

Новые подходы к интерпретации геофизических материалов

Каминский А.Е*., Лухманов В.Л. ЗАО “КГЭ Астра”

Введение

В докладе рассматриваются интерпретационные приемы как новые, так и хорошо известные, применяемые нами в последнее время при обработке полевых геофизических данных. Придерживаясь принципа, что все новое - это хорошо забытое старое, мы не претендуем на авторство данных методик, а делаем акцент на их программной реализации и практическом применении. При изложении довольно разнородного материала мы постарались выдержать единый стиль: постановка задачи – способ ее решения – примеры использования. Предлагаемые решения могут быть использованы в различных областях геофизики. Поэтому мы постарались выбрать примеры из различных ее направлений, сфокусировав основное внимание на электроразведке и сейсморазведке.

В наших предыдущих докладах мы неоднократно говорили, что не приветствуем формализованные подходы к интерпретации данных. Тем не менее, ситуация с возрастающим ежегодно объемом полевых материалов и минимальными сроками камеральной обработки, вынудила нас разрабатывать полностью автоматизированные алгоритмы, в которых мы все же пытаемся учитывать любую имеющуюся априорную информацию.

Подавление R и C эффектов в данных ВЭЗ

Вертикальные электрические зондирования не только не были вытеснены электротомографией, но и получили новый толчок в развитии, связанный с совершенствованием многоэлектродной аппаратуры. Как оказалось, приповерхностные неоднородности – бич старейшей методики, также негативно сказываются и на результатах двумерной электроразведки. К тому же модели интерпретации данных ВЭЗ более геологичны и понятны непосредственным заказчикам, которые в большинстве случаев оперируют понятием слой. Поэтому, на наш взгляд, в тех случаях, где это возможно, целесообразно проводить одномерную и двумерную интерпретацию данных многоэлектродных измерений.

Способы борьбы с R и C эффектами (искажения кривых ВЭЗ) много лет разрабатываются сотрудниками МГУ Шевниным, Модиним и Бобачевым. Нами предлагается два альтернативных подхода позволяющие подавлять данные эффекты, как в электротомографии, так и в профильных данных ВЭЗ.

Суть первого способа заключается в моделировании R/C эффекта каждого электрода косы, формировании системы линейных связей отдельных измерений на базе какого-либо признака и дальнейшем итеративном решении этой системы с целью определения искомым значений эффектов на каждом электроде. В качестве признака, то есть минимизируемой части системы, может быть выбрана близость левой и правой ветвей трехэлектродной установки или сходство соседних кривых ВЭЗ. Как показали наши исследования, данный способ хорош в случае исследования разрезов, близких к горизонтально-слоистой модели.

Второй способ предполагает использование аппарата двумерной инверсии. В процессе обработки модель должна быть разделена на две части: верхнюю – неоднородную, моделирующую эффект приповерхностных неоднородностей и нижнюю более гладкую и слоистую, отвечающую за структуру разреза. В процессе инверсии получается гладкий разрез с сильно неоднородным верхним слоем. Удельные сопротивления верхнего слоя сглаживаются и при последующем решении прямой задачи, для измененной модели, выявляется и подавляется эффект влияния приповерхностных неоднородностей. Описанный способ подавления геологических помех может применяться не только для

многоэлектродных измерений, но и для классических профильных ВЭЗ. При этом важно чтобы расстояние между соседними точками не превышало половины разноса.

Учет анизотропии скоростей в сейсмотомографии

С явлением сейсмической анизотропии скоростей нередко можно столкнуться при наземных и межскважинных работах методом сейсмотомографии, особенно в промышленной зоне. Наиболее ярким примером служат свайные поля, состоящие из бревен, состояние которых исследуется сейсмическим методом. Скорости упругих волн вдоль и поперек таких объектов могут сильно различаться. При построении скоростного разреза без учета анизотропии образуются существенные искажения объектов, особенно ярко проявляющиеся в межскважинном варианте, где часть лучей и вовсе не подбирается.

С одной стороны сейсмическая анизотропия хорошо изученный раздел сейсморазведки, которому посвящен постоянный раздел журнала *Geophysics*, с другой - при инженерных изысканиях обычно нет достаточного количества априорной информации и лабораторных измерений для ее учета. Поэтому нашей целью являлось определение, как скоростей, так и параметра анизотропии. В рамках данной задачи мы ограничились одним параметром, характеризующим эллипс скорости (скорость в вертикальном и горизонтальном направлении) каждого элемента разреза.

Учет такого варианта анизотропии не внес серьезных изменений в алгоритм решения прямой задачи. При инверсии, для уменьшения динамического диапазона, все восстанавливаемые параметры переводились в логарифмический масштаб.

Тестирование алгоритма проводилось на синтетических примерах и полевых данных межскважинной сейсмотомографии. По результатам опробования на синтетических данных можно сделать следующие выводы:

- Наилучший результат получается при фиксированном шаблоне анизотропии (подбирались только скорости).
- Восстанавливаемая модель значительно ближе к исходной по сравнению с результатом инверсии без учета анизотропии.
- Улучшение результата можно достичь сужением области, в которой подбирается параметр анизотропии.

Конечно, эти выводы были предсказуемы, так как параметр анизотропии дает дополнительную степень свободы решению, что способствует расширению области эквивалентности.

Инверсия полевых данных позволило определить положение и коэффициенты анизотропии свайных объектов. В некоторых случаях они получились достаточно близкими к реальным значениям.

Внедрение геологических границ в одномерную инверсию

Внедрение геологических границ – простой и наглядный способ использования априорной информации при решении обратной задачи. Многие современные программы инверсии позволяют конструировать сглаживающий оператор с учетом заданных границ. Этот алгоритм достаточно прост в случае среды с постоянной геометрией. Для модели, где одновременно подбираются параметры и мощности слоев, требуется специальный адаптивный алгоритм, модифицирующий сглаживающий оператор на каждой итерации. Критерием перестроения оператора является близость одной из границ модели к априорной.

Опыт использования данной методики показал эффективность ее применения при интерпретации плотных профильных данных электромагнитных зондирований.

Совместная интерпретация данных MASW и МПВ

Данное направление было выбрана нами в силу все более возрастающей популярности метода MASW в России. Сбор данных для обеих методик осуществляется однотипно, с условием использования низкочастотных сейсмоприемников. Для опробования методики было разработано специальный программный модуль, позволяющий решать прямую и обратную задачу метода MASW, а также выделять дисперсионную кривую.

Построение скоростной слоистой модели по методу преломленных волн решается итерационным способом с учетом переменной скорости внутри слоя и геометрии границ. Прямая задача решается без ограничений на угол наклона границы, точно. Совместная интерпретация данных обоих методов на уровне границ позволяет существенно улучшить результирующую модель.

Выводы

Несмотря на представленные положительные результаты, пока нельзя говорить об однозначной целесообразности использования предложенных методик для решения любых задач. Требуется более масштабное тестирование, и на данном этапе их следует рассматривать, как альтернативу существующим