

Выделение коллекторов по данным стохастической и детерминистической инверсий в неокомских отложениях Западной Сибири

Шестакова Г.М.*, Захарова О.А.

(ООО «Газпромнефть НТЦ», г. Санкт-Петербург)

Reservoir identification according to the stochastic and deterministic inversion in Neocomian deposits of the West Siberia

Shestakova G.M.*, Zaharova O.A.

(LLC Gazpromneft, Science & Technology Centre, Saint-Petersburg)

Аннотация

Выполненная работа касается построения сейсмогеологической модели песчаных линз неокомского комплекса по данным сейсмической инверсии на месторождении Западной Сибири. Представлен интегрированный подход при определении геометрии залегания песчаных тел за счет совмещения данных различных инверсий.

Abstract

This work is devoted to the seismic model construction of sand lenses in Neocomian complex (Western Siberia) made by seismic inversion. An integrated approach of defining sand body's geometry is presented by combining data from different inversions.

Введение

В данной работе рассмотрена часто используемая методика в настоящее время – использование динамической интерпретации сейсмических данных для анализа и выделения потенциальных зон развития коллекторов. Как основной инструмент выделения коллекторов в данной работе использовались данные акустической, синхронной и геостатической инверсий, комплексного подхода с фациальной моделью.

Постановка задачи

План работ интегрированного подхода к выделению коллекторов в объеме сейсмических данных:

- 1) Возможные проблемы. Обозначить существующие проблемы, оценка точности
- 2) Геология. Определиться с геометрией тел в пространстве, понять условия осадконакопления на изучаемой территории
- 3) ГИС. Иметь кондиционные каротажные данные – разделение коллектор-неколлектор в скважинах для перехода к прогнозу ФЕС (фильтрационно-емкостных свойств) целевых пластов
- 4) Сейсморазведка. Иметь кондиционные сейсмические данные для динамической интерпретации (проведение акустической, синхронной, геостатической инверсии), по результатам инверсий определить литотипы в объеме сейсмических данных.
- 5) Выводы.

Сейсмические данные подвержены влиянию многих факторов, оказывающих воздействие как на время прихода волны (данные о границах породы) так и на амплитуды (данные о свойствах породы). Довольно большой долей погрешности сейсмика обладает по вертикали (10-15 м) и

довольно низкой по горизонтали, что и приводит нас к заключению, использовать данные по скважинам, чтобы за счет инверсионных преобразований распределить свойство скважины в объеме сейсмических данных.

В работу взят продуктивный интервал клиноформных пластов БВ₇₋₀. Шельфовый пласт БВ₇₋₀ представлен песчано-алевритовыми телами, состоящих из серии линз, последовательно сменяющих друг друга с запада на восток. Общая мощность толщи в этом направлении постепенно уменьшается, и песчаники замещаются глинистыми отложениями дистальной части фондоформы. Песчаные пласты литологически неоднородны и зачастую представляют собой чередование проницаемых и плохо проницаемых разностей, что осложняет корреляцию и выделение перспективных зон (рис. 1). Неокомский комплекс имеет морской генезис (шельфовые отложения, склона и подножия склона).

