

Технология и технические средства для сейсмических исследований на мелководье и транзитных зонах

Захаров Н.В., Шумский Б.В., НПП "ЮМГсейс" ГНЦ ФГУП "Южморгеология" г. Геленджик

ТРАНЗИТНЫЕ ЗОНЫ ТЕХНОЛОГИЯ

В настоящее время отчетливо определилось большое ресурсное значение мелководных и транзитных зон водоемов России, в которых расположены объекты геологоразведочных работ на нефть и газ, необходимость их специального изучения. С позиции сейсморазведки мелководная зона характеризуется глубинами от 0 до 10 м, транзитная — это территория на стыке двух природных сред: воды и суши. Обе они относятся к наиболее сложным условиям проведения сейсмических исследований.

Основными физико-географическими особенностями мелководных и транзитных зон являются предельно малые и быстроменяющиеся глубины водного слоя, сильные и переменчивые течения, наличие крутых берегов и береговых топей. Помимо естественных преград существует множество техногенных препятствий, особенно в пределах искусственных водохранилищ, в виде затопленных лесных массивов, зданий и сооружений.

Указанные особенности мелководных и транзитных зон не позволяют применять стандартные сухопутные и морские технологии, поэтому очевидна потребность в едином специализированном технико-методическом комплексе, применимом на всей площади съемки.

Проведение таких исследований в настоящее время является одним из основных направлений деятельности НПП "ЮМГсейс" ГНЦ ФГУП "Южморгеология", где начиная с 1993 г. проводятся работы по созданию технических средств, разработке и совершенствованию технологий сейсмического метода для мелководных и транзитных зон. Первоначально это были лиманно-плавневые зоны Приазовья. С приобретением новой техники география исследований расширилась и в настоящее время включает следующие регионы: Азовское море, Обская губа, Северный Каспий (Российский и Казахстанский сектора), Волгоградское водохранилище.

Для сложных условий мелководья и транзитных зон создан специализированный комплекс выполнения сейсмических исследований, включающий в себя:

- систему сбора и регистрации сейсмических данных;
- пневматические излучатели для возбуждения упругих колебаний из водоемов и скважин;
- специально сконструированные самоходные мелкосидящие понтоны (взрыв-пункты) для выполнения возбуждений на малых глубинах и раскладки-сбора приемных устройств;
- специализированные самоходные (тягач, автомобиль) взрыв-пункты, на которых смонтирована буровая установка и пневмоизлучатель для выполнения работ на суше;
- маломерные суда;
- навигационная аппаратура.

В качестве регистрирующего комплекса сбора сейсмических данных используется радиотелеметрическая система BOX фирмы FairField Industries (США), состоящая из центральной

регистрирующей системы и удаленных приемных устройств (BOX). Основные технические параметры указанных узлов приводятся ниже.

Центральная регистрирующая система.

контроль управления	рабочая станция PC
и контроль качества	до 1200
число сейсмических каналов	магнитофона IBM
хранение данных	3480, 3490, 3500
	SEG-D 8048, SEG-D 8058
	SEG-V
формат записи	терминальный плоттер
	от 1 до 60 Гц
плоттер	режекторный фильтр (цифровой)
фильтр нижних частот (цифровой)	полоса частот радиотелеметрии
режекторный фильтр (цифровой)	от 20 Гц
полоса частот радиотелеметрии	до 234 МГц

Удаленные приемные устройства (BOX)

база приема	до 20000 м
разрешение АЦП	24 бит
число каналов на BOX	4 или 8
шаг дискретизации	1, 2, 3, 4, 8, 16
динамический диапазон	120 дБ

Удаленные приемные устройства используются совместно с датчиками давления MP 24 или смещения GS-20DX, смонтированными на мини-косах:

Мини-коса

длина	рабочая часть 150 м, слабина 40 м
число каналов	1
количество приемников в канале	2 гидрофона или 6 геофонов
группирование приемников	точечное
расстояние между центрами каналов	50 м

Вид приемного устройства в рабочем положении и принцип работы радиотелеметрических модулей представлен на рис. 1. Наличие слабины в мини-косах позволяет выполнять исследования с глубиной водоема до 40 м.

Преимуществом данного приемного устройства в отличие от кабельных технологий, является его дискретное расположение на профиле, что позволяет на суше, при встрече с препятствиями, увеличивать расстояние между каналами на стыках мини-кос, а в водных акваториях, в условиях техногенного загрязнения, обходиться минимальными потерями оборудования при



Рис. 1. Вид приемного устройства в рабочем положении и принцип работы радиотелеметрических модулей.



Рис. 2. Групповой пневмоизлучатель.

зацепе мини-кос на дне водоема.

При раскладке приемного устройства на дне водоема до глубин 1 м и более применяются гидрофоны, от глубин 1 м и далее с выходом на сушу используются геофоны.

Возможность применения одновременно 1 200 каналов (база приема 60 км) позволяет реализовать любые схемы наблюдения сейсморазведки МОВ ОГТ 2D или 3D. Прием сейсмических сигналов осуществляется на расстоянии не более 20 км.

