Записки Ленинградского ордена Ленина, ордена Октябрьской Революции
и ордена Трудового Красного Знамени горного института им. Г.В.Плеханова,
т. /XXVI, 1978 г.

ПРИМЕНЕНИЕ ЗВУКОЛОКАЦИОННОЙ СЪЕМКИ ДЛЯ КАРТИРОВАНИЯ ДОННЫХ ИЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ

А.И.СВЕЧНИКОВ

Интерпретация материалов, получаемых при картировании донных отложений, прослеживании акустических границ с помощью звуколокационных методов при глубинах воды, превышающих глубинность освещения разреза и на порядок превосходящих ширину зондирующего волнового пакета, не вызывает особых трудностей. Когда же приходится проводить звуколокационные исследования при глубинах воды 1–4 м, прослеживание и выделение акустических границ становится практически невозможным из-за появления интенсивных кратных волн от поверхности дна. Как правило, интенсивность полезных волн на порядок ниже интенсивности кратных волн. Попытка выделить полезную волну за счет увеличения коэффициента усиления усилителя приводит к дальнейшему возрастанию времени звучания кратной волны, а при небольших глубинах воды – к слиянию кратных волн и появлению сплошного поля послезвучания. В этом случае регистрируемая картина представляет собой чередование почти перекрываемых кратных волн, на фоне которых выделение полезной волны становится практически невозможным, и традиционная методика интерпретации эхограмм – расчленение разреза по полезным волнам – становится неприменимой.

В таких условиях необходимо использовать приемы интерпретации, которые опирались бы на анализ характеристик вторичного акустического поля, возникающего как реакция изучаемого разреза на первичное акустическое поле. Наиболее важной характеристикой вторичного поля является значение коэффициента отражения K, которое в первом приближении может быть сравнительно оценено по характеру записи вторичного поля, т.е. наличие большого числа кратных волн свидетельствует, что значение K близко к единице.

Так, например, при изучении эхограмм можно выделить на них участки с различными значениями K. Причем если наблюдения проводились при фиксированных значениях коэффициента усиления регистратора, то можно говорить об относительной величине коэффициента отражения. Выделение областей с резко отличающимися значениями K позволяет дифференцировать донные отложения по площади, выделять и прослеживать участки с характерными значениями K. Дальнейшее определение выделенных участков с помощью диагностических сква-

жин создает определенные предпосылки для картирования донных отложений. В некоторых случаях появляется возможность по значению K судить о мощности донных отложений.

Практическую применимость изложенной методики интерпретации можно проиллюстрировать на примере выделения областей развития илов озера Разлив. По предварительным данным, полученным с помощью небольшого числа опорных скважин, для озера Разлив характерны малые глубины воды (1–4 м) и чередование областей развития илов мощностью 1–3 м и песчано-гравийных отложений.

Таким образом, можно было ожидать, что акустические методы позволят выделить области развития илов, имеющие более высокие значения K, чем песчано-гравийные отложения, которые характеризуются сравнительно небольшими коэффициентами отражения энергии звуковой волны за счет преобладающих процессов рассеяния и поглощения.

Свойство отражающей среды удобно характеризовать ее импедансом[x]

$$z = \frac{p}{v_н},$$

где p – звуковое давление; $v_н$ – компонента вектора скорости, нормальная к границе раздела.

Отражающая среда может иметь конечную толщину, тогда ее импеданс не равен волновому сопротивлению среды, а является сложной функцией частоты.

При изучении характеристик отражения от иловых отложений последние необходимо рассматривать как отражающую среду, имеющую конечную толщину (мощность иловых отложений лежит в пределах 0–3 м). Тогда коэффициент отражения

$$K = \frac{z - \rho c}{z + \rho c},$$

где ρc – волновое сопротивление воды.

Если считать, что подстилающие слои мало влияют на формирование вторичного акустического поля, слой ила в первом приближении можно рассматривать как слой, обладающий сосредоточенной массой. Тогда импеданс слоя

$$z = -i\omega\rho_0 h,$$

где ρ_0 – плотность вещества в слое; h – мощность слоя; ω – круговая частота.

Очевидно, что с возрастанием частоты акустического поля возрастает импеданс слоя, увеличение мощности слоя также ведет к увеличению его импеданса.

