



К вопросу оценки качества сейсмических материалов в условиях транзитных зон

Захаров Н.В., Рудаков А.В., ГНЦ ФГУП «Южморгеология», г. Геленджик

Термин «транзитная зона» относится к территории, на которой отсутствует возможность выполнения сейсмических исследований по технологиям морской или наземной сейсморазведки. По условиям глубины водного бассейна транзитные территории условно можно подразделить на три зоны (рис. 1)

- зона предельного мелководья (глубина 1 – 3 м),
- мелководная зона (глубина 3 – 6 м),
- зона малых глубин (глубина 6 – 10 м).

Сейсморазведка в таких условиях, как правило, проводится с использованием донного кабеля и применением воздушных пушек.

Каждая из этих зон, в связи с различной толщиной водного слоя и распределения осадков на поверхности дна водоема, различается по качеству получаемого результата.

Зона малых глубин наиболее благоприятна для проведения сейсмических исследований, так как воздушные пушки и сейсмоприемники (гидрофоны) находятся на глубине 4 – 5 м, которые отвечают теоретическим предпосылкам.

Совершенно иначе обстоят дела при выполнении работ в мелководной и предельно мелководной зонах. Здесь гидрофоны и воздушные пушки находятся не на оптимальной глубине, что не позволяет выполнять эффективно сейсморазведочные исследования.

Нередко на исходных сейсмограммах, полученных в условиях транзитных зон, в принципе невозможно визуально выделить годографы отраженных волн, независимо от уровня микросейсм, поскольку на записи преобладают интенсивные низкочастотные волны помехи, образующиеся вследствие специфических поверхностных условий дна водоема. Интенсивность их находится в прямой зависимости от мощности илового покрова. Количественная оценка физического наблюдения по исходным сейсмограммам в такой ситуации теряет смысл. По ним можно выполнить только оценку технической отработки физического наблюдения (не работающие каналы, утечки на каналах, степень искривления приемного устройства).

Так, например, в морской сейсморазведке с плавающими «косами» физическое наблюдение в сравнении с сухопутным наблюдением хорошего качества будет иметь коэффициент не выше 0.8 либо «брак». Подобная картина наблюдается и в транзитной сейсморазведке относительно сухопутной.

Компенсация низкого уровня отношения сигнал-помеха в транзитных зонах может осуществляться только за счет увеличения кратности наблюдений, которая в полтора-два раза, а то и более, должна превышать кратность наземных наблюдений, выполненных в прибрежных областях исследуемой площади.

В зарубежной практике сейсмические исследования на предельно малых глубинах выполняются с возбуждением упругих колебаний взрывным способом из пробуренных скважин глубиной 3-4 м. Прием колебаний осуществляется задавленными в

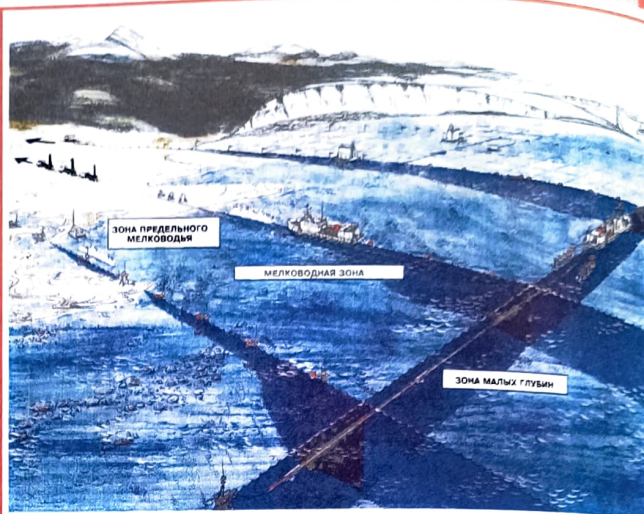


Рис. 1 Условное распределение транзитной территории по зонам

грунт одиночными геофонами.

