

**Московский государственный университет
имени М. В. Ломоносова**

ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра
сейсмометрии и геоакустики

Курсовая работа

**Интерпретация данных метода электрического поля для
модели поляризованной сферы.**

*(Interpretation of the data of the electric field method for the model of a
polarized sphere)*

Студент 210 группы

Гайтукаев Асламбек Тимурович

Руководитель: _____
Бобачев Алексей Анатольевич



Москва, 2019

Оглавление

<i>Введение.....</i>	<i>3</i>
<i>Математическая составляющая.....</i>	<i>4</i>
<i>Алгоритм программы.....</i>	<i>5</i>
<i>Формат входных данных.....</i>	<i>6</i>
<i>Инструкция по эксплуатации.....</i>	<i>7</i>
<i>Примеры.....</i>	<i>8</i>
<i>Список литературы.....</i>	<i>9</i>

Введение

Методы поляризации — группа методов электроразведки, основанных на изучении электрических полей, создаваемых естественно или искусственно поляризованными геологическими образованиями. Различают методы естественного поля (ЕП), вызванной поляризации (ВП) и контактный способ поляризованных кривых (КСПК).

В методах ЕП изучается естественное электрическое поле, возникающее при естественной поляризации геологических образований, связанной с электрохимическими процессами на контактах рудных залежей из электронно-проводящих минералов, и вмещающими их горных пород, а также с электрокинетическими процессами, сопровождающими фильтрацию подземных вод через поры горных пород. Измеряют потенциал этого поля или его градиент на поверхности земли, в скважинах и горных выработках, что позволяет выявлять месторождения полезных ископаемых, залегающих на глубине до нескольких десятков метров, и исследовать процессы фильтрации подземных вод в приповерхностных горизонтах.

Анализ расчетных и экспериментальных данных позволяет установить основные закономерности, необходимые для проектирования и ведения работ, и дает аппарат для приближенной интерпретации результатов наблюдений в простейших случаях.

В процессе интерпретации находят элементы залегания рудного тела: координаты центра тела (плановое положение (x_0, y_0) и глубину залегания (h)), направление и угол наклона (α) оси поляризации тела, а при некоторых предположениях и размеры тела (радиус a). Модель рудного тела в первом приближении считаем диполем, поле которого эквивалентно полю поляризованной сферы. Задачей является интерпретация результатов физического моделирования потенциала ЕП над поляризованной сферой. Интерпретацию проводят методом приближения в программе Self Potencial.

Необходимо иметь в виду, что приближенный характер количественных выводов на практике определяется не столько недостатками математического аппарата, сколько сложностью реальных условий, и прежде всего неоднородностью пород, неизвестным законом распределения скачка потенциала на поверхности рудного тела, влиянием соседних тел и т.д.

Математическая составляющая

Модель рудного тела в первом приближении считаем диполем, поле которого эквивалентно полю поляризованной сферы.

Расположим поляризованную сферу в однородной, изотропной и безграничной среде с удельным сопротивлением ρ_1 . Удельное сопротивление среды, заключенной внутри сферы, обозначим через ρ_2 и радиус сферы через a .

Условие равномерной поляризации состоит в том, что скачок потенциала на границе вмещающей среды со сферой меняется прямолинейно в зависимости от глубины. Условию равномерности поляризации соответствует распределение скачка потенциала на границе сферы по закону: $\Delta U = \Delta U_0 \cdot \cos \theta$.

Произведя некоторые операции с формулой, получим основную формулу потенциала во внешней сфере:

$$U = 2 * \frac{\rho_1}{2\rho_2 + \rho_1} * \Delta U_0 * \frac{a^2}{r^2} * \cos \theta$$

Или

$$U = U_0 + 2 * E_0 * a^2 * \frac{RoExt}{RoExt + RoInt} * \frac{X * \cos \theta - H * \sin \theta}{(X^2 + H^2)^{3/2}},$$

где

U_0 - сдвиг теоретических значений U , если в измеренных значениях есть ненулевая постоянная составляющая,

E_0 - максимальная контактная ЭДС на границе тело/среда (10-500 мВ),

a - радиус сферы в см,

$RoExt (\rho_1)$ и $RoInt (\rho_2)$ - сопротивление вмещающей среды и поляризованного тела,

θ - угол поляризации сферы, измеряемый от положительного направления оси X до положительного направления оси поляризации по часовой стрелке

H - глубина центра сферы в см,

X - расстояние от эпицентра (т. е. проекции центра на линию наблюдений) до текущей точки профиля. В программе задается X_0 - положение эпицентра относительно первой точки профиля.

