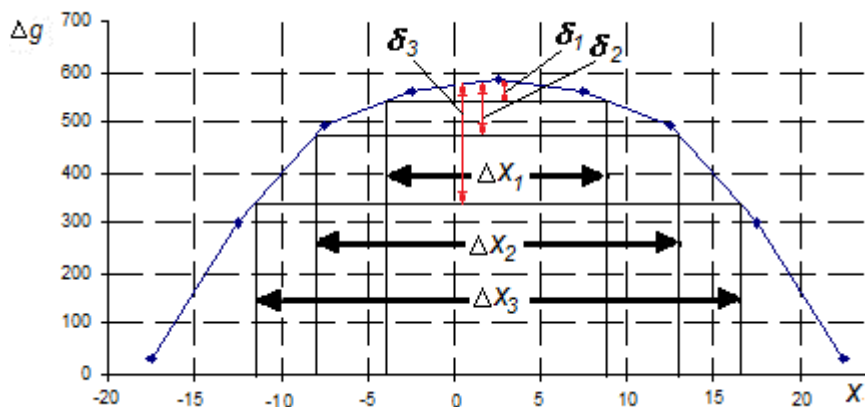


Рис. 7. Определение шага наблюдения.

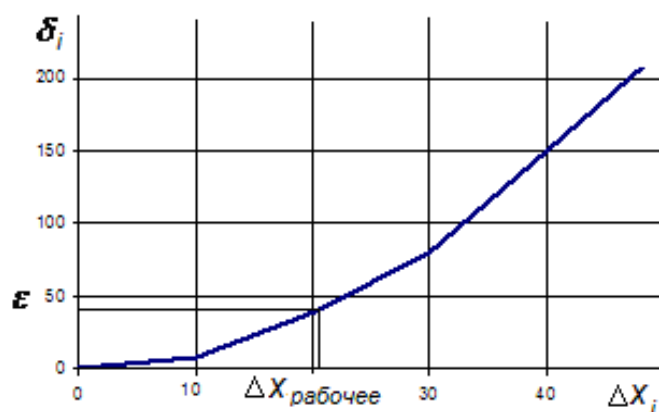


Рис. 8. Определение $\Delta X_{\text{рабочее}}$.

Если выбранный ранее масштаб теоретического графика окажется мелким для анализа величины δ_i , то анализируемую часть графика следует увеличить.

По графику зависимости δ_i от Δx_i (рис. 8) необходимо выбрать шаг наблюдений. Для этого на оси δ_i надо найти точку равную по значению ε , а затем на оси Δx_i снимаем соответствующий шаг наблюдения $\Delta x_{\text{рабочее}}$. Этот шаг применяется для съемки центральной части аномалии, а на ее периферии он может быть увеличен, поскольку там поле изменяется линейно.

Заключение

В заключении необходимо охарактеризовать результаты расчетов.

Работа оформляется шрифтом Times New Roman, размер 14, отступ – красная строка 1,25, межстрочный интервал – полуторный, выравнивание текста – по ширине, подрисуночные надписи Times New Roman, размер 12. Стандартный титульный лист. Вариант задания на курсовую работу указывается на титульном листе.

Приложение

Приложение состоит из графиков определения шага наблюдения определения $\Delta x_{\text{рабочее}}$ построенных на миллиметровой бумаге или в графическом редакторе.

Варианты заданий для курсовых работ по темам.

Расчет гравитационного поля, точности наблюдения и густоты съемочной сети над заданным объектом правильной формы (шар).

№, варианта	$x, м$	$h, м$	$R, м$	$\sigma, г/см^2$
1	от -200 до 200 шаг 10	45	30	0,2
2	от -400 до 400 шаг 20	60	40	0,3
3	от -400 до 400 шаг 20	90	40	0,4
4	от -300 до 300 шаг 15	70	30	0,5
5	от -450 до 450 шаг 25	120	60	0,3

Расчет гравитационного поля, точности наблюдения и густоты съемочной сети над заданным объектом правильной формы (круговой горизонтальный цилиндр).

№, варианта	$x, м$	$h, м$	$R, м$	$\sigma, г/см^2$
1	от -200 до 200 шаг 10	100	50	0,3
2	от -400 до 400 шаг 20	50	20	0,2
3	от -250 до 250	40	25	0,5

	шаг 15			
4	от -300 до 300 шаг 15	80	65	0,2
5	от -450 до 450 шаг 25	150	85	0,4