Жданов Сергей Сергеевич

**1D интерпретация данных скважинной электротомографии**

*2 курс магистратуры, кафедра Геофизических методов исследования земной коры*

*Научный руководитель: доц. Бобачёв А.А.*

Электротомографические наблюдения при геофизическом исследовании скважин позволяют получить высокую плотность наблюдений при хорошей производительности. При скважинных наблюдения модель геологической среды представляется одномерной, что дает предпосылки к использованию 1D интерпретации. В настоящее время нет специализированных инструментов для решения задачи одномерной интерпретации, поэтому ставится задача реализовать алгоритм автоматической инверсии данных электротомографии в скважинах.

В ходе инверсии необходимо многократно решать прямую задачу – задачу одномерного моделирования. Для решения прямой задачи используется спектральный подход. Электрический потенциал представляется в спектральном виде (с помощью преобразований Фурье и Ханкеля), составляется уравнение Гельмгольца. Решение уравнения – сумма возрастающей и убывающей экспонент с некоторыми коэффициентами. На основе граничных условий строится система уравнений для спектрального потенциала и его производной по глубине. Таким образом, для вычисления спектрального потенциала нужно решить систему уравнений относительно коэффициентов. Для решения системы используется алгоритм прогонки (алгоритм В. И. Дмитриева – А. Г. Яковлева). Спектральный потенциал представляет собой гладкую функцию от пространственной частоты с убыванием при 𝒎→∞. Для выполнения обратного преобразования Ханкеля применяется численное интегрирование с использованием квадратурной формулы Симпсона, точной для многочленов третьей степени. Сетка шагов интегрирования неравномерная, увеличивается в геометрической прогрессии с увеличением пространственной частоты, а интегрирование проводится до тех пор, пока вклад в интеграл на очередном шаге не окажется меньше заданного **ɛ**. Как результат – для одномерной модели и для заданной глубины источника возможно вычислить на произвольной глубине значение электрического потенциала.

Для проведения инверсии (решения обратной задачи) выбирается стартовая модель – заданное количество слоёв равной мощности со значением удельного сопротивления, равным среднему 𝜌к наблюдённых данных. Итерационно рассчитываются поправки в модель по методу Ньютона (в окрестности текущего приближения прямая задача заменяется вспомогательной линейной функцией, строится СЛАУ для функционала логарифмической невязки, ищутся поправки в модель итерационным методом Зейделя) и решается прямая модель для уточнённой модели, пока результат нельзя будет принять за конечную одномерную модель. На каждом шаге итерации максимальное изменение параметра (поправки УЭС слоёв модели) ограничивается, чтобы исключить возможность получения слишком больших поправок.

Как итог, реализован алгоритм автоматической одномерной инверсии данных электротомографии в скважинах в виде программы. Подобный алгоритм позволяет проводить одномерную интерпретацию данных скважинной электротомографии. Электротомография в скважине благодаря использованию большого количества разносов можно сопоставить с БКЗ. Большие разносы позволяют получить удельное сопротивление пластов. На примерах модельных и полевых данных показаны результаты применения программы. Показано, что полученные одномерные модели коррелируют с результатами двумерных инверсий.