

Методика выделения палеорусел в тюменской свите с использованием технологии спектральной декомпозиции

Кирьянова Т.Н., Кирзелёва О.Я., Копенкин Р.Ю., Кляжеников Д. В. (ООО «Индженикс Груп»), Бронскова Е.И. (ООО «ЛУКОЙЛ Инжиниринг»)*

Введение

На сегодняшний день все больше внимания уделяется продуктивным пластам тюменской свиты Западно-Сибирской НГП, содержащей трудноизвлекаемые запасы нефти. Для этого комплекса отложений континентального генезиса характерны маломощные невыдержанные по латерали и вертикали песчаные резервуары с ухудшенными ФЕС. Однако в некоторых случаях по данным скважин фиксируются значительное увеличение мощности коллекторов (свыше 10 м) и увеличение таких параметров как пористость и проницаемость. На основании седиментологического описания керн доказано, что такие скважины, вскрывают русловые отложения. Этим фактом определяется дальнейшая цель работы мультидисциплинарных групп (геофизиков, геологов, петрофизиков, разработчиков): закартировать русловые объекты по результатам комплексного анализа 3D сейсморазведки, данных ГИС и керн; создать трехмерные геолого-технологические модели, учитывающие литолого-фациальные особенности строения резервуаров и сделать прогноз технологических показателей разработки по различным сценариям для различных фациальных зон.

В данной работе на реальных примерах рассматривается методика картирования объектов руслового генезиса, приуроченных к пластам тюменской свиты по данным 3D сейсморазведки на основании результатов