

Комплексирование телеметрических систем семейства XZone на опыте ООО «Донгеофизика»

- Запорожец Б.В., ООО «Донгеофизика», г. Геленджик
- Крутов А.Л., ООО «СИ Технолоджи», г. Геленджик
- Леонтьев И.В., ООО «Донгеофизика», г. Геленджик

В отчете АО «Росгеология» [1] проанализированы и показаны перспективы геологоразведки на Российском шельфе до 2025 года. Отмечен рост сейсморазведочных работ на шельфе Российских морей. В эти исследования входят работы, выполненные и в переходных или так называемых «транзитных зонах», которые до сих пор остаются "белыми пятнами" на картах геологической изученности. Причинами их плохой изученности являются сложные природные условия (рельеф, мелководье, приливы и т.п.), необходимость применения разнообразных типов разведочной и вспомогательной техники.

В мире существует мало оборудования, которое позволяет проводить сейсмическую съемку на мелководье, предельном мелководье и прилегающей к акватории суше одновременно.

Условия проведения сейсмических исследований в перечисленных выше зонах характеризуются широким диапазоном изменения глубины воды от 0 до 100 м и могут включать выходы на прилегающую сушу. Создание универсальной технологии для получения качественных материалов в таких условиях трудноосуществимо, так как проведение работ в условиях малых и предельно малых глубин акваторий отличается рядом методических особенностей и, в том числе, полным отсутствием подходящих промышленно выпускаемых транспортных средств.

Практическое применение большинства предлагаемых на рынке сейсморазведочных систем, как правило, не обеспе-

чивает требуемый уровень качества получаемых полевых материалов и приемлемую производительность работ. Используемые для мелководья системы не могут быть применены на суше и наоборот. Производители регистрирующего оборудования обычно не предлагают никаких специальных технических средств, делающих его использование технологичным.

При выполнении сейсморазведочных работ на предельном мелководье, а это, как правило, донные наблюдения, необходимо учитывать влияние интерференции волн при приеме колебаний в водном слое, что требует использования пары приемных датчиков - геофона и гидрофона. Такие наблюдения позволяет реализовать донная телеметрическая система XZone Marsh Line, выпускаемая российским предприятием «СИ Технолоджи». Для приема и регистрации колебаний на суше используется коса системы XZone Fly Lander, также выпускаемая ООО «СИ Технолоджи». Для обеспечения требуемой и равномерной кратности прослеживания по МОГТ обе приемные системы подключаются к единой центральной станции регистрации (ЦСР). Они одновременно принимают и регистрируют сейсмические волны от источников возбуждения колебаний, расположенных на предельном мелководье и на суше.

За последние несколько лет специалистами компании ООО «Донгеофизика» были реализованы различные проекты сейсморазведочных работ, в которых использовались пункты приёма, вынесенные на сушу, и одновременно происходила регистрация сигнала как донным

кабелем XZone Marsh Line на дне акватории, так и сухопутной системой XZone Fly Lander на берегу.

В таком варианте были проведены, например, работы на шельфе Сахалина [2], где для выполнения работ по 3 Д съемке в мелководной части использовались линии системы XZone Marsh Line, а для выхода на сушу использовалась система XZone Fly Lander. Все линии были подключены к единой ЦСР.

Для преодоления водных преград при работах на суше с системой XZone Fly Lander система XZone позволяет встраивать секции Marsh Line в приемные линии и подключать их к единой ЦСР.

В 2016 году сейсморазведочной партией ООО «Донгеофизика» были проведены сейсморазведочные работы методом МОВ ОГТ 3Д в акватории Тазовской губы Карского моря. Был проведен полный

комплекс работ, начиная от разработки проекта на выполнение работ и прохождение государственной экологической экспертизы, и заканчивая непосредственно выполнением полевых работ. Особенность таких работ заключалась в том, что площадь проведения работ имела сложные орографические условия, резкие перепады уровня воды в зависимости от направления и скорости ветра, особенно в зонах перехода «вода-суша», затрудняющие планирование и проведение полевых работ, а также короткий период навигации. В летний полевой сезон, ограниченный всего 2 месяцами, было выполнено 300 кв. км. полноазимутальной сейсмической съемки. В районе предельного мелководья при проведении работ использовались специализированные суда, такие как судно-раскладчик «Тортуга-1» (рис.1) и универсальное



◀ Рис. 1. Судно-раскладчик «Тортуга 1».

