

О.В. Козлов, В.Н. Захаров, А.П. Аверин, Н.Е. Титов
ГЕОРАДИОЛОКАЦИОННЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ
В ВОДОЕМАХ МОСКВЫ*

Проведена оценка возможности интерпретации волн-помех для получения дополнительной информации об исследуемом объекте и оценке перспектив данного подхода.

Ключевые слова: картирование мощности иловых отложений, георадиолокационные исследования, коэффициент отражения.

Семинар № 2

**O.V. Kozlov, V.N. Zaharov,
A.P. Averin, N.E. Titov**
**GEOLOGICAL RADIO-LOCATING
STUDIES IN THE WATER PONDS OF
Moscow***

The assessment of the possibility of interpretation of the coherent noise for gaining the additional data on the objects in question and for assessment of the perspectives of such an approach is carried out.

Key words: mapping of the width of the sludge deposits, geological radio-locating studies, index of refraction.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 07-05-00718-а, грант № 08-05-90437-Укр_а) и гранта Президента РФ для государственной поддержки молодых российских ученых № МК-5235.2008.5.

На георадиолокационных временных разрезах часто наблюдаются интенсивные отражения от объектов, находящихся за пределами обследуемого интервала. Эти объекты могут располагаться как в «верхней», так и в «нижней» полуплоскости. В частности, при обследовании водоемов можно видеть отражения от берегов и объектов, находящихся существенно выше уровня воды, то есть

находящихся в «верхней» полуплоскости (рис. 1).

Данная работа посвящена вопросу оценки возможности интерпретации волн-помех для получения дополнительной информации об исследуемом объекте и оценке перспектив данного подхода.

В качестве примера рассмотрим работы, выполненные на Большом Очаковском пруду в Москве. Цель работы состояла в картировании мощности и оценке объемов иловых отложений для проектных работ по реконструкции пруда. Измерения производились экранированной антенной «ОКО» на центральной частоте 250 МГц с постоянным расстоянием источник-приёмник по профилям секущим пруд.

На рис. 1 представлена радарограмма, зарегистрированная на профиле расположенном параллельно берегу на расстоянии 20-30 м. На записи четко прослеживается боковое отражение, повторяющее контур берега. Кроме того на волновой картине часто выделяются фрагменты гипербола, осевые части которых находятся за «нулевым» или «конечным» пикетами профиля (рис. 2). Принадлежность фаз к отражениям именно к

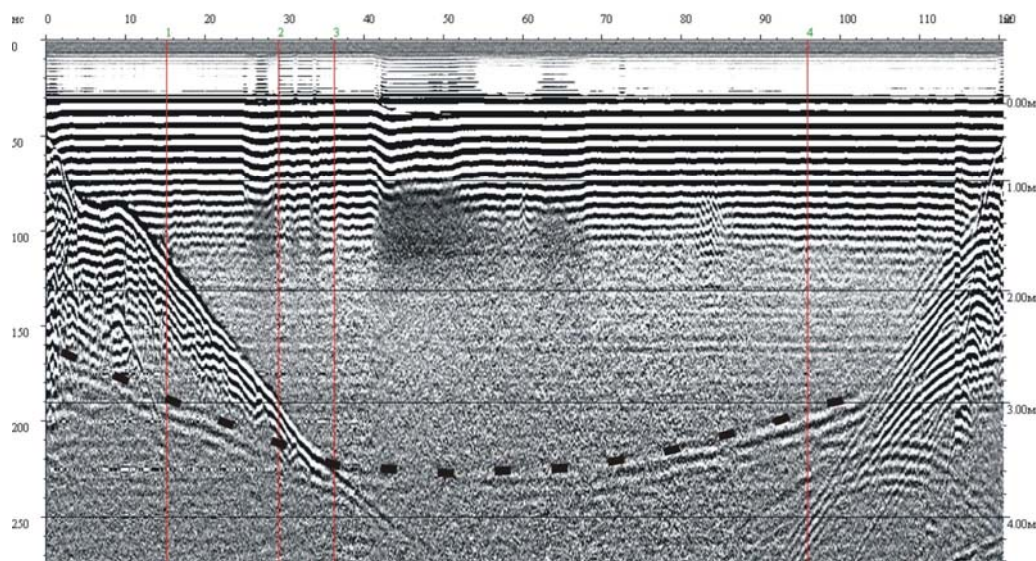


Рис. 1. Пример бокового отражения по воздуху от берега водоема

«верхней» полуплоскости подтверждается значением диэлектрической проницаемости $\epsilon=1$ для аппроксимирующих кривых.

