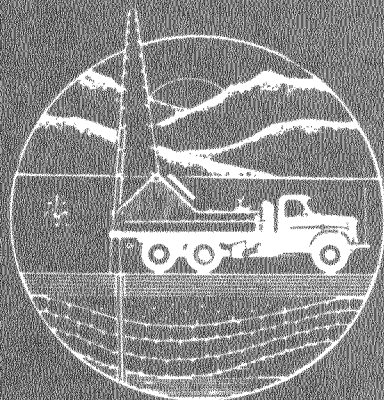


МИНИСТЕРСТВО ГЕОЛОГИИ СССР

ГЛАВНОЕ КООРДИНАЦИОННО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ
«УЗБЕКГЕОЛОГИЯ»

Среднеазиатский
научно-исследовательский
институт геологии
и минерального сырья

(САИГИМС)



ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В ГИДРОГЕОЛОГИИ, ИНЖЕНЕРНОЙ
ГЕОЛОГИИ

п. 2

г. Ташкент — 1991г.

УДК 550.8: [556.3+624.131.1]

Геофизические исследования в гидрогеологии и инженерной геологии /Тр.ГИДРОИНГЕО. - Ташкент: САИГИМС, 1991.

В сборнике представлены материалы Всесоюзного научно-технического семинара "Использование геофизических методов для решения геозокологических, инженерно-геологических и гидрогеологических задач". Рассматриваются теоретические, методические и практические вопросы использования геофизических методов в изучении геозокологии. Приводятся результаты наземных и скважинных исследований. Особое внимание уделено методике и технологии комплексных геофизических исследований по выявлению и оценке загрязнения подземных вод, при изучении опасных геологических процессов, геолого-экологической съемке территории. Обсуждаются вопросы эффективности геофизических исследований в различных природных условиях СССР.

Для гидрогеологов, геофизиков, инженеров-геологов.

Главный редактор
канд. г.-м. наук Р.А. НИЯЗОВ
Ответственный редактор выпуска:
канд. г.-м. наук Ш.Х. АБДУЛЛАЕВ

ISBN 5-7173-0332-

С Научно-исследовательский институт гидрогеологии и инженерной геологии (ГИДРОИНГЕО), 1991 г.

составе, физико-химических и термодинамических параметрах ВЧР, пространственно-временной структуре поля электромагнитных помех, а также положении оператора (особенно при измерениях на ранних временах).

Разумеется, при таком подходе любое из образующих систему звеньев можно интерпретировать как подсистему с распределенными или сосредоточенными параметрами. Анализ таких подсистем может представлять самостоятельный интерес и проводиться как на основе системного подхода, так и традиционными методами.

Система "технические средства НЭМЗ - ВЧР" исследована в НИИ средствами реализованного на персональной ЭВМ имитационного моделирования. При этом в относительно простых ситуациях, число которых ограничено, задачу удалось решить непосредственно во временной области. В общем случае решение сначала отыскивалось в частотной области, а затем трансформировалось во временную.

Системный подход в сочетании с аппаратом имитационного моделирования позволял объяснить причины возникновения аномальных переходных характеристик и наблюдаемую в ряде случаев низкую воспроизводимость результатов НЭМЗ, уточнить структуру первичного поля, оптимизировать методику полевых наблюдений, предложить оригинальные способы измерения электромагнитных параметров зондируемых сред, выявить принципиальные возможности НЭМЗ при изучении ВЧР и получить новую геологическую информацию.

УДК 550.837.31

И.Н.МОДИН, А.Г.ЯКОВЛЕВ, В.А.ШЕННИН, К.Л.ОДИНЦОВ,
Ф.В.ЛЮБИЧОВА, Т.Н.СТЕПАНОВА (МГУ)

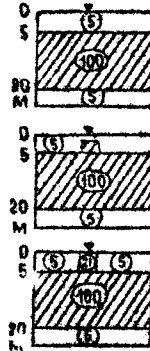
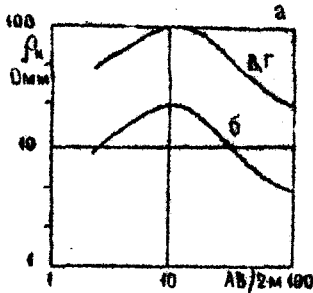
ВЛИЯНИЕ ПРИРОДНОЙ НЕОДНОРОДНОСТИ НА РЕЗУЛЬТАТЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ И СПОСОБЫ ЕЕ ПОДАВЛЕНИЯ

Разработка программ моделирования электрического поля в двух- и трехмерных неоднородных средах [1-3] позволила по-новому взглянуть на проблему учета искажений кривых ВЭЗ. Наибольший вклад в решение дечной задачи внесли В.В.Кусков [4] и А.Г.Яковлев [5]. В настоящее время благодаря численному моделированию и анализу полевых данных все имеющиеся сведения укладываются в

единую теорию искажений ВЭЗ. Под искажением кривой ВЭЗ будем понимать ее отклонение от локально нормальной кривой в данной точке, которая рассчитывается для одномерной слоистой модели с параметрами локального разреза под точкой наблюдения [6].