Алгоритм программы

1. Запуск программы. В программе сразу отстраивается теоретический график потенциала ЕП, параметры для которого содержатся в файле «setting.ini», в котором содержатся параметры, записанные туда при последнем использовании программы, отражающие состояние, в котором работала программа прежде. Т.е. строится теоретический график, который был составлен ранее. При первом использовании теоретическая кривая строится по внесенным в код стандартам.
2. Нажатие кнопки «Open» на верхней панели дает возможность пользователю выбрать входной файл, содержащий полевые данные. Предлагается список файлов с расширением «.dat». При отсутствии ошибок строится график измеренных значений зеленого цвета. Если при выборе файла возникает ошибка, то выводится сообщение, сигнализирующее об ошибке во входном файле, будь то его формат или содержание.
3. Построение приближения. Проводится посредством введения значений в соответствующие поля или использования scrollbar пока не будет достигнут наилучший результат приближения. Каждый scrollbar перестраивается для удобства пользователя с помощью внесения минимального и максимального значения для движения ползунка. Программа перестраивает график после получения разумных значений (если пользователь вручную вводит значение в окно). Вместе с теоретической кривой изменяются положение и параметры окружности, которая наглядно иллюстрирует поляризованную аномалию в разрезе на рисунке ниже. Внутри окружности прорисованы две стрелочки, одна из которых постоянно расположена горизонтально и указывает направление на нулевой градус вдоль направления оси X, вторая же изменяется согласно изменению углу. На иллюстрации угол отсчитывается против часовой стрелки от неподвижной стрелки. При введении неразумных значений (примером является использование запятой вместо точки) программа бездействует, ожидая введения «стандартного» для работы программы типа.
4. Сохранение приближений. Получив максимальное приближение достаточно просто нажать кнопку «Save» в верхней панели, после чего пользователю предоставляется возможность выбрать, куда именно и под каким именем необходимо сохранить результат. Сохраняется файл с расширением «.res».
5. Завершение работы программы сопровождается выгрузкой параметров в файл «setting.ini»

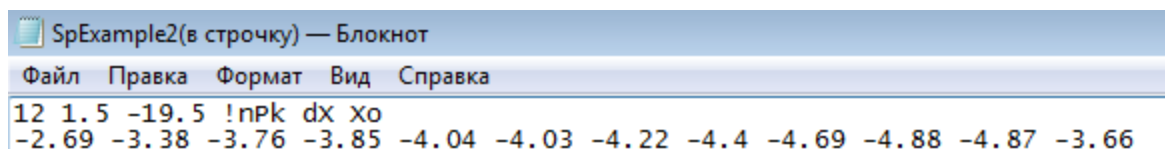
Формат входных данных

Исходные данные помещают в файл *.dat. В первой строке файла последовательно указывается число точек наблюдений, шаг по профилю в см и координата X первой точки профиля в см; то есть в первой строке должно быть всего 3 элемента (подразумеваются числовые элементы, возможны подписи для обозначения «! nPk dX Хо» по желанию). Во второй строке помещают значения потенциала ЕП в мВ для всех точек наблюдений; то есть во второй строке количество элементов равно числу точек наблюдения (то есть первому элементу первой строки).