▶ Рис. 2. Универсальное судно-раскладчик/источник «Мурена».



судно раскладчик-источник «Мурена» (рис.2), имеющие осадку до 0,7 метра. С их помощью выполнялась раскладка донного кабеля Marsh Line и возбуждение упругих колебаний группой пневмоисточников «Малыш».



▲ Рис. 3. Раскладка телеметрических кос вручную.

В сухопутной зоне участка работ применялась методика, основанная на принципах экологически берегающей сейсмической разведки, использующей преимущества телеметрической системы XZone Fly Lander, способной работать без встроенных аккумуляторных блоков питания, что значительно облегчает проведение работ в сложных природных условиях. Раскладка телеметрических кос осуществлялась вручную (рис.3) или с применением специализированной малогабаритной техники на колесах низкого давления (вездеход Литвина) (рис.4), или на резиновых гусеницах с низким давлением на

грунт (вездеход ARGO).

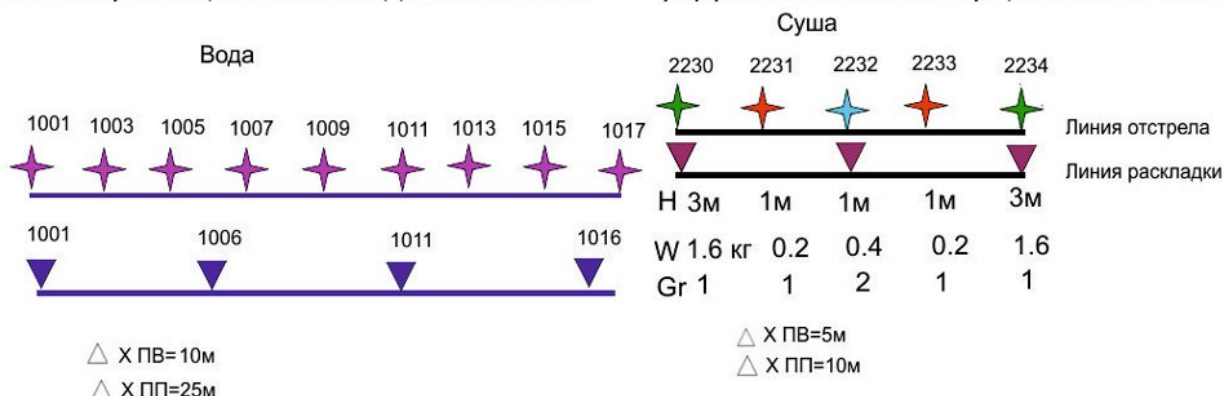
Также силами сейсморазведочной партии ООО «Донгеофизика» были выполнены сейсморазведочные работы МОГТ 2Д по непрерывному профилированию суши



▲ Рис. 4. Раскладка телеметрических кос с применением специализированной малогабаритной техники на колесах низкого давления (вездеход Литвина)

и акватории водохранилища на территории Саратовской области. В рамках данных работ была выполнена «бесшовная» съемка между акваторией Волгоградского водохранилища и прилегающей суши. Осложняющими особенностями данной съемки были резкие и значительные перепады высот и глубин, особенно в зоне стыковки «суша-вода».

Согласно методике работ, система наблюдений различалась для участков профиля на суше и на акватории. Прием упругих колебаний осуществлялся как на