В качестве источников возбуждения на водных акваториях применяются групповые пневмоизлучатели (рис. 2), на суше, при возбуждении из скважин, одиночные. Используемый тип пневмоизлучателей: "Bolt" (производство США) и пневмоисточники серии "Пульс" (являющиеся разработкой ГНЦ ФГУП "Южмор-геология").

При исследованиях на глубинах более 5 м, групповой пневмоизлучатель монтируется на рампе симметрично по обоим бортам в кормовой части судна. Если глубины составляют менее 5 м, монтаж выполняется в линию на плоту который буксируется мелкосидящим самоходным плавсредством (рис. 3), где размещается пневматическое оборудование (компрессор, ресиверы, пульт управления).



Рис. 3. Мелкосидящее самоходное плавсредство.

Мощность излучения групповых пневмоисточников может меняться в зависимости от геологических задач в исследуемом районе. Максимально используемый суммарный объем группового пневмоизлучателя составляет порядка 30 литров.

Пневмоисточники серии "Пульс" по своим характеристикам не уступают зарубежным аналогам (Bolt, SleeveGun), отличаясь от



Рис. 4. Взрыв-пункт для выполнения возбуждения упругих колебаний на суше.

последних, в основном тем, что продолжительность рабочего цикла до профилактического их обслуживания значительно короче.

Скважинный пневмоизлучатель это одиночный пневмоисточник с объемом рабочей камеры не более 2 л. Он может быть установлен на автомобиле или тягаче совместно с буровой установкой (рис. 4) и ресиверами, которые наполняются сжатым воздухом от автономного компрессора.

Основной целью выполнения сейсмических исследований со скважинным пневмоизлучателем является увязка речных или морских наблюдений с результатами сухопутных работ (профили, скважины).

При выполнении сейсмических исследований на мелководье и в транзитных зонах центральная регистрирующая система и обслуживающий персонал располагаются на арендованном судне. Для раскладки радиотелеметрических приемных устройств используются мелкосидящие суда с осадкой не более 1,5 м, арендованные в ближайших портах, и самоходные понтоны собственной конструкции и изготовления. Самоходный понтон это мелкосидящее плавсредство с осадкой 30-50 см, движимый подвесными лодочными моторами.

На понтоне имеются площадки для транспортировки грузов и оборудования и рубка управления. В зависимости от поверхностных условий выполнения сейсмических исследований партия оснащается необходимыми плавсредствами для раскладки и подъема радиотелеметрических бусов и приемных устройств, технологическим транспортом.

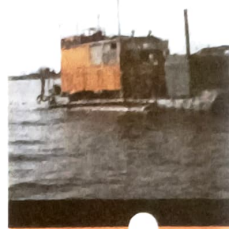
При проведении гидрографических работ для фиксирования координат пунктов взрыва и пунктов приема в дифференциальном режиме используются приемники фирмы "Trimble". Запись навигационных данных осуществляется в режиме реального времени на жесткий диск компьютера с использованием программного продукта HYDRO-6,06 фирмы "Trimble".

Точность плановой привязки составляет 2 м.

Все транспортные суда, взрыв-пункты, раскладчики приемных устройств оснащены навигационной аппаратурой.

Технологическая схема сейсмических исследований выполняется в нижеприведенной последовательности.

На этапе проектирования сейсмических профилей на площади исследований широко используются космические изображения, полу-



ТРАНЗИТНЫЕ ЗОНЫ ТЕХНОЛОГИИ

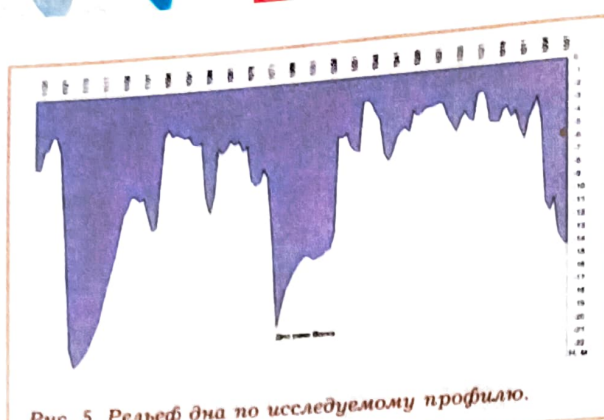


Рис. 5. Рельеф дна по исследуемому профилю.

чаемые из "Центра приема данных дистанционного зондирования Земли из космоса" из подразделения ГНЦ ФГУП "Южморгеология". Данные космического зондирования наиболее важны при выполнении работ в транзитных зонах. При этом значительно сокращается время на рекогносцировочные исследования, выполняемые в поле.

На проектных профилях проводится промер глубин при помощи эхолота с целью определения длины якорного фала для удержания радиотелеметрических буев в месте установки и определения рельефа дна, который в последующем используется при обработке сейсмических материалов. Пример поведения рельефа дна реки Волга в поперечном сечении приведен на рис. 5.