Таким образом, если в процессе исследований поддерживать частоту первичного поля постоянной, то увеличение мощности слоя вызывает увеличение

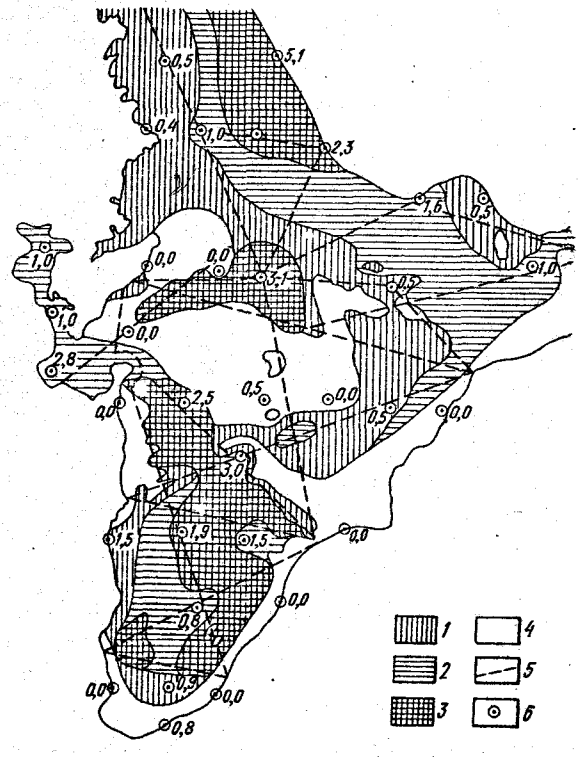
---

[x] М.А. Исакович. Общая акустика. М., Наука, 1973.

его импеданса, что приводит к возрастанию значения K . Следовательно, в этом случае изменения в определенных пределах значений K можно связывать с изменением мощности слоя.

По характеристикам вторичного акустического поля можно определить относительное изменение коэффициента отражения, которое проявляется как изменение интенсивности кратных волн. С другой стороны, интенсивность кратных волн обусловлена их числом, которое в конечном счете определяет длительность послезвучания вторичного акустического поля. Поэтому изменения в длительности послезвучания вторичного акустического поля можно связывать с изменением мощности возбуждаемого слоя.

В сентябре 1976 г. были проведены инженерно-геологические изыскания, связанные с очисткой от ила озера Разлив. Чтобы выяснить характер заиленности озера, были выполнены опытные звуколокационные работы на участках, которые характеризовались различным литологическим составом при различных режимах работы аппаратуры. Отработка методики определения областей развития илов и их мощностей выполнялась на участках, где литологический состав донных отложений был известен по данным бурения. Сопоставление режимов регистрации и характера отражений от иловых и песчано-гравийных областей показало, что наилучшая дифференциация по записи наблюдалась при коэффициентах усиления 80-90 дБ. В этих условиях регистрации песчано-гравийные отложения характеризовались малым временем послезвучания вторичного акустического поля за счет рассеяния и поглощения звуковой энергии. Участки озера, занятые илом, характеризовались длительным временем послезвучания вторичного поля, достигающим 40-50 мс.



Карта развития иловых областей озера Разлив
1, 2 и 3 – илы мощностью соответственно до 1 м, от 1 до 2 м и от 2 до 3 м; 4 – безиловые участки; 5 – линии профилей звуколокационной съемки; 6 – скважины с указанием мощности ила • (в метрах)

На основании сопоставления звуколокационных исследований, проведенных над скважинами, была произведена градуировка записей длительности послезвучания вторичного акустического поля над илами. По предложенной методике проводилась интерпретация материалов звуколокационной съемки озера Разлив, на основании которой

была составлена карта областей развития илов с разделением их по мощностям (см. рисунок). При построении карты развития илов были выбраны три градации разделения их по мощности: до I м, от I до 2 м и от 2 до 3 м.

Сопоставление материалов звуколокационной съемки с данными бурения дает хорошее совпадение, особенно в тех случаях, когда звуколокационный профиль проходит непосредственно через скважину, что в достаточной степени подтверждает правильность выбранной методики интерпретации.

Таким образом, звуколокационная съемка может применяться для картирования донных иловых отложений при глубинах воды I–4 м, причем точность картирования определяется точностью геодезической привязки и густотой сети профилей.