Особое место в теории искажений занимает проблема влияния приповерхностных неоднородностей. В то время как сравнительно крупные детали глубинных частей геоэлектрического разреза на кривых зондирования могут проявляться довольно слабо, небольшие по размерам неоднородности вызывают наиболее сильные изменения на кривых.

S-эффект и смещение кривых ВЭЗ по оси сопротивлений. Рассмотрим два случая. Пусть фоновый слоистый разрез имеет соответственно мощности первого и второго слоев (5 и 15 м). Сопротивления слоев сверху вниз - 5, 100, 5 Ом·м (рис. 1, б). В первом



случае верхний слой сложен неоднородностью типа горста, верхняя сромка которого расположена на глубине 1 м, ширина горста 5 м, а сопротивление равно сопротивлению второго слоя - 100 Ом·м (рис. 1, в). Во втором случае в верхнем слое имеется выходящая на поверхность высокоомная вставка шириной 5 м с удельным сопротив-

лением 21 Ом·м (рис. 1, г). Над центрами неоднородностей производятся электрические зондирования, рассчитанные по программе IE2RL. Кривые ВЭЗ представлены на рис. 1, а. Кривые над неоднородностями по форме совпадают с кривой над слоистым вмещающим

средой. Над центрами неоднородностей производятся электрические зондирования, рассчитанные по программе IE2RL. Кривые ВЭЗ представлены на рис. 1, а. Кривые над неоднородностями по форме совпадают с кривой над слоистым вмещающим

разрезом и смещены относительно нее вверх примерно на четыре порядка. Это явление в электроразведке получило название S-эффекта [6].

Физическое объяснение S-эффекта заключается в следующем. Для каждого разноса АВ в верхнем слое формируется распределение плотности тока, примерно соответствующее распределению тока в слоистом разрезе. Когда на его пути встречается неоднородность, то в случае горота (рис. 1, в) примерно 80% тока огибает его сверху. Таким образом, плотность тока над горотом возрастает на всех разносах примерно в четыре раза. В другом случае (рис. 1, г) плотность тока не будет меняться, но за счет увеличения сопротивления ватаки значение электрического поля возрастет также в четыре раза.

Одним из способов подавления S-эффекта является приведение кривых ВЭЗ к единому уровню. Такая процедура называется нормализацией кривых кажущегося сопротивления. На рис. 2 приведены результаты ВЭЗ на городище Красное. Расстояние между точками

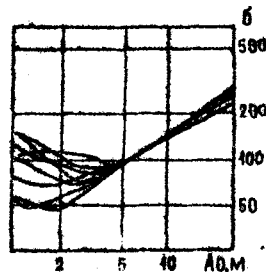
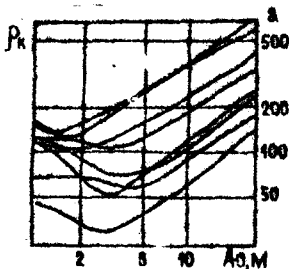


Рис. 2. Нормализация кривых ВЭЗ искаженных S-эффектом. Электрические зондирования выполнены на городище Красное Тульской области в 1989 г.: а - полевые кривые ρ_k ; б - нормализованные кривые ρ_k .

зондирования I-2 м. При максимальном разносе АО 30 м смещение центра ММ на 1 м не должно значительно изменять структуру электрического поля на глубине, и правые ветви кривых ВЭЗ должны быть идентичными.

Поэтому в этом случае нормализацию проводили именно по правым ветвям кривых.

Расхождение ветвей ВЭЗ для разных приемных линий ММ. Увели-

чение длины линии MN по мере увеличения раз'юса AL сопровождается смещением ветвей кривых ВЗЗ относительно друг друга. Для горизонтально-слоистых сред это смещение, как правило, не превышает 3-5%, и положение ветвей подчиняется строгим правилам [7]. И только на нисходящих крутых ветвях расхождение сегментов кривой может достигать 10-20%. Появление на практических кривых значительных "ворот", превышающих 30-50%, связано с влиянием горизонтальных приповерхностных неоднородностей, резко изменяющих электрическое поле при переходе через вертикальные границы.