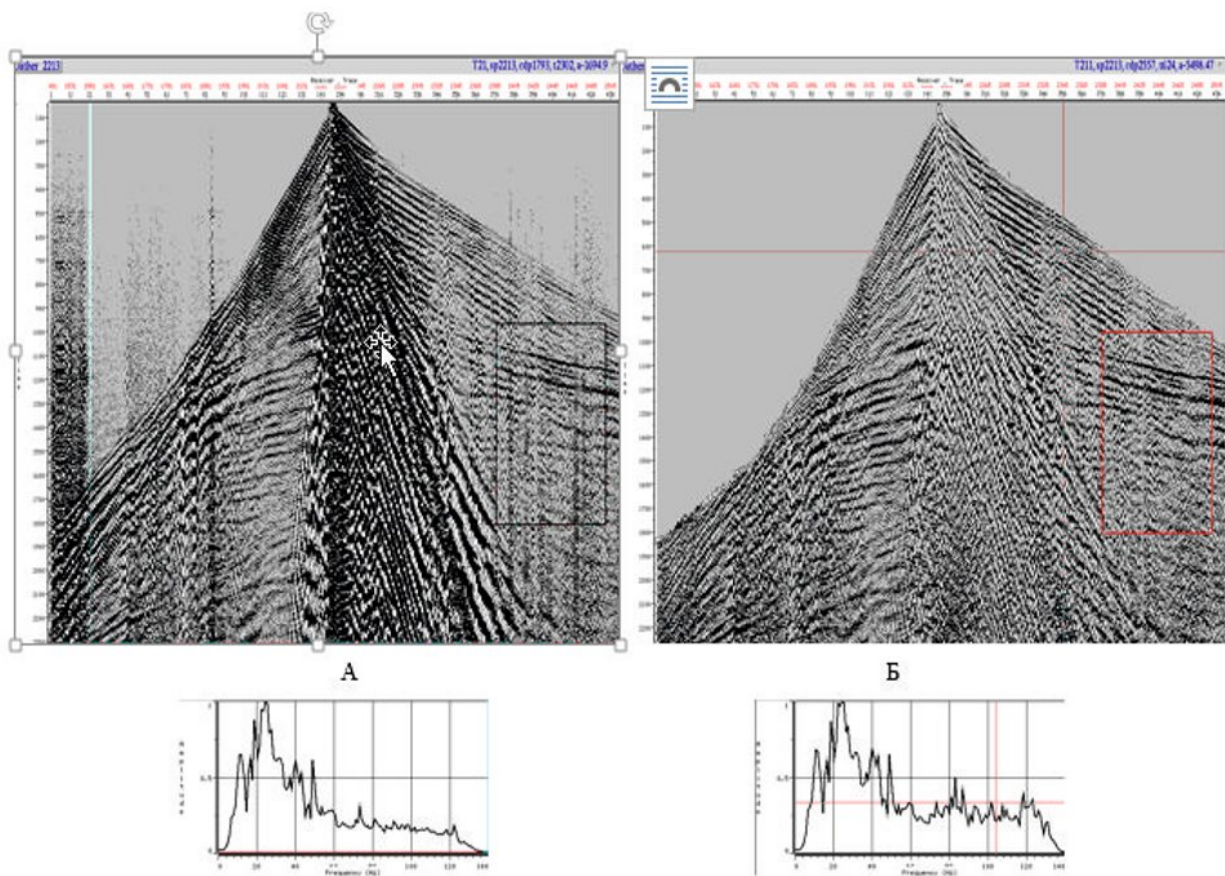
▲ Рис. 5. Схема отработки сейсмического профиля.

акватории водохранилища (гидрофоны), так и на суше (геофоны). В акватории в качестве источника возбуждения применялась пневматическая пушка. Расстояние между ПВ=10м, между ПП=25м. На суше, соответственно, применялся взрывной источник возбуждения – из неглубоких скважин. Расстояние между ПВ= 5м, между ПП=10м. На рис.5 представлена схема обработки сейсмического профиля.

