

## **Результаты работ МВС 2D-3С по прогнозу литологии с использованием донных кабельных систем регистрации на акватории северного Каспия.**

**Кузнецов Василий Маркович<sup>1</sup>, Коротков Илья Петрович<sup>1</sup>, Тельбухов Владимир Андреевич<sup>2</sup>, Хортов Алексей Владимирович<sup>2</sup>.**

<sup>1</sup> ООО «Геофизические Системы Данных», г. Москва

<sup>2</sup> ООО «Глобал Геофизикал Сервисес-Хазар», г. Геленджик

### **Введение**

Опытно-производственный профиль располагался в Российском секторе северной части Каспийского моря в районе островов Чистой банки и Малый Жемчужный. Глубины в районе работ изменяются от 4,6м в районе острова малый Жемчужный до 1,3м в районе острова Чистой банки. Основными объектами для поиска залежей нефти и газа на Северо-Каспийском участке являются антиклинальные структуры, которые концентрируются в двух зонах: Ракушечной зоне поднятий и локальных складках Укатненской депрессии, относящейся к прибортовой зоне Прикаспийской впадины. Основные промышленные скопления приурочены к отложениям нижнего мела и верхней юры.

Целью данных работ являлось получение дополнительной геофизической информации по полю обменных отраженных волн PS, регистрируемых при использовании сейсмического кабеля с четырехкомпонентными приемными модулями (1 гидрофон + 3 геофона), получение качественных сейсмических изображений по волнам разных типов и оценка геологических характеристик разреза с анализом перспективы использования технологии многоволновой сейсморазведки при решении нефтепоисковых задач.

Известно, что многокомпонентная регистрация при определенных условиях достаточно эффективна при решении задач оценки литологии и порового флюида. Это достигается на основе корректности прослеживания зарегистрированных P и S отражений и рассчитанного по прослеженным горизонтам отношения  $V_p/V_s$  и других атрибутов. При этом, основными проблемами являются более низкие частоты и зашумленность поля сдвиговых волн, а так же сложность идентификации геологических отбивок на поле PS волн с одновременным отождествлением их по полям PP и PS. Негативное влияние на результат первого фактора удается ослабить за счет более тщательной обработки с учетом специальной работы с сигналом и учета несимметрии годографа обменных волн. Эффективность решения второй группы проблем определяется корректностью отождествления волн разных типов и полнотой скважинной информации по характеристикам компрессионных и сдвиговых волн для всего разреза и для объекта исследований. На профиле 3С находится скважина с данными дипольного каротажа. В этой скважине вскрыта отложения с проявлениями газо- и нефтенасыщения. Это давало основание для петрофизического обеспечения совместной инверсии полученных данных.

### **Технология получения данных**

Работы проводились по технологии раскладки донного кабеля на дно акватории со специализированных транспортных средств (Хазар-1). Необходимая точность привязки осуществлялась с помощью навигационной спутниковой системы DGPS и системой автоматизированного позиционирования пунктов приёма в момент раскладки. Независимый контроль позиционирования осуществлялся акустической системой TZ OBC Sonardyne. Возбуждение упругих колебаний производилось группой пневмоисточников G-gun с удалениями от -2250 до +6750 метров от первой точки регистрации линии приема с интервалом 25 метров между центрами групп возбуждения и со смещением линии возбуждения на 50 метров от линии приема. Глубина возбуждения 2.5 м. Регистрация

осуществлялась донными четырехкомпонентными (три аксельметра MEMS Omni-tilt DSU-428 + гидрофон) станциями AQDSU с кабельным соединением Sea-Ray-100. Шаг между точками регистрации 25 метров при 180 станциях на линии. Перемещение линии приема без перекрытия.

Использование при регистрации цифровых датчиков позволяет достаточно надежно автоматически ориентировать их оси максимальной чувствительности в соответствующих направлениях – Z – вертикально, X – горизонтально в направлении профиля в сторону раскладки, Y- горизонтально ортогонально профилю [Кузнецов В.М. и др., 2013]. Это позволяет при обработке данных программно ориентировать X на ПВ без дополнительной ориентации в in-line направлении.

### Обработка вертикальных и горизонтальных компонент регистрации

На сейсмограммах всех компонент отмечается значительный уровень шумов (звуковая волна), затрудняющий прослеживание отражений. Для подавления шумов была применена процедура двумерного частотно-зависимого шумоподавления, что позволило значительно ослабить высокоамплитудные когерентные и случайные помехи во всем диапазоне частот и значительно улучшить прослеживание отражений на компонентах P,Z, и X.