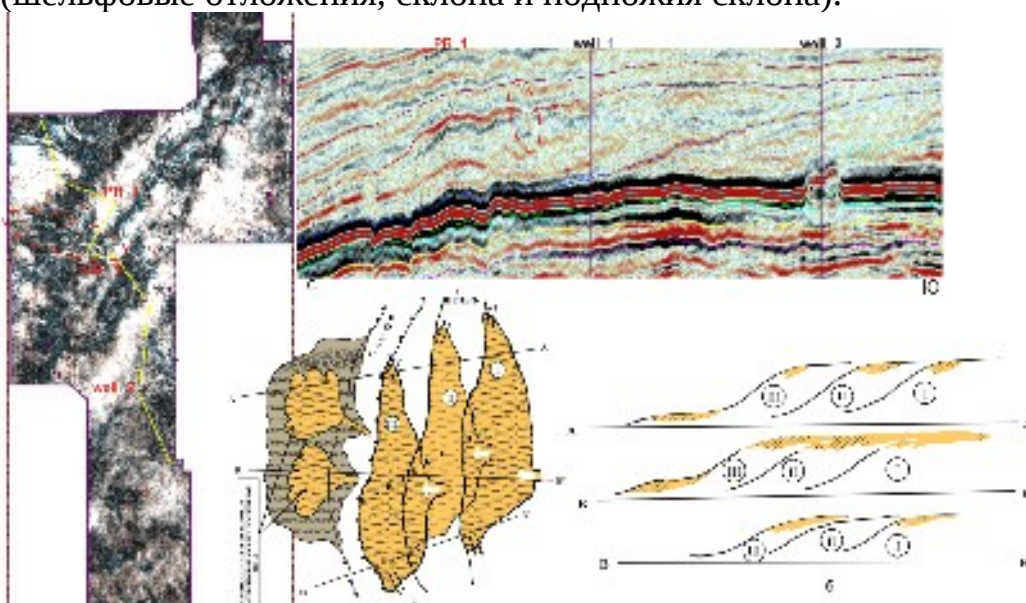


Рис.1. Геологическое представление распространения коллекторов – линзовидное строение, наличие русловых формаций

Данные скважин

После того как мы определились с распространением, генезисом коллекторов, мы приступаем к прогнозу ФЕС по скважинам. Изучаемая площадь разбурена 16 скв. Эксплуатационных скважин нет. Для литологического расчленения разреза использовались общепринятые для западной Сибири подходы литотипизации. Изначально, всему целевому интервалу присваивается индекс «аргиллит». По максимальным показаниям методов УЭС и НКТ, а так же минимальным значениям ГК выделяются интервалы «карбонатных песчаников». В остальной части разреза, по наличию отрицательной аномалии на кривой метода ПС, и пониженных показаний ГК выделяются интервалы «песчаников и алевритов». В данных интервалах проводится выделение коллекторов по нижеизложенным критериям. В случае отнесения интервала к коллекторам, ему присваивался литологический индекс «песчаник». Интервалы неколекторов индексировались как «алеврит». Основным критерием отнесения

интервала к «коллекторам» является наличие прямых признаков проникновения фильтрата бурового раствора в пласт. Были определены коэффициенты пористости, проницаемости, характер нефтегазонасыщенности, насыщенности. Общей предпосылкой успешности решения задачи для выделения коллекторов и прогноза их параметров по данным сейсморазведки является корреляция между петрофизическими характеристиками пород и акустическими свойствами (рис.2) (скорость распространения продольных и поперечных волн V_p , V_s , акустический импеданс AI). На данном этапе главное определить, как работает каждая из скважин, постараться выявить общий тренд распределения коллекторов в данном интервале.

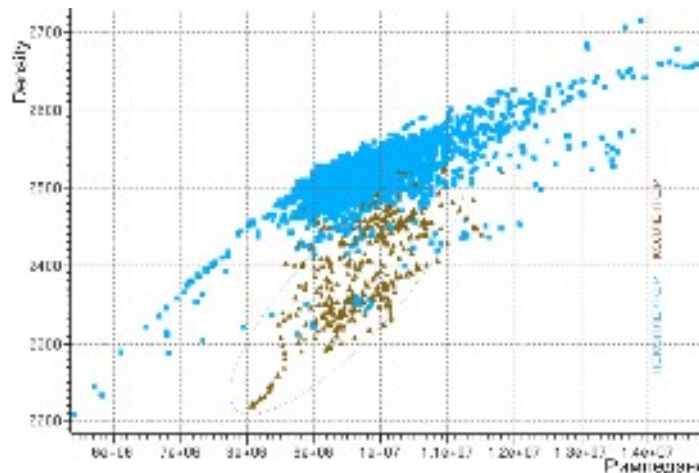


Рис.2. Пример выделения коллектора по связи петрофизических характеристик и акустических свойств (плотность – P-импеданс)

Методы инверсий

Для того, чтобы оценить, существует ли разделение коллектор-неколлектор в объеме сейсмических данных, для начала проводим обычную акустическую инверсию. Ее физический смысл заключается в преобразовании волнового поля в акустический РИМПЕДАНС (произведение скорости на плотность). Акустический импеданс (AI) – свойство пород, которое может изменяться с литологией, пористостью, составом флюида, глубиной, давлением, температурой и т.д. Данные AI могут быть использованы для определения литологии, точного картирования литологии/флюида, определения пористости, определения углеводородов, инструмент количественного анализа. Определившись, что нужно искать в объеме сейсмических данных, можно переходить к более детальной – синхронной инверсии.

