

- изменением литологии пластов верхней части геологического разреза (локальное изменение литологии может проявиться на разрезе как амплитудная аномалия;
- зонами трещиноватости без газонасыщения осадков;
- некоторыми структурными особенностями (локальный участок сближения двух горизонтов за пределами вертикальной разрешенности метода может показать амплитудную аномалию);
- локальным прослеживанием горизонтов в пределах акустических окон среди экранирующей толщи (на сейсмоакустических разрезах могут быть ошибочно приняты за амплитудные аномалии «яркие пятна»).

Придонные врезы могут вызвать интенсивную реверберацию сейсмических колебаний, которая на временном разрезе выглядит как вертикальная зона аномальной записи, разрывающая отражающие горизонты, что иногда может необоснованно трактоваться как «флюидный прорыв».

Таким образом, появление участков с аномальной сейсмической записью может быть обусловлено различными факторами, природа которых требует изучения и не всегда может быть правильно проинтерпретирована. Но в большинстве случаев такие участки независимо от природы аномалии для инженерного строительства следует исключить.

Литература:

Исмагилов Д.Ф., Козлов В.Н., Терехов А.А., Хортов А.В. «Опыт работ ВРС на акваториях южных морей Российской Федерации». //Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений». -2005, №11.

Бобачев А.А. Макаров Д. В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕКЛАССИЧЕСКИХ УСТАНОВОК В ЭЛЕКТРОТОМОГРАФИИ

(Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова)

Введение

Современная методика в методе сопротивлений это электротомография (ERT – electrical resistivity tomography). В настоящее время развитию этого подхода уделяется большое внимание. Постоянно появляются новые версии программного и аппаратного обеспечения. Большое внимание уделяется и выработке оптимальной методики наблюдений [Szalai et al., 2013]. Используя десятки электродов в одной расстановке теоретически можно выполнить десятки тысяч измерений используя, различные положения приемных и питающих электродов. Очевидно, что выполнение всех измерений потребует огромного количества времени, но не обязательно скажется на качестве полученных результатов.

Для выбора оптимальной методики существуют различные подходы. Условно можно выделить три подхода:

- выбор оптимальной классической установки или их комбинации [Dahlin and Zhou, 2004];
- выбор оптимального набора измерений без привязки к классическим установкам [Wilkinson et al., 2006; Stummer et al., 2004];
- разработка специализированных методик [Dahlin and Zhou, 2006].

В данной работе предлагаем развитие некоторых методик, применяемых в электротомографии. Кроме того, рассматриваются вопросы представления полевых данных для неклассических установок

Требования к оптимальной методике

Вопрос выбора оптимальной методики наблюдений многоплановый. Всегда приходится учитывать взаимоисключающие требования:

- высокая разрешающая способность установки – устойчивость к помехам и приповерхностным неоднородностям;
- высокая скорость измерений – получение надежного результата.
- максимальная глубина исследования – высокая детальность при изучении верхней части разреза.

Многие параметры оптимальной методики съемки трудно формализовать. Например, устойчивость результата к помехам: можно задать амплитуду шума или точность аппаратуры, но как определить уровень так называемых геологических помех, под которыми обычно понимаются локальные 3D неоднородности. Их учет при 2D инверсии представляется невозможным. Другой проблемой являются высококонтрастные техногенные объекты (коммуникации), которые тоже плохо подбираются при 2D инверсии.

Оптимальная методика наблюдений должна позволять проводить визуальный анализ полевых данных, как анализ псевдоразров кажущегося сопротивления для классических установок. Кроме того, нужно учитывать особенности современной многоканальной аппаратуры, возможности которой раскрываются в методиках, допускающих параллельные измерения на нескольких приемных электродах.

Таким образом, получается, что трудно выбрать формальные критерии выбора оптимальной методики. Поэтому предлагается использовать известные особенности классических установок и на этой основе попытаться их оптимизировать.