Проблема устранения "ворот" до сих пор является дискуссионной темой среди электроразведчиков. Здесь необходимо сделать несколько замечаний. Во-первых, мы не рекомендуем устранять большие "ворота", заведомо невозможные для слоистой среды, с помощью приемов, используемых в случае горизонтально слоистых сред (визуальное сглаживание разрыва между сегментами без их смещения, трансформация кривой к идеальной установке Шлимберге [8] или решение обратной задачи, учитывающей наличие разных линий MN [9]). Во-вторых, последовательное приведение сегментов кривой ВЗЗ смещением по оси сопротивлений приводит к кривой, которая по форме близка к локально-нормальной кривой вне неоднородности. Наилучший эффект достигается в случае приведения к сегменту с наибольшей длиной MN . Когда смещение сегментов за счет слоистости разреза сравнимо с влиянием приповерхностных неоднородностей, необходимо сначала перенести ветви с малыми MN к положению, характерному для слоистого разреза. А затем интерпретировать кривые в рамках одномерных подходов.

На рис. 3 приведены материалы, полученные Д.А.Хачатрянном в Араратской долине [10], и результаты численного моделирования ВЗЗ по программе [E2R4]. Расчеты подтвердили модель геоэлектрического разреза, предложенную Хачатрянном. Локально-нормальная кривая вмещающего разреза соответствует правому сегменту полевой кривой ($MN = 75$), обладающей максимальным осредняющим действием.

Искажения кривых ВЗЗ, связанные с положением питающего электрода. Наиболее сильное искажающее воздействие оказывает неоднородности вблизи приемных электродов MN . Однако уже первые рас-

четыре ВЭЗ для горизонтально-неоднородных сред показали, что значительные возмущения на кривой кажущегося сопротивления связаны с положением питающего электрода. При этом, если приемные

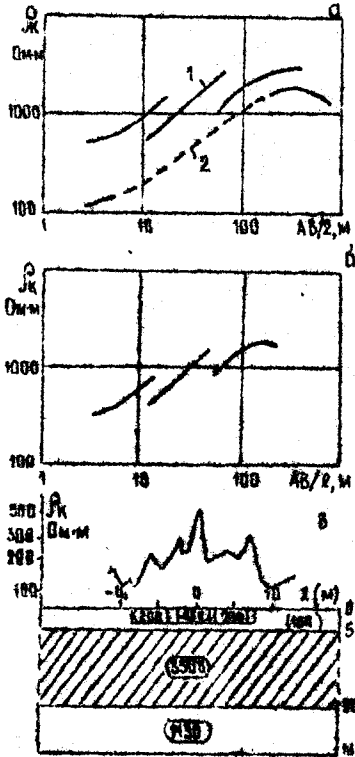


Рис. 3. Расхождение ветвей ВЭЗ для разных приемных линий MN: а - полевая кривая ВЭЗ; 1 - кривая R_k для разносов MN 1,6, 24 и 75 м, 2 - кривая R_k , соответствующая выделенному разрезу; б - теоретическая кривая ВЭЗ, рассчитанная по программе IE2RI для разносов MN 1,6 и 24 м; в - модель геoeлектрического разреза и полевые результаты электрообследования с малым разносом AB.

электроды неподвижны, а токовые передвигаются, то при переходе АВ через неоднородность форма кривой ВЭЗ меняется. Эти изменения могут быть резкими, если границы выходят на поверхность земли, или плавными, если они заглублены. В первом случае резкий выброс легко устранить путем сглаживания кривой. Во втором случае искажения кривых ВЭЗ могут быть неправильно истолкованы как геoeлектрические слои. Если в этих условиях зондирования выполнены по редкой сети, формальная интерпретация ВЭЗ может привести к неправильным построениям. Когда зондирования выполняются по густой сетке пикетов, удается отследить аномалии, связанные с питающими электродами. Они проявляются на разносах АВ, равных расстоянию до неоднородности.

На рис. 4 приведены результаты численного моделирования установки зондирования с неподвижным питающим электродом A_{fix} . Точка записи относится к положению токового электрода. Правее А расположена приповерхностная неоднородность, проявляющаяся в интервале разносов АВ от 20 до 60 м в виде макси-

му. После сглаживания кривой видно, что она в целом опущена ниже локально нормальной кривой ВЗЗ. Это объясняется глобальным распределением тока в первом слое геoeлектрического разреза. Высокоомная неоднородность правее электрода А отталкивает ток в противоположную сторону.