Судно-раскладчик с набором радиотелеметрических буев и мини-кос выходит на начало проектного профиля. Проектный профиль отображается на экране монитора, и гидрограф ведет по нему судно-раскладчик. По сигналу гидрографа за борт сбрасываются гидрофоны с одновременным фиксированием их координат. Гидрофоны снабжены грузами для их расположения в необходимом месте в случае наличия подводных течений. Если профиль выходит на сушу в качестве датчиков используются геофоны, расставляемые с автотранспорта или ручным способом при пересечении островов и отмелей.

После раскладки приемного устройства выполняется тестирование всей аппаратуры и оборудования при помощи тестов, существующих в программном обеспечении радиотелеметрической системы BOX.

По окончании тестирования, судно взрывпункт выйдя на запланированный пикет начинает в движении выполнять возбуждения упругих колебаний пневмоизлучателем с заданным шагом в автоматическом режиме. Удержание судна на профиле осуществляется гидрографом. Контроль за вождением судна выполняется на экране монитора. Групповой

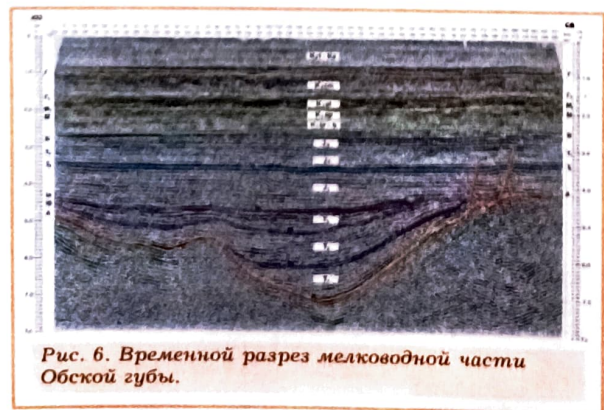


Рис. 6. Временной разрез мелководной части Обской губы.

пневмоизлучатель снабжен контролем синхронизации. Качество работы группового пневмоизлучателя фиксируется на каждом пикете возбуждения регистрируется компьютером.

При работе на суше на каждом пикете возбуждения разбуриваются скважины диаметром до 230 мм глубиной 3-5 м, в которые опускается пневмопушка. Перед выполнением возбуждения скважина заливается водой. Обычно производится до 7-9 возбуждений на каждом пикете взрыва.

Качество возбуждения контролируется регистрирующей станцией в реальном времени на экране монитора.

После завершения отработки профиля пикетом взрыва, происходит подъем и сбор приемного устройства.

По окончании отработки профиля, сейсмические материалы передаются на полевой вычислительный центр, на котором выполняется экспресс-обработка с целью оценки выполнения геологической задачи.

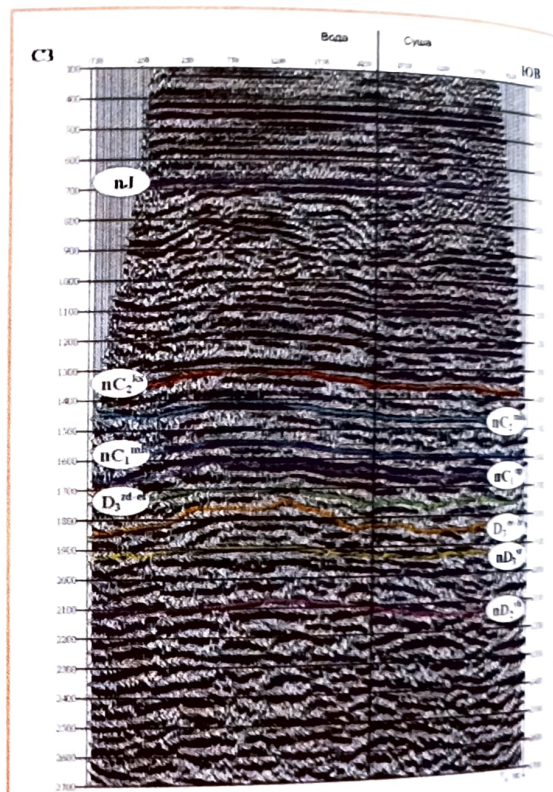


Рис. 7. Временной разрез в транзитной зоне.

В полевом сезоне 2005 г. планируется выполнить специальные сейсмические исследования по изучению приповерхностной части разреза (ЗМС) по исследуемым профилям при помощи высокочастотной сейморазведки комплексом "Аквасейс" разработанным в ГНЦ ФГУП "Южморгеология".

На рис. 6 приводится временной разрез, полученный в мелководной части Обской губы, где достигнутая глубинность исследований составляет 7,0 с, на рис. 7 в акватории реки Волга Волгоградского водохранилища.

Профиль на водохранилище расположен в транзитной зоне и осуществляет профиля 750-2450 данных со скважиной. Пикеты профиля 750-2450 расположены в водной акватории, а 2450-4500 на суше. Рисунком иллюстрируется результат выполнения бесшовной съемки.