Синхронная инверсия предполагает, что будет улучшено разделение свойств залежи, за счет совместного использования P- и S-импедансов и за счет того, что угловые кубы инвертируются синхронно во время одного процесса инверсии. В качестве входных данных мы располагали бю угловыми суммами ($01^\circ - 09^\circ$, $08^\circ - 16^\circ$, $15^\circ - 23^\circ$, $22^\circ - 30^\circ$, $29^\circ - 37^\circ$, $36^\circ - 44^\circ$). Результатом данной инверсии являются кубы упругих свойств – акустический, сдвиговый импедансы, отношение v_p/v_s , куб плотности, по которым мы можем переходить на поиск зависимостей в объеме данных, а не

по точках скважин. По результатам инверсии нам удалось выделить в поле P-S импедансов объем данных, подтверждающий и уточняющий результаты предыдущей инверсии (рис. 3).

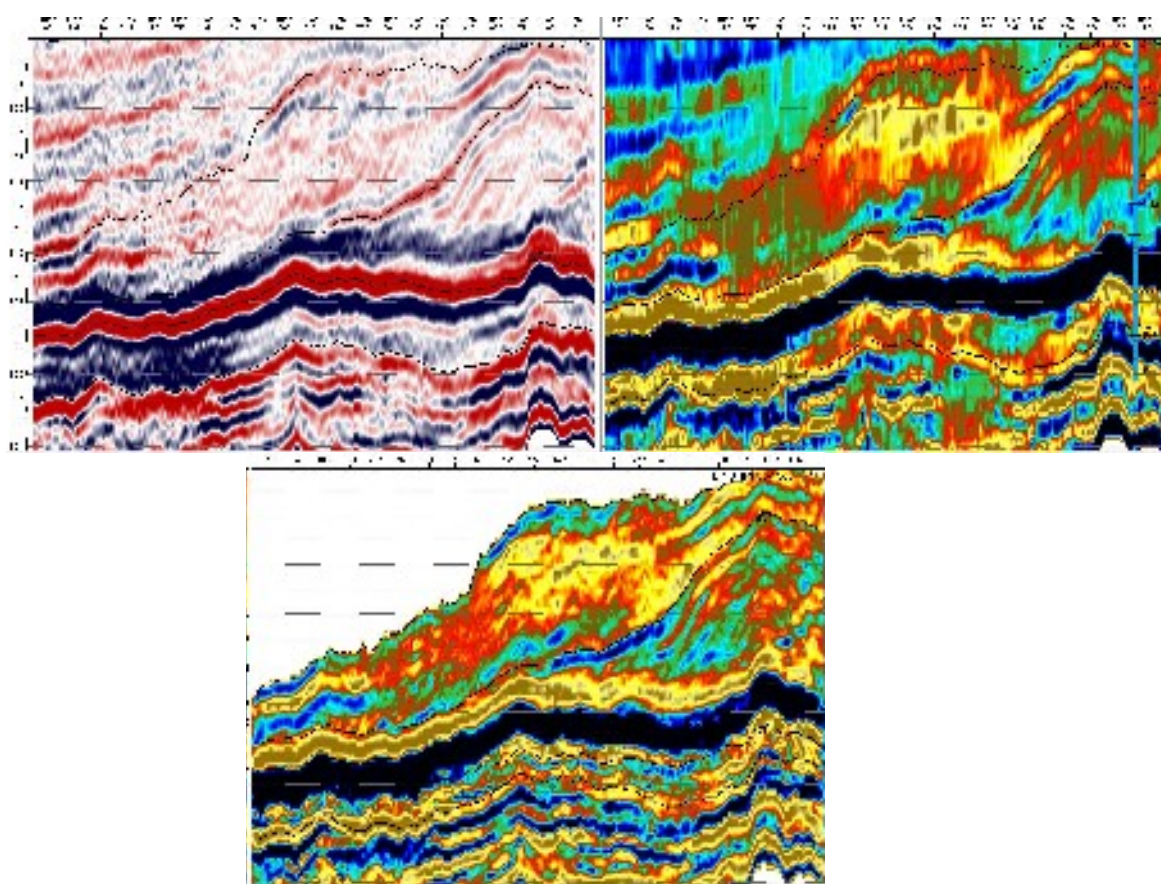


Рис.3. Пример сейсмического разреза в разных волновых представлениях, слева направо: амплитудный разрез, разрез P-импедансов после акустической инверсии, разрез P-импедансов после синхронной инверсии