Поэтому вся кривая ВЗЗ опускается вниз.

Этот тип искажений устраняется в два этапа. Сначала нормализуются кривые ВЗЗ по S -эффекту с точкой записи в центре MN , а затем кривые с точкой записи, относящейся к электроду А. Это позволяет существенно подавить искажения кривых ВЗЗ от приповерхностных неоднородностей вблизи MN и питающих электродов А. При этом предполагается, что зондирования выполняются в варианте с трехэлектродной установкой с густой сеткой разносов AO .

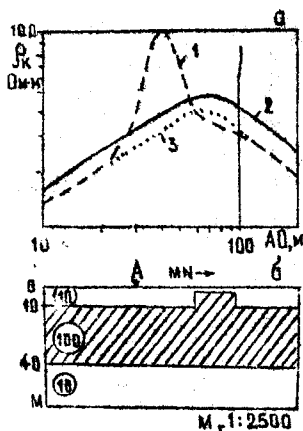


Рис. 4. Смещение кривых ВЗЗ по оси сопротивлений, связанное с положением питающего электрода, в присутствии приповерхностной неоднородности для установки $A_1 \dots MN$: а - кривые ρ_k ; 1 - реальная кривая ρ_k , осложненная S -эффектом в интервале разносов $AO=30+60$ м, 2 - локально-нормальная кривая ρ_k для точки, где расположен электрод А, 3 - сглаженная кривая ρ_k с учетом S -эффекта; б - модель геoeлектрического разреза.

питающих и приемных электродов. Только таким образом на стадии обработки и интерпретации можно правильно учесть искажения кривых ВЗЗ и построить геoeлектрический разрез.

Верхняя часть геологического разреза имеет чрезвычайно сложное строение. При решении тонких инженерно-геологических задач с помощью электроразведки необходимо правильно учитывать искажающее влияние приповерхностных неоднородностей, способных сильно подавлять полезную информацию о геoeлектрическом разрезе. Для компенсации этого подавления необходимо увеличивать плотность полевых наблюдений. Особенно важно получить представление об изменчивости поля в горизонтальном направлении за счет дополнительных перестановок

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ермохин К.М. Расчет полей постоянного тока в трехмерных неоднородных средах - Деп. ВИНТИ, № 6732-В85.
2. Кусков В.В. Численное моделирование вертикальных электрических зондирований в двумерно-неоднородных средах // Вест. Моск. ун-та. Сер. геол. 1985, № 1. - С.82-88.
3. Рогова С.А., Яковлев А.Г., Модин И.Н., Шевнин В.А. Алгоритм моделирования поля точечного источника постоянного тока вблизи двумерной неоднородности. - Деп. ВИНТИ, № 853-В88.
4. Кусков В.В. К вопросу об искажении кривых ВЭЗ в условиях негоризонтальных границ раздела // Вест. Моск. ун-та. Сер. геол. 1979, № 5. - С.68-72.
5. Яковлев А.Г. Влияние геоэлектрических неоднородностей на результаты электромагнитных зондирований. Автореф. дис.... канд. геол.-мин. наук. М., 1989. - 17 с.
6. Жданов М.С. Электроразведка. - М.: Недра, 1986. - 316 с.
7. Колесников В.П. Обработка и интерпретация результатов вертикального электрического зондирования с помощью ЭВМ. - М.: Недра, 1981. - 141 с.
8. Куфуд О. Зондирования методом сопротивлений. - М., 1984. - 270 с.
9. Рыков А.А., Каринская И.Д. Программы решения прямой и обратной задач ВЭЗ и ВЭЗ-ВП для ЭВМ серии ЕС. - М., 1981. - 134 с.
10. Хачатрян Д.А. Некоторые особенности первого геоэлектрического горизонта при проведении работ методом сопротивления в условиях Армении // Уч. зап. Ереванского гос. ун-та. Естест. науки. Геология, 1981, № 2. - С.124-131.

УДК 550.34.01

В.А. ЯКУБОВ, О.А. ДРОЗДОВА, И.Ю. ШИКУС, В.Ю. ТИМИН (Гидропроект)
 ПАКЕТ ПРОГРАММ "ИНКСЕЙС" ДЛЯ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ СЕЙСМОРАЗВЕДКИ
 МТВ НА ЭВМ

Пакет программ "Инксейс" разрабатывается в Отделе геофизических исследований и исследований института Гидропроект (Москва). Он предназначен для эксплуатации на ПЭВМ IBM-PC/AT с графадapte-