Восстановить фактическое местоположение вершин гипербол и осей дифракции, выходящих за пикеты профиля можно двумя способами.

Первый вариант нахождения отражающей точки решается в ручную методом пересечений. Для этого на ветви соответствующей гиперболы выбирается несколько точек, для которых выполняется расчёт «воздушных» расстояний, строятся вспомогательные окружности с радиусами равными полученным расстояниям. Так как скорость распространения импульса можно принять одинаковой, то вершина гиперболы, отражающего объекта должна располагаться в области пересечения окружностей.

Второй вариант предполагает использование инструмента подбора теоретической гиперболы, имеющегося во всех программах обработки георадио-

локационных данных. Для этого в начало или конец профиля добавляются пустые трассы и находятся вершины точек дифракции по теоретическим гиперболом. Аналогично с учётом соответствующей скорости распространения электромагнитной волны в исследуемой среде, можно определить и подповерхностные точки.

Имея ряд точек дифракции, расположенных за пикетами профиля, и зная расстояние до отражающего объекта, откладываем окружности с радиусом соответствующим расстоянию до объекта определенное по глубинному разрезу. Если вершины гипербол соответствуют одному объекту, то точка пересечения окружностей должна указать на расположение объекта.

Для анализа изложенных предположений выбран профиль перпендикулярный левому и правому берегу. Зарегистрированные «усы» гипербол в конце профиля могут относиться только в полуплоскости ограниченной береговой линией, т.к. величина ди-

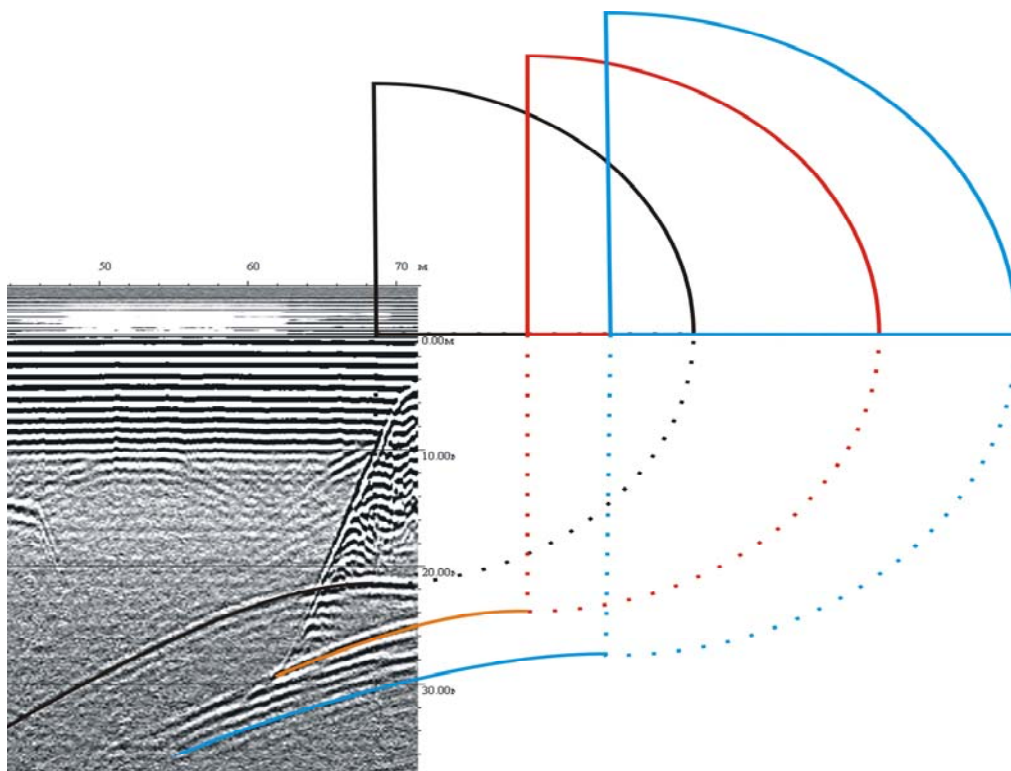


Рис. 2. Пример графического восстановления осей дифракции и области поиска отражающих границ

электрической проницаемости близка к единице (рис. 2).

Проведенные расчеты и графические построения показали, что отражающий объект может располагаться как в плоскости разреза, так и в плане по периметру окружности с центром в точке дифракции (рис. 2 и 3), т.е. решаемая нами задача является объемной. Поэтому имеющееся предположение о возможном расположении отражающего объекта именно в вертикальной плоскости профиля не подтверждается. Приведенный профиль на рис. 1 наглядно демонстрирует, что зарегистрированные отражения могут приходиться из любой точки сферы и только величина диэлектрической проницаемости может сузить область поиска и отнести объект к «верхней» полусфере.