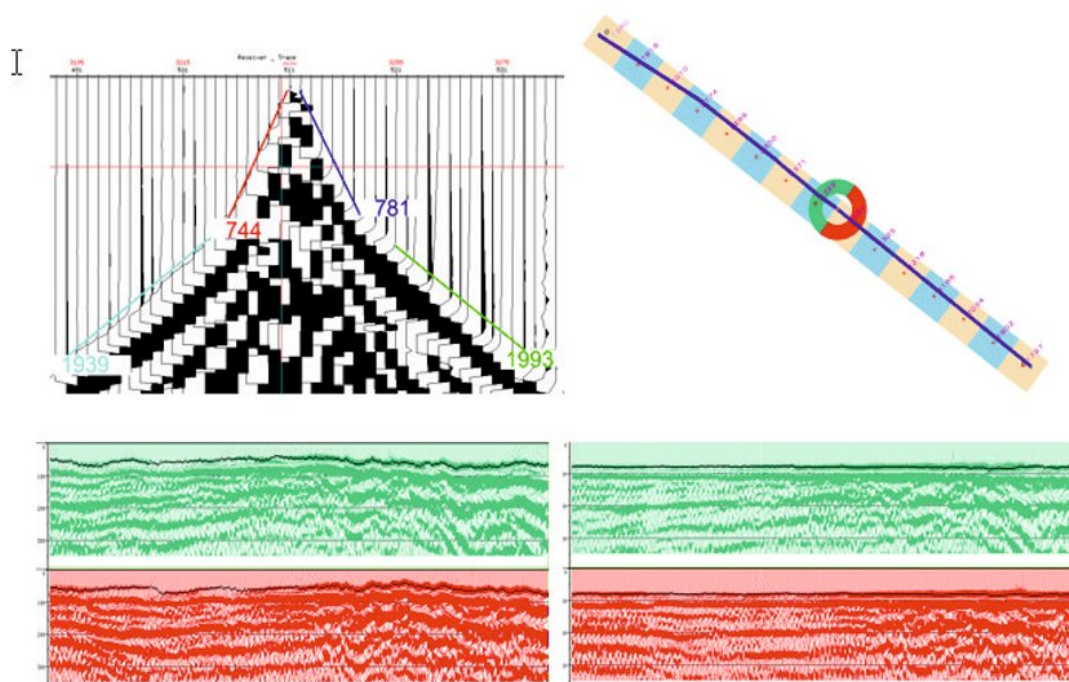
По результатам полевых работ был проведен полный цикл обработки сейсмических данных. В обработку для водной части профиля были взяты данные гидрофонов, с приведением фазовой характеристики записи к характеристике наземных геофонов (поворот фазы на +90 градусов). Исходя из параметров системы наблюдений, шаг точек ОСТ по профилю составил 2.5 м, линия приведения была

взята равной 300 м, а скорость замещения при расчете статических поправок – $V_{rep1} = 2400$ м/с. Обработка выполнялась в комплексе GEOVECTEUR PLUS (CGG) с применением пакета программ, разработанных в ОАО «Сибнефтегеофизика», BONUS (Евдокимов А.А.), ASPIS (Жерняк Г.Ф.). Обработка материала включала в себя как стандартный граф-обработки, так и специальные процедуры. Последовательное применение современных процедур обработки: корректирующей и пространственной фильтрации; корректного учета ВЧР; правильной оценки кинематических параметров волнового поля, позволили успешно решить поставленные геологические задачи.