ГНЦ ФГУП «Южморгеология» в течение последних 16 лет выполняет сейсмические исследования в транзитных зонах с применением воздушных пушек и нередко на предельно малых глубинах. При этом до глубин 1 м выполняется раскладка гидрофонов, а на глубинах от 1 м и менее выполняется установка геофонов. Как показывает практика, результаты получаются вполне успешными. Но тут возникает вопрос, связанный с оценкой качества получаемых сейсмических материалов.

Существующие опубликованные инструкции по оценке качества сейсмического материала, на которые можно сослаться, имеют отношение лишь к морской или наземной сейсморазведке. Для условий транзитных зон подобных инструкций нет и если супервизия выполняется представителем, имеющим опыт работы в наземной сейсморазведке, то будет отсутствовать взаимопонимание между Супервайзером и Исполнителем.

В ГНЦ ФГУП «Южморгеология» оценка качества наблюдений, выполняемых в условиях транзитных зон, осуществляется в соответствии с действующими на предприятии «Временными требованиями к технологии и качеству полевых сейсморазведочных работ МОГТ 2D / 3D при исследованиях в транзитных зонах». Данный документ подготовлен на основании значительного опыта, накопленного сотрудниками ГНЦ ФГУП «Южморгеология» при выполнении сейсмических наблюдений в таких условиях.

На страницах журнала, на правах дискуссии, мы хотим поделиться способом оценки качества сейсмического материала на примере результатов исследований по методике 3D, выполненных в Крузенштернском заливе Карского моря.

Акватория залива относится к зоне предельного мелководья.

Методика работ сейсморазведки 3D предусматривала отработку площади по шаблонам.

Конфигурация шаблона:

- 8 линий пунктов приема по 96 каналов на каждой линии;
- 8 линий пунктов взрыва по 96 взрывов на каждой линии.

Типичное представление о регистрируемом

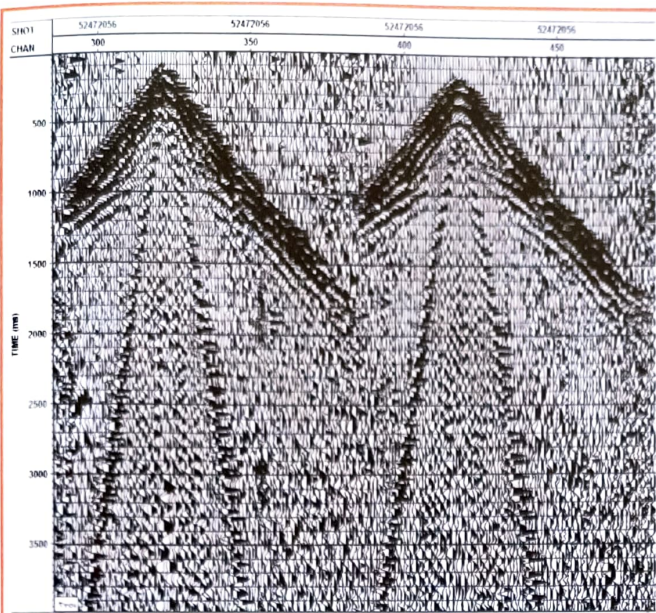


Рис.2 Волновое поле, формируемое в условиях предельного мелководья

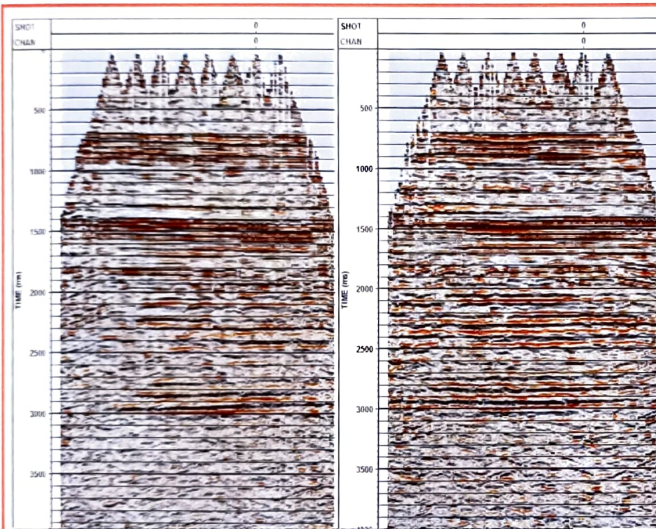


Рис.3 Предварительные временные разрезы по направлениям In-Line (А) и Cross-Line (Б)