Таким образом, на данном этапе исследований мы не можем уверенно идентифицировать положение отражающих точек. Для дальнейших исследований необходимо выполнить измерения на двух параллельных профилях на расстоянии, для нашего случая, 10-15 м и попытаться восстановить точки отражения в пространстве.

Имея координаты отражающих точек и проводя измерения со льда мы обеспечиваем идентичность излучения и приема сигнала по всей длине профиля, а следовательно можем рассчитать коэффициент отражения. Амплитуду падающего импульса можем принять зависящей только от расстояния от пункта излучения до пункта отражения. Значение коэффициента отражения можно вычис-

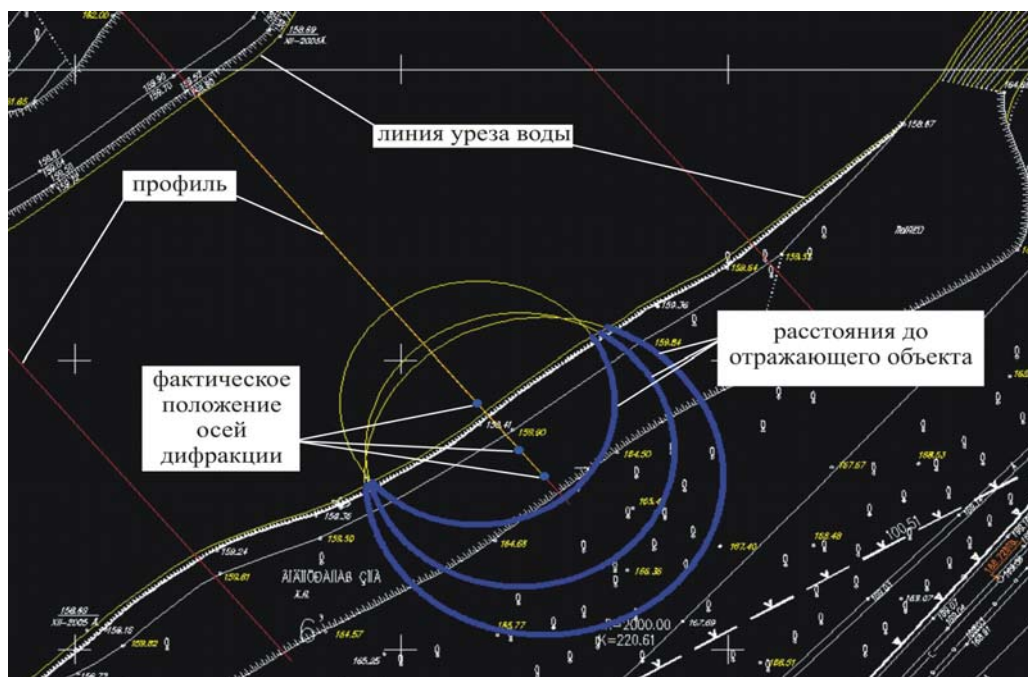


Рис. 3. Схема расположения осей дифракции и области поиска отражающих объектов (границ)

лить по измеренной амплитуде на основании известной формулы для затухающей плоской (ввиду значительного расстояния) волны с учётом угла между падающей волной и отражающей поверхностью.

Коэффициент отражения несёт информацию о характеристиках самого грунта и свойствах поверхности.

В дальнейшем планируется провести ряд экспериментальных работ, в ходе которых будут продолжены исследования в данном направлении.

Таким образом, если удастся определить положение точек находящихся за пределами исследуемой области и оценить эффективные электромагнитные характеристики отражателей, в перспективе данная методика может найти применение для решения задач опережающей разведки при походе подземных выработок или при работе в стесненных городских условиях, когда нет возможности выполнить профилирование непосредственно над изучаемой областью грунтового массива. **IVAB**

Коротко об авторах

Козлов О.В. – кандидат технических наук, главный геофизик Центр службы геодинамических наблюдений в электроэнергетической отрасли (ЦСГНЭО), тел. (495) 1580679,

Захаров В.Н. – доктор технических наук, зав.лаб. ИПКОН РАН, info@ipkonran.ru

Аверин А.П. – кандидат технических наук, ст. науч. сотр. ИПКОН РАН, info@ipkonran.ru

Титов Н.Е. – ген. директор ООО «ИВТОиЭПП».