Оптимальная комбинация классических установок

Большой полевой опыт использования метода электротомографии показывает, что максимальную глубинность и хорошее разрешение обеспечивает комбинированная трех электродная установка Шлюмберже (Dahlin and Zhou, 2004). При благоприятных условиях (т.е. при низком уровне геологических и техногенных помех) максимальное разрешение получается при работах с дипольной осевой установкой. Сравнение этих установок на реальных данных показано на *Рисунке 1*. Обе эти установки хорошо подходят для многоканальных исследований.

Основной проблемой при работах с трехэлектродной установкой является организация электрода в «бесконечности». Это всегда трудозатратно, а в некоторых случаях и невозможно. Поэтому предлагается рассмотреть оптимизированный вариант этой установки.

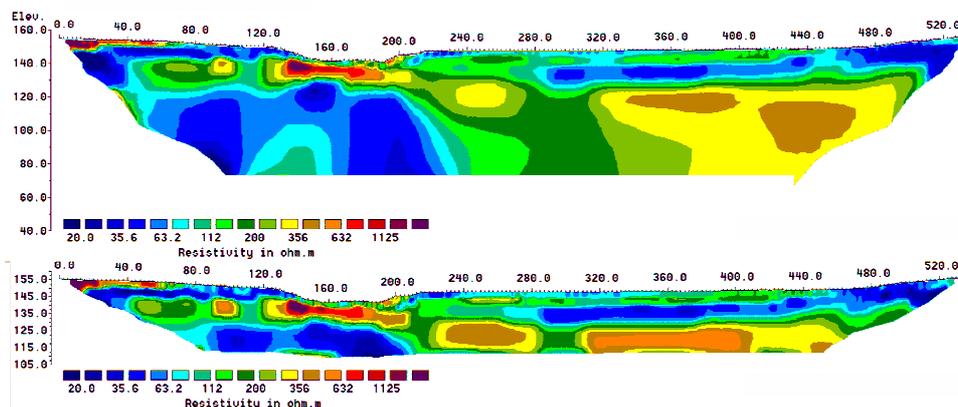


Рисунок 1. Сравнение результатов для трехэлектродной (сверху) и дипольной осевой (снизу) установок.

Трехэлектродная установка без бесконечности

Современные программы 1D интерпретации, (например, Ipi2win [Бобачев А.А., IPI2WIN]) позволяют работать с несимметричными установками, которые по своим параметрам находятся между установкой Шлюмберже и трехэлектродной установкой [Сапожников, 2005]. Одним из вариантов такой установки является использование неподвижной линии АВ и перемещающейся внутри АВ линии MN (градиент установка) (*Рисунок 2*).

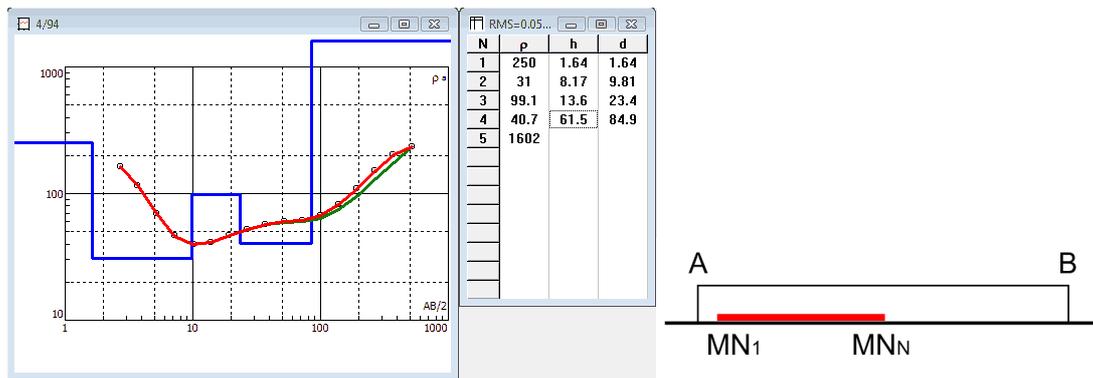


Рисунок 2. Сравнение кривых ВЭЗ для установки Шлюмберже(красная) и несимметричной установки (зеленая). Справа показана схема измерений.