волновом поле в акватории Крузенштернского залива иллюстрируется на рисунке 2. Прием упругих колебаний выполнялся гидрофонами, находящимися на глубине 1.2 м, возбуждения – групповым пневмоисточником на глубине 0.9 м.

Полученный предварительный временной разрез по такому виду исходной записи приводится на рисунке 3.

Глядя на исходные сейсмограммы, трудно себе представить, что предварительный временной разрез имеет такое качество прослеживания отражающих горизонтов. Получен он без учета коррекции статических и кинематических поправок, а так же без применения трехмерных процедур обработки, но, тем не менее, позволяет решить поставленную Заказчиком геологическую задачу по картированию отражающих границ. Однако вопрос о качестве динамических параметров, определяемых по таким данным, остается открытым.

В «Методических рекомендациях по использованию данных сейсморазведки (2D, 3D) для подсчета запасов нефти и газа», согласованных с Государственной Комиссией по запасам полезных ископаемых, отмечается, что «соотношение сиг-

нал-шум, равное 4-6 для целевых горизонтов на предварительных суммах вполне достаточно, что бы при обработке на стационарном центре выйти на величины этих значений, равные или больше 10, необходимые для динамического анализа».

Беря за основу данное выражение из «Методических рекомендаций...», мы поступаем к определению оценки качества сейсмического материала, полученных в условиях транзитных зон, следующим образом:

1. На экране монитора просматриваются все исходные сейсмические записи (768 ф.н.), зарегистрированные в пределах одного шаблона, и выполняется оценка каждого физического наблюдения с точки зрения технической отработки по критериям, принятым в наземной сейсморазведке. Далее производится предобработка (ввод геометрии, восстановление усиления, деконволюция, широкополосная полосовая фильтрация) и получение предварительных временных разрезов по направлениям In-Line и Cross-Line.

2. Каждый предварительный временной разрез, полученный в пределах единичного шаблона, нами оценивается программным путем на предмет отношения сигнал / шум. Отображение отношения сигнал / шум в цветовой гамме накладывается на волновое поле (рис. 4). Сейсмический материал, по которому получен предварительный временной разрез, оценивается коэффициентами «1.0», «0.9», «0.8», «Брак». Полевой материал с коэффициентом 1.0 отвечает требованиям «Методических рекомендаций...». Средний коэффициент для исходного сейсмического материала по шаблону выводится по принятой в наземной сейсморазведке формуле с учетом пропущенных и забракованных сейсмограмм. Общий коэффициент качества по площади определяется как

среднее арифметическое коэффициентов, полученных по каждому шаблону.

При выполнении сейсмических исследований в Крузенштернском заливе супервизия осуществлялась представителем Заказчика, имеющим опыт работы в основном в наземной сейсморазведке. Им было забраковано 25 км2 объема работ. Исполнители с такой ситуацией не согласились, и к решению вопроса приема сейсмического материала Заказчиком была привлечена независимая компания (ООО «ГСД»). Вопрос был решен в пользу Исполнителя.