Важно:

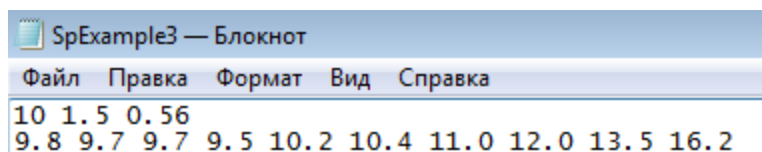
- Во второй строке количество элементов равно числу точек наблюдения (то есть первому элементу первой строки).
- Значения отделяются одним или несколькими пробелами. Допускается использование табуляции.
- Разделителем в дробях является точка. В Паскале важно соблюдать правило задания чисел с нулевой дробной частью: либо (12.0) либо (12), но не (12.), т.е. число не должно заканчиваться точкой.
- Значения потенциала ЕП могут быть выписаны через перенос строки.
- После последнего значения потенциала файл сохраняется! Дополнительные переносы строки делать крайне нежелательно.

Примеры входных данных:



```
12 1.5 -19.5 !nPk dX Хо
-2.69 -3.38 -3.76 -3.85 -4.04 -4.03 -4.22 -4.4 -4.69 -4.88 -4.87 -3.66
```

Рис.1.Пример с текстовым комментарием



```
10 1.5 0.56
9.8 9.7 9.7 9.5 10.2 10.4 11.0 12.0 13.5 16.2
```

Рис.2.Пример без текстового комментария

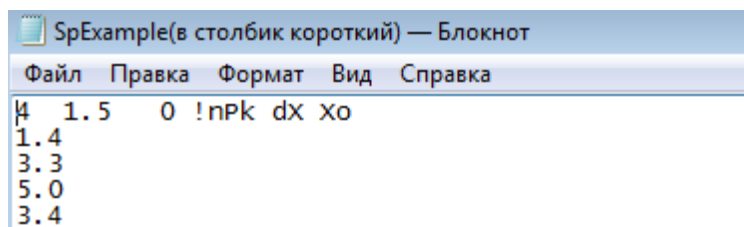


Рис.3. Пример с перечислением значений потенциала ЕП в столбик

Пример содержания итогового выходного файла *.res:

$U_0=0$, мВ

$X_0=12$, см

$h=3.7$, см

$r=2$, см

$\text{Alpha}=90$, град

$E_0=100$, мВ

$dU=2.35$, мВ - абсолютная средняя погрешность подбора в мВ

$dU=23.2$, % - относительная средняя погрешность подбора в %.

Инструкция по эксплуатации

1. Запустить программу.
2. Нажать кнопку «Open» на верхней панели. Выбрать входной файл с расширением «.dat», содержащий полевые данные. В случае возникновения ошибки 'Неверные данные в файле' проверить формат или содержание файла.
3. Проанализировать вид кривой измеренных значений в соответствии с теорией метода ЕП и провести приближение теоретической кривой к практической некоторой комбинацией параметров U_0 , X_0 , h , r , Alpha , E_0 . Введение значения большего, чем максимальное значение скролл-бара или меньшего, чем минимальное приводит к ошибке 'Error: недопустимое значение'. Минимальное и максимальное значение должно быть целым числом. Шаг по скролл-бару 0.01, что позволяет добиться достаточно точного результата. В случае введения некорректного минимального или максимального значений, появится сообщение 'Некорректная минимальная/максимальная граница'.
4. Сохранить приближения кнопкой «Save» в верхней панели в файл с расширением «.res». Рекомендуется использовать фамилию студента в качестве имени файла.

Примеры

При первом запуске программа использует следующее начальное приближение: $U_0=0$, $X_0=0$, $h=4$ см, $r=2$ см, $\text{Alpha}=180^\circ$, $E_0=20$ мВ, $R_{\text{Ext}}=50$ Ом.м, $R_{\text{Int}}=0.01$ Ом.м.