Аналогичный результат можно получить расположив приемные диполи снаружи от линии АВ (Рисунок 3)

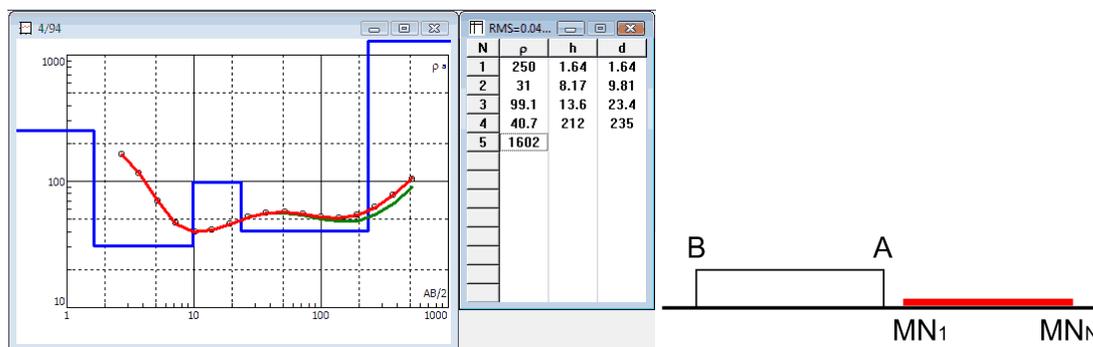


Рисунок 3. Сравнение кривых ВЭЗ для установки Шлюмберже(красная) и несимметричной установки (зеленая). Справа показана схема измерений.

Когда MN располагается близко к питающему электроду, мы получаем трех электродную установку. На больших разносах получается либо установка Шлюмберже, либо несимметричная дипольная осевая. Отметим, что кривые ВЭЗ получаются близкими к установке Шлюмберже. Таким образом, мы имеем трехэлектродную установку, у которой «бесконечность» располагается на максимальном разносе – расширенная градиент установка.

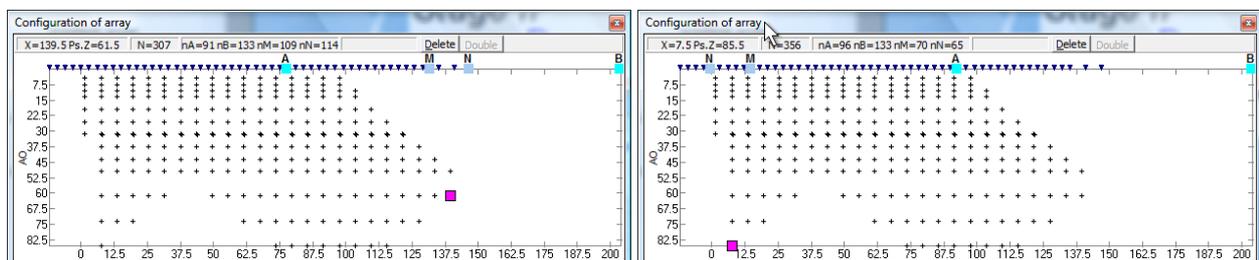


Рисунок 4. Положение электродов при электротомографических работах с расширенной градиент-установкой

Применительно к электротомографии, это означает расположить электрод «бесконечности» на краю расстановки и провести все измерения при которых расстояние от линии MN до А меньше чем до электрода В. Положение электродов при таких измерениях показано на *Рисунке 4*. Очевидно что таким образом можно обработать только половину расстановки. Для отработки второй половины профиля электрод В надо подключить к первому электроду.

Полученные по такой методике данные сохраняют высокое разрешение трехэлектродной установки, хотя и уступают ей в глубинности.

Предлагаемая установка похожа на активно внедряемую компанией АВЕМ множественную градиент установку (Multiple-gradient array) [Dahlin and Zhou, 2006].

Численное моделирование

На *Рисунке 5* показаны результаты 2D инверсии для данных численного моделирования различных установок, подтверждающее высокую эффективность предлагаемой установки.