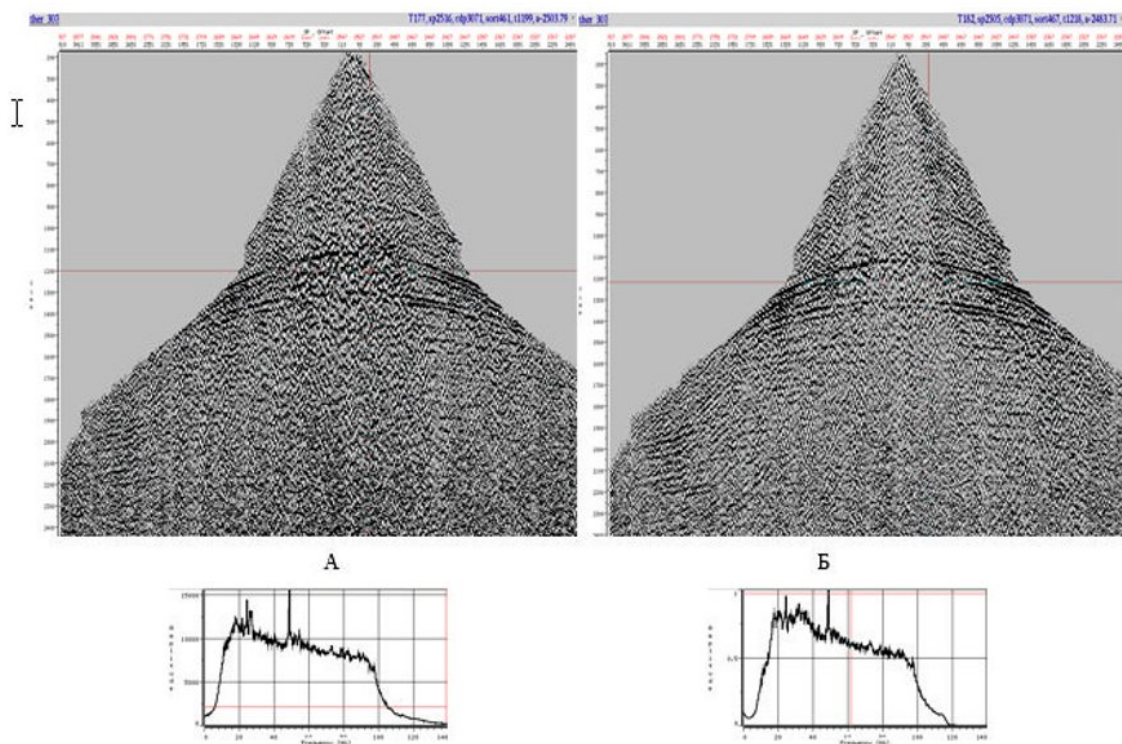
Ниже приведены примеры фрагментов сейсмограмм и временных разрезов на разных стадиях обработки.



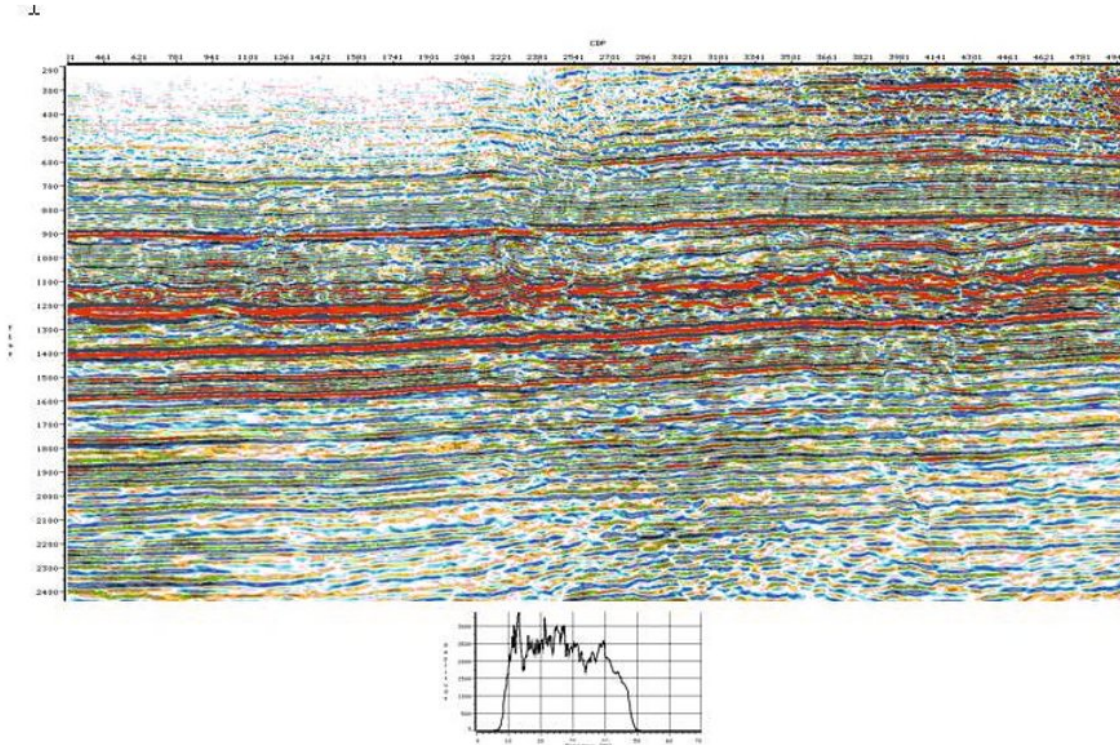
▲ Рис. 6. Сейсмограмма ОПВ и ее амплитудно-частотный спектр до и после ослабления высокоамплитудных помех (REDSP, пакет BONUS): А – после минимально-фазовой поверхностно-согласованной деконволюции, Б – после ослабления помех.