Для компонент P(гидрофон) и Z проведено суммирование с получением компоненты PP. В дальнейшем, для компонент PP, Psv и Psh проведено восстановление, поверхностно-согласованная коррекция и деконволюция амплитуд.

Обработка горизонтальных компонент проводилась с учетом несимметрии лучевой схемы для обменных волн ССР, зависящей от отношения  $V_p/V_s$ , которое может изменяться с глубиной. Использовался подход на основе решения квадратного уравнения для случая вертикального полупространства [Tessmer G. and all., 1988]. Отношение  $V_p/V_s$  оценивалось на этапе предварительной интерпретации включающей в себя идентификацию времен одноименных отражений на разрезах PP и PSv волн [Коротков И.П. и др. 2014]. Такая идентификация возможна после привязки волнового поля сейсмоки к скважинным данным с использованием каротажа и ВСП с последующей корреляцией одноименных отражающих горизонтов. По данным ВСП путем решения обратной кинематической задачи были определены вертикальные годографы P и S волн и осуществлена привязка и взаимоотожествление отражающих горизонтов для PP и PS волн. Результат привязки приведен на рис. 1

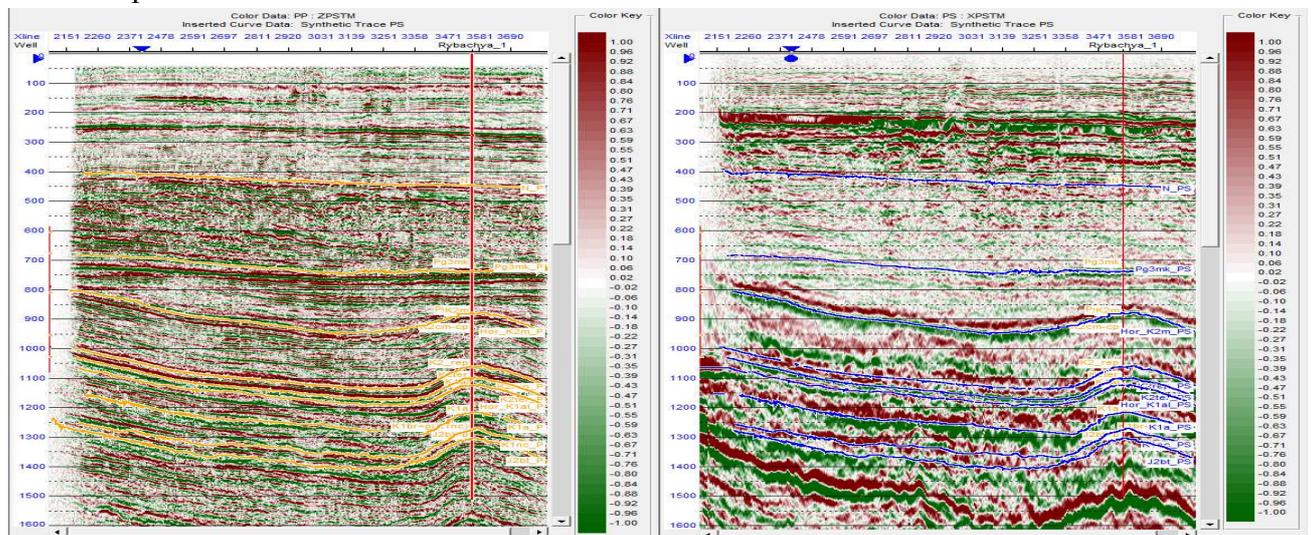


Рис..1 Привязка ОГ PP и PS волн по СКВ Рыбачья 1. Обменные волны во времена продольных.

### Совместная интерпретация данных по волнам сжатия и сдвиговым волнам

Интерпретация данных выполнена по данным временной и глубинной миграции до суммирования во временной области для продольных и обменных волн. Литолого-стратиграфическая привязка выполнялась на основе данных ВСП и ГИС. Для точной (пофазовой) привязки отражений к выделенным по скважине отбивкам) использовалось одномерное моделирование.