Выводы

Представленная установка достаточно легко внедряется в существующие программно-аппаратные комплексы и обладает высокой эффективностью при работах, где установка электрода в «бесконечности» затруднена.

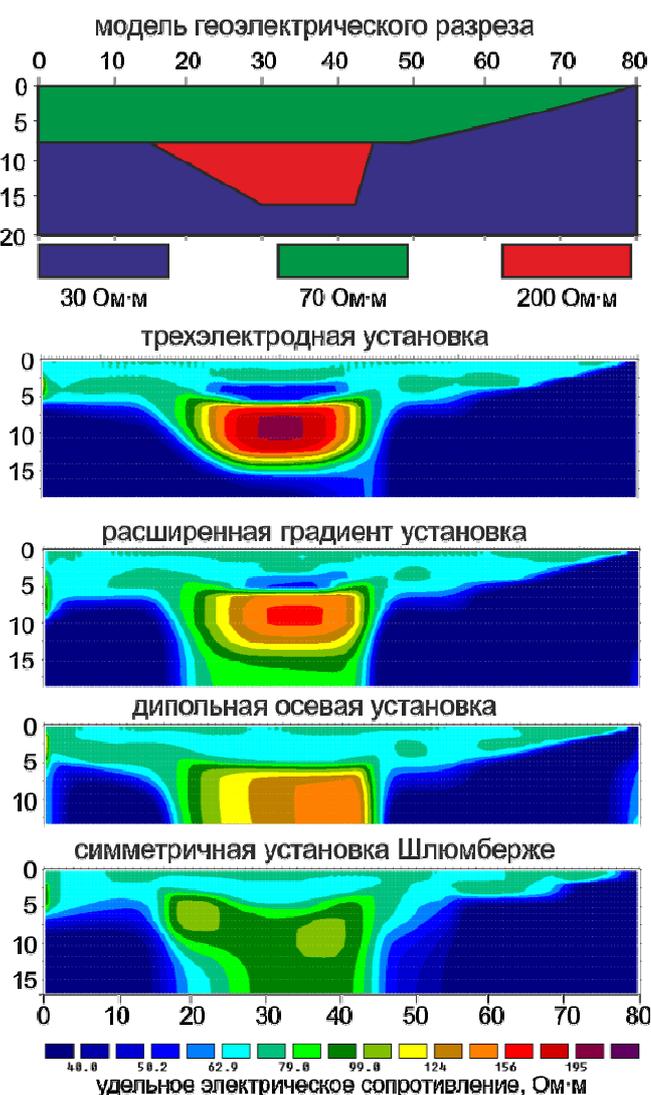


Рисунок 5. Модель и результаты инверсии для различных установок.

Литература

1. Бобачев А.А. Программы. IPI2WIN. Сайт производителя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.geoelectric.ru/ipi2win.htm>;
2. Сапожников Б.Г. Новая установка ВЭЗ для гидрогеологических исследований на средних глубинах. *Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология*, № 5, 2005, С. 454-462;
3. Dahlin T. and Zhou B. A numerical comparison of 2D resistivity imaging with ten electrode arrays. *Geophysical Prospecting* 52, 2004, 379–398;
4. Dahlin T. and Zhou B. Multiple-gradient array measurements for multichannel 2D resistivity imaging. *Near-Surface Geophysics*, 4, 2006, 113-123;
5. Stummer, P., Maurer, H., Green, A.G. Experimental design: Electrical resistivity data sets that provide optimum subsurface information. *Geophysics*, 69 (1), 2004, 120–139;
6. Szalai S, Koppán A., Szokoli K., Szarka L. Geoelectric imaging properties of traditional arrays and of the optimized Stummer configuration, *Near-Surface Geophysics*, 11, 2013, 51-62;
7. Wilkinson, P.B., Meldrum, P.I., Chambers, J.E., Kuras, O., Ogilvy, R. D. Improved strategies for the automatic selection of optimised sets of electrical resistivity tomography measurement configurations, *Geophys. J. Int.*, 2006, 1119-1126.