В качестве входных данных в геостатическую инверсию необходимы кондиционные данные сейсморазведки и ГИС, а также наличие взаимосвязи между многопараметрическими свойствами (геостатистика рис.4), функции плотности распространения. Два свойства могут моделироваться совместно при наличии двух гистограмм и коэффициента корреляции. Основная задача инверсии заключается в преобразовании сейсмических кубов и геостатических данных в кубы литологии и свойств резервуара. Результатом инверсии является набор равновероятных реализаций распределения литотипов и ФЕС, полученных из акустического импеданса на основе связей, установленных на стадии петроупругого моделирования которые согласуются с как данными исследований в скважинах, так и с сейсмическими данными (рис. 5)

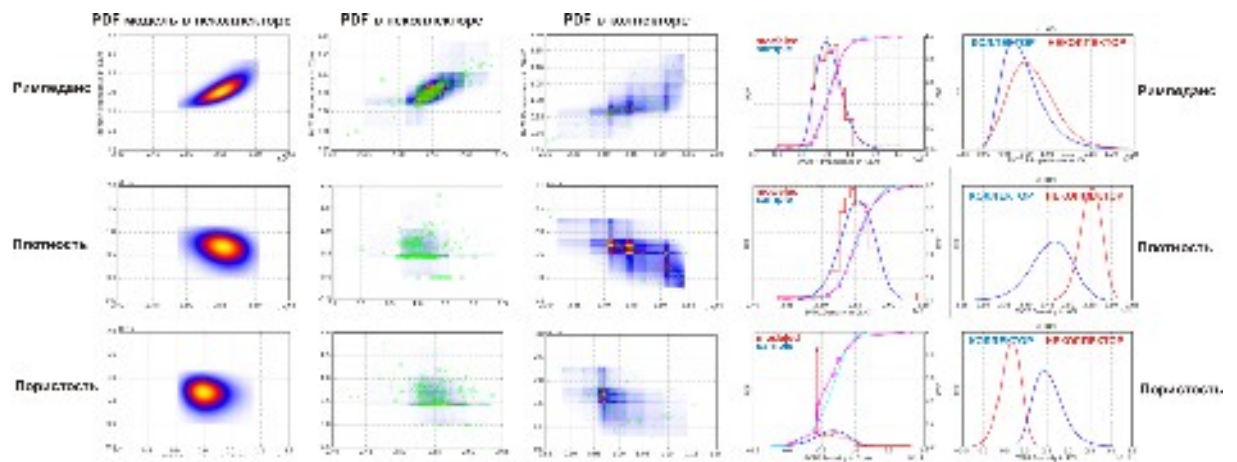


Рис.4. Модельные и реальные параметры для данных геостатистики

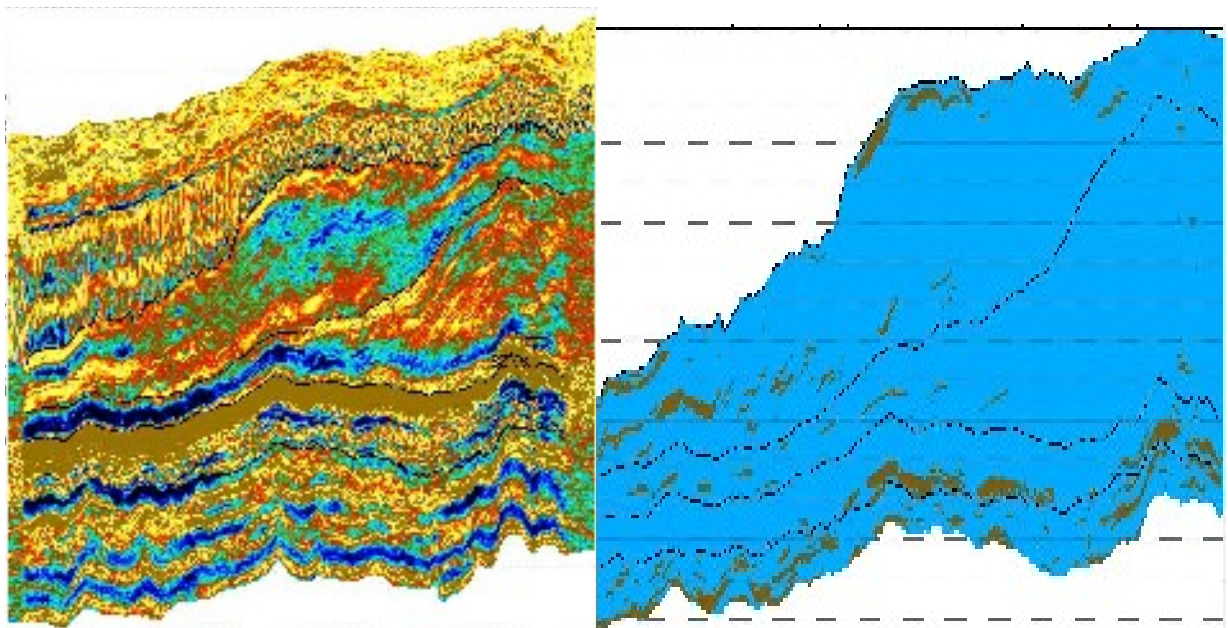


Рис.5. Пример разреза Р-импедансов и распределения литотипов коллектор-неколлектор по результатам синхронной инверсии (коричневый – коллектор, голубой – неколлектор)

При наложении результатов инверсий получили геотела в объеме, подтверждающих наличие породы с коллекторскими свойствами, а в зонах перекрытий двух-трех различных инверсий – область повышения достоверности обнаружения коллекторов (рис. 6).

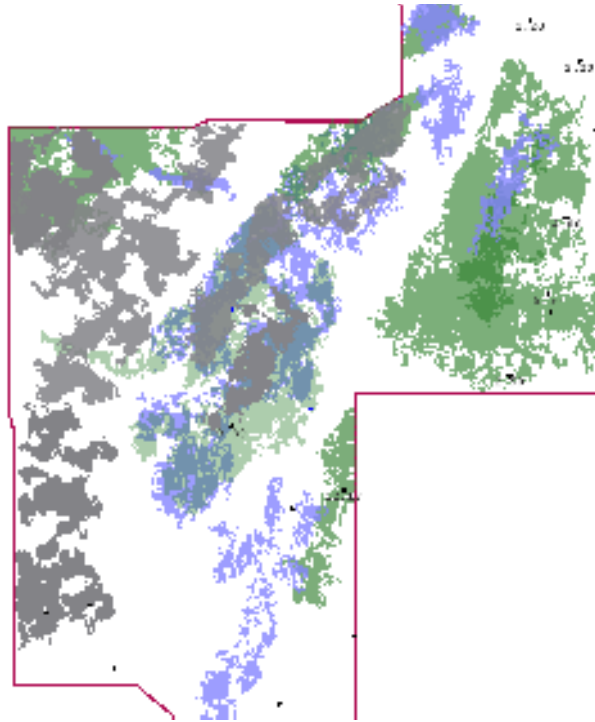


Рис.6. Распределение псевдоколлекторов по данным инверсий (зеленый – акустическая, синий – синхронная, черный – геостатистическая)

Заключение

Таким образом, используя данные различных инверсий, мы получаем кубы сейсмических свойств, которые позволяют создать сейсмогеологическую модель с вариацией вероятности встречаемости коллектора. Модель несет нам информацию о распространении коллекторских свойств, геометрии расположения тел, фациальную изменчивость, при наличии достаточных данных – можно получить кубы упругих свойств (пористости, проницаемости), кубы фаций, кубы инженерных свойств. Данные о насыщении, наполнении свойствами этих тел возможно будет получить, передав модель в геологическое и гидродинамическое моделирование.

Список используемой литературы

- 1) Нежданов А.А. Основные закономерности строения сеймостратиграфических комплексов неокома Западной Сибири // Геофизические методы при обосновании объектов нефтепоисковых работ в центральных районах Западной Сибири. Тюмень: ЗапСибНИГНИ, 1988. - с. 62-71.
- 2) Руководство пользователя Jason