▲ Рис. 7. Расчет статических поправок по преломленной волне на подошве ЗМС. Пример выделения прямой и преломленной волны, разрезы ОПВ до и после расчета статических поправок.



▲ Рис. 8. Сейсмограмма ОСТ до и после ослабления линейных волн-помех ($V = 180 - 6000$ м/с, FKFIL, Geovector Plus). А – после вычитания кратных волн (I этап), Б – после ослабления среднескоростных волн-помех.



▲ Рис. 9. Временной разрез и его спектр на заключительной стадии обработки (сухопутная и акваториальная части).

Для обеспечения максимальной идентичности условий возбуждения при проведении работ на суше в качестве источника колебаний вместо зарядов взрывчатого вещества может быть использован погружаемый в скважину пневмоизлучатель КРОТ-МАЛЫШ [3], а на предельном мелководье - групповой источник МАЛЫШ, смонтированный на плавсредстве типа катамаран Мурена или Тортуга [4].

Данный вид возбуждения упругих волн был успешно применен на практике сейсморазведочной партией ООО «Дон-геофизика» в природоохранной зоне акватории северо-западной части Каспийского моря, в Российском секторе (шельф Калмыкии) (рис.10).

Возбуждения сейсмического сигнала выполнялись одиночным пневмоисточником «Малыш» производства фирмы «Пульс», (Россия) объемом 49 куб.дюймов (рис.11). Возбуждения производились в скважинах, глубиной 1 - 1,5 м.



▲ Рис. 10. Сейсморазведочные работы в зоне акватории северо-западной части Каспийского моря.



▲ Рис. 11. Возбуждение сейсмического сигнала одиночным пневмоисточником «Малыш».

Так как на профиле невозможно было использовать технику, то сжатый воздух на профиль доставлялся аэроходами в специальных углекомпонитных баллонах, объемом 7 л, с запасаемым давлением 300 атм. Рабочее давление в источнике поддерживалось на уровне не менее 137 атм.

На основании многолетнего опыта работ, выполняемых ООО «Донгеофизика» в сложных орографических условиях, можно сделать вывод о том, что, несмотря на всю сложность природных условий и технологических помех при проведении сейсморазведочных работ на мелководье, предельном мелководье, в камышовых зарослях переходных зон и прилегающей к акватории суше в области «белых пятен» на геологической карте страны, можно констатировать, что в России уже существует комплекс кабельного сейсморегистрирующего оборудования, обеспечивающий путем его комплексирования выполнение сейсморазведочных работ методом МОВ ОГТ 2Д и 3Д в переходных зонах. Дальнейшее развитие данного комплекса возможно путем интеграции в него бескабельных автономных модулей с управлением от единой центральной станции регистрации, что позволит в ближайшем будущем более

эффективно выполнять стыковочные работы в разных зонах различными методами сейсмической разведки.

Литература

1. Перспективы геологоразведки на Российском шельфе до 2025 года., ROGTEC, №9, 2014
2. Гуров А.Ю., Запорожец Б.В. Особенности раскладки приемных систем XZone при проведении «бесшовной» 3Д съемки на шельфе Сахалина. Приборы и системы разведочной геофизики, №1, 2014.
3. С.А. Лапин, А.Л. Крутов, Можно ли улучшить, удешевляя? Одиночные сейсмодетекторы: возможности, перспективы. Приборы и системы разведочной геофизики, №2, 2013
4. Б.В. Запорожец, А.Л. Крутов, Донгеофизика — спецтехнологии, спецоборудование, спецтранспорт. Природные ресурсы Красноярского края, №9 2011