Другая немаловажная проблема, возникающая при выполнении сейсмических исследований в зонах малых глубин – это снос приемного устройства на дне водоема из-за сильного течения в акватории. Иногда возникают такие ситуации, что даже с тяжелыми (5 кг) грузowymi секциями на канале приемное устройство невозможно удержать в исходном положении. Авторы, например, знают компании, которые работали с транспондерами (акустическое позиционирование) на «косе» и при

ГЛАВНАЯ ТЕМА

КАЧЕСТВО, КАЧЕСТВО, КАЧЕСТВО

Сигнал/шум

Временной разрез

Стратиграфическая привязка

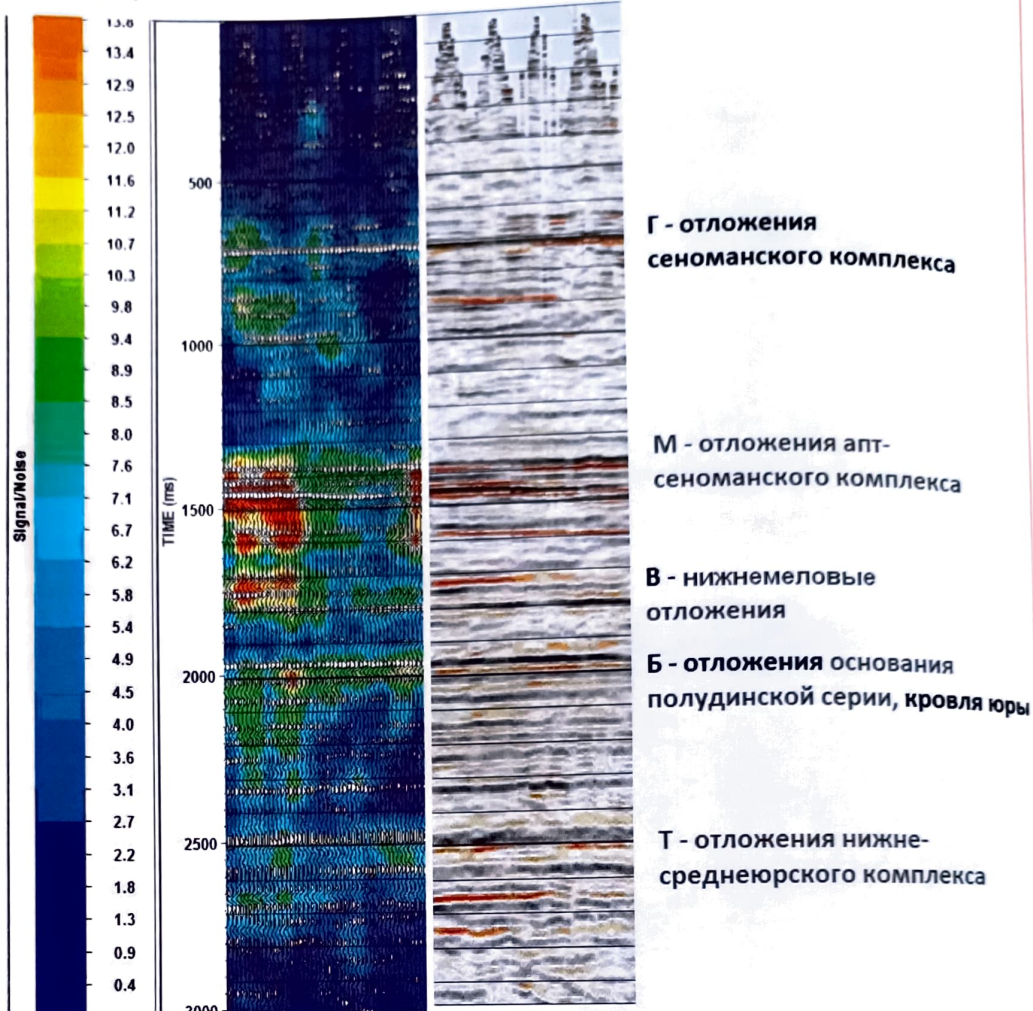


Рис.4. Анализ отношения сигнал-шум на предварительном временном разрезе

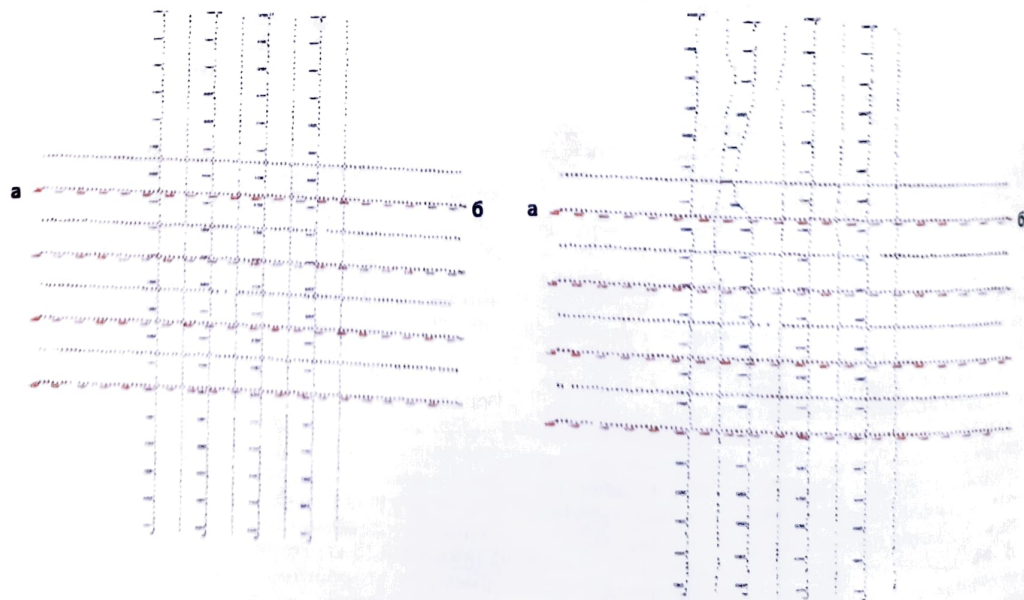