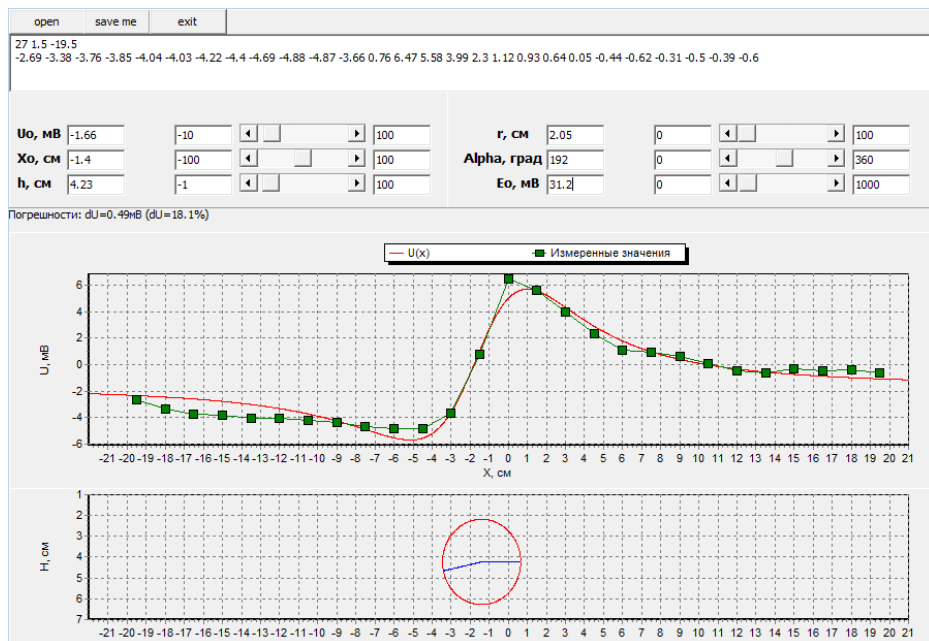


Рис.4.Пример работы в программе

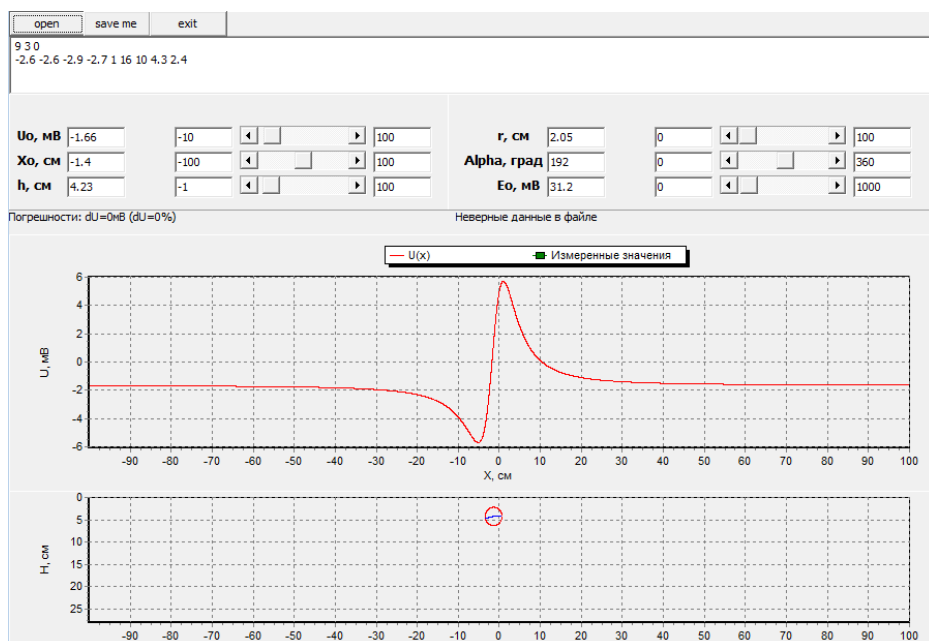


Рис.5. Пример ошибки чтения (количество значений совпадает с первым числом первой строки, вероятнее всего установлен переход на новую строку после последнего значения)

Список литературы

Интернет-источники:

- 1) <http://geophys.geol.msu.ru/STUDY/3k.html>
- 2) <http://www.mining-enc.ru/p/polyarizacii-metody/>