При прослеживании отражений контроль корректности взаимоотнождствления ОГ по волнам разных типов осуществлялся по «физичности» отношения  $V_p/V_s$  (предельные значения отношения для данного типа пород в соответствующих сейсмогеологических условиях) для вышележащего интервала. Трассировка проводилась в определенном по предельным значениям  $V_p/V_s$  «доверительном» интервале времен ОГ. Доверительный интервал рассчитывался по формулам:

$$T_{PP2}^{min} = \frac{2\gamma^{min}}{(1 + \gamma^{min})} \Delta T_{PS1-2} + T_{PP1}; \quad T_{PP2}^{max} = \frac{2\gamma^{max}}{(1 + \gamma^{max})} \Delta T_{PS1-2} + T_{PP1}$$

$$T_{PS2}^{min} = \frac{(\gamma^{max} + 1)}{2\gamma^{max}} \Delta T_{PP1-2} + T_{PS1}; \quad T_{PS2}^{max} = \frac{(\gamma^{min} + 1)}{2\gamma^{min}} \Delta T_{PP1-2} + T_{PS1} \quad (1)$$

где  $T$  – время ОГ с индексами типа волны и верхней (индекс 1) и нижней (индекс 2) границ интервала,  $\gamma = V_s/V_p$  – минимальное или максимальное отношение для данного интервала.

Возможность разделения данных  $V_p$ ,  $V_s$ , упругому ( $Z_p$ ), сдвиговому ( $Z_s$ ) импедансам и отношению  $V_p/V_s$  по вещественному составу оценивалась по данным ГИС – коэффициенту пористости ( $K_p$ ), коэффициенту объемной глинистости ( $K_{clay}$ ), доли кварца в объеме породы ( $K_{qtz}$ ), доли кальцита в объеме породы ( $K_{clc}$ ), что продемонстрировано на рис. 2.

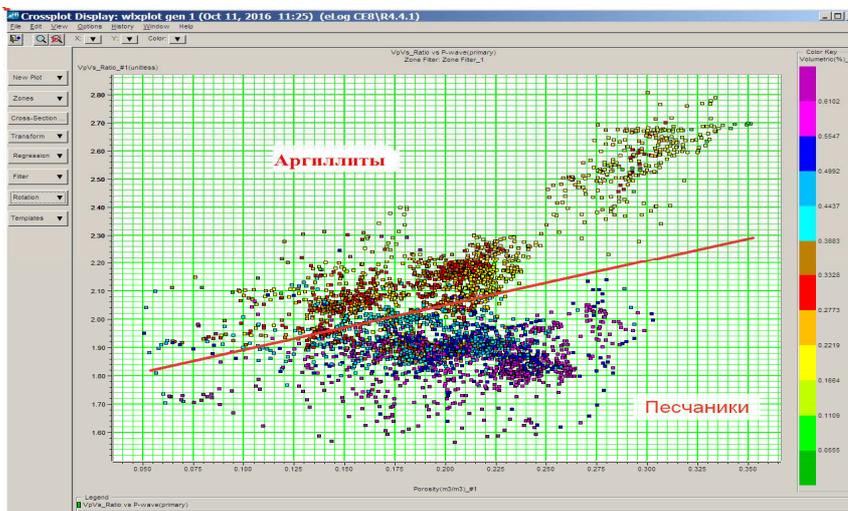


Рис. 2 Кроссплот  $V_p/V_s = f(K_p)$ , цвет -  $K_{qtz}$  для целевой части (терригенные отложения K1a-J2)

Совместная корреляция ОГ по PP и PS волнам (при многокомпонентной регистрации) позволяет включить прослеживание ОГ по PS во времена PP в систему уравнений для коэффициентов отражений при решении обратной динамической задачи и осуществить совместную инверсию (т.н. Joint PP-PS Inversion – [David C. and at al. 2002]). Совместная инверсия использует низкочастотную модель  $V_p$ ,  $V_s$  и плотности, созданную для одновременной (simultaneous) инверсии и обновленную согласно прослеженным и взаимосвязанным горизонтам по PP и PS волнам. Результаты восстановления упругого импеданса  $Z_p$ , и отношения  $V_p/V_s$  одновременной и совместной инверсией приведены на рисунке 3.