Рис.5 Отображение приемных линий в шаблоне по результатам раскладки (А) и после определения их истинного местоположения по первым вступлениям (Б)

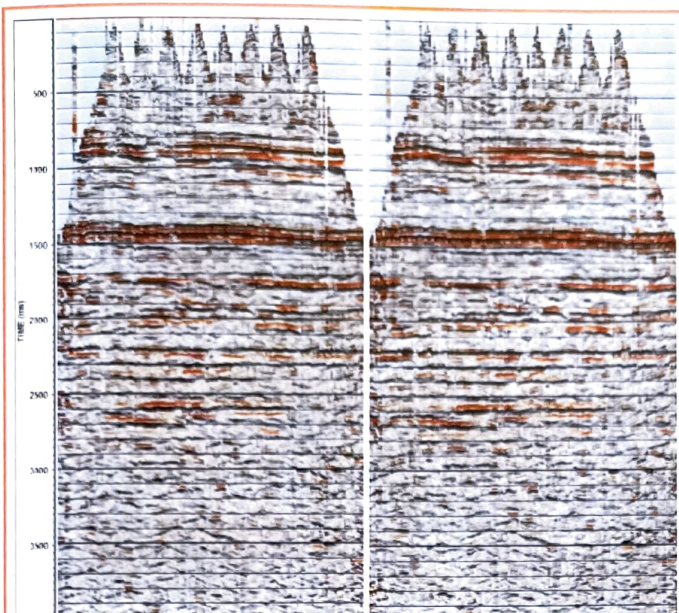


Рис.6 Предварительные временные разрезы Cross-Line до (А) и после (Б) корректировки SPS-файлов

сносе ее в процессе раскладки по требованию Супервайзера неоднократно перекладывали, добиваясь проектного положения. Но это же нонсенс!

В принципе, соблюдение прямолинейности положений ЛПП и ЛПВ в съемках 3D не является аксиомой. Существуют площади на суше, где достигнуть этого практически не возможно. В таких условиях применяются схемы наблюдения с произвольным расположением линий приема и взрыва, но при этом обязательным условием является фиксирование их истинных координат.

На площадях с горизонтальным и субгоризонтальным залеганием отражающих горизонтов искривление линий приема приводит к неконтролируемому перераспределению кратности наблюдения в бинах. При этом времена отражений, попадая в соседний бин, практически находятся на одном времени. В результате этого на предварительных временных разрезах слабо выражаются недостатки полевых наблюдений.

В съемках 3D на площадях с наклонными отражающими границами не учет их искривления приводит к расфазировке суммируемых трасс. В этом случае местоположение точки отражения вместо расчетного бина попадает в один из соседних бинов, для которого время прихода отраженного сигнала имеет иное значение. Разница во временах прихода может составлять больше половины периода отраженного сигнала, что в последствие не подвластно программам автоматической коррекции статических поправок. В такой ситуации неизбежно происходит искажение суммарного сигнала и, как следствие, потеря корреляции слабых отражений.

При выполнении транзитных сейсмических исследований позиционирование гидрофона на дне водоема можно осуществлять двумя способами:

- путем непосредственного определения при помощи акустического позиционирования (применение транспондеров);
- при помощи специального программного обеспечения по первым вступлениям после обработки шаблона.

При работах на Крузенштернском заливе Исполнители работ пользовались специальным матобеспечением, позволяющим по первым вступлениям определить местоположение сне-

сенного течением приемного устройства и дать его истинные координаты, на которых он расположен на дне водоема. К счастью, Супервайзера удалось убедить в том, что искривление приемного устройства с грузовыми секциями в силу непреодолимого препятствия (присутствия сильного течения) не может являться браком, если его местоположение впоследствии определено.

На рисунке 5 показано отображение приемных линий в шаблоне по результатам раскладки и после определения их истинного местоположения по первым вступлениям.

Отклонения приемных линий в шаблоне достигают 180 м и их искривление соответствует местоположению в каньоне, где присутствует наиболее сильное течение.

На рисунке 6 приводятся предварительные временные разрезы по линиям «а – б», обозначенным на рисунке 5, до и после корректировки SPS-файлов.

После корректировки SPS-файлов произошло некоторое улучшение прослеживания отражающих горизонтов на временах регистрации 0.9 с, 1.5 с, 1.8 с (левая половина временного разреза). С точки зрения кинематической интерпретации улучшение их прослеживания не является столь существенным.

Другим примером необходимости появления документа по оценке качества сейсмических материалов, полученных в транзитных зонах, является следующий факт.

В июне месяце 2011 г при приемке сейсмического материала 2D по Госзаказу по реке Хатанга на Таймыре возникли проблемы при их рассмотрении Заказчиком. Оценку материала осуществляли сотрудники ВНИИГеосистем по разработанному ими и реализованному на компьютере регламенту применительно к сухопутной сейсморазведке. Материал был принят с большим трудом и с низкой оценкой. Определить причины низкого качества материала в их обязанности не входило.

В России большие территории транзитных площадей еще не охвачены сейсмическими исследованиями. Вместе с тем, подобные работы проводят и намерены выполнять многие российские организации. Хотелось бы на страницах журнала услышать их мнение.

Не пришла ли пора одной из головных организаций, такой, например, как ВНИИГеосистем, взяться за разработку и публикацию нормативного документа (инструкции), регламентирующего проведение полевых работ и оценку качества сейсмического материала применительно к транзитным зонам? Необходимость в такого рода документе, действующим наряду с инструкциями по сухопутным и морским исследованиям, назрела давно.

P.S. От авторов: В период подготовки статьи к печати, на Крузенштернском лицензионном участке проведена обработка сейсмических материалов в ООО «Геофизические системы данных». Результаты обработки показали, что при стыковке материалов сухопутных и морских исследований на границе суша - море выполнена "бесшовная съемка". По кубу данных различия в качестве сейсмического материала между сухопутными и морскими наблюдениями не отмечается.

ГЛАВНАЯ ТЕМА

КАЧЕСТВО, КАЧЕСТВО, КАЧЕСТВО