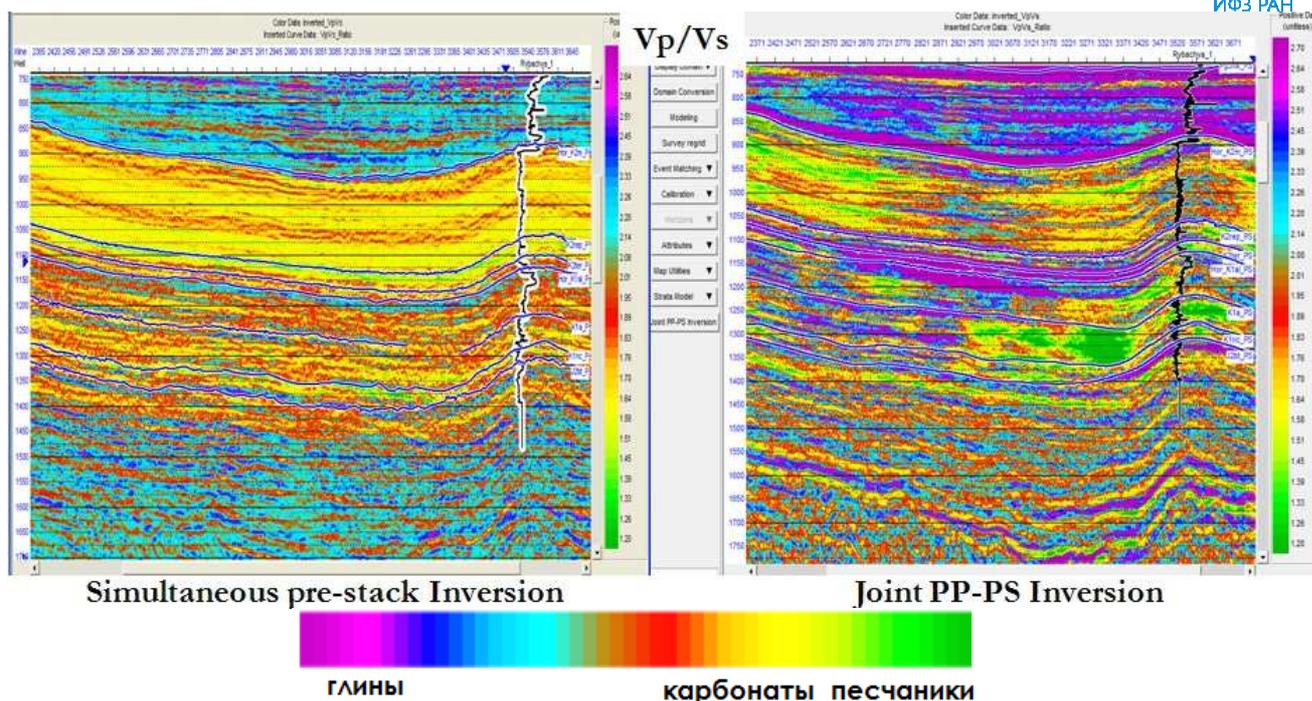


Рис. 3 Результат восстановления отношения  $V_p/V_s$  при решении обратной динамической задачи.

### Заключение

- Оценка результатов инверсии показала преимущество совместной (Joint PP-PS Inversion) инверсии по сравнению с одновременной (Simultaneous) инверсией, которое достигается за счет контролируемой одновременной корреляции горизонтов PP и PS волн.
  - По результатам инверсии достаточно уверенно разделяются верхняя терригенная, карбонатная и нижняя (целевая) терригенные части.
  - В целевой зоне разделены глинизированные (более низкие значения упругого импеданса и высокие значения  $V_p/V_s$ ) и песчанистые породы.
  - Улучшение качества коллектора коррелируется с уменьшением  $V_p/V_s$
- Полученные результаты позволяют с уверенностью говорить о перспективности поисковых работ по технологии Многоволновой сейсморазведки для данного района.

### Список литературы

- Кузнецов В.М., Шехтман Г.А., Череповский А.В. Методика наблюдений в многоволновой сейсморазведке// журнал Технологии сейсморазведки – 2013. № 2, с37-59
- Коротков И.П., Кузнецов В.М. Шехтман Г.А., Череповский А.В. Особенности обработки данных многоволновой сейсморазведки. // журнал Технологии сейсморазведки -2014.- № 2, с 51-69
- Tessmer, G., and Behle, A., Common reflection point data stacking technique for converted waves: // Geophys. Prosp., Geophysical Prospecting. Journal -1988.- Vol. 36, P. 671-688.
- David C. Henley, Gary F. Margrave, and Hongbo Zhang. Preparing input data for joint PP/PS inversion // CREWES Research Report -. 2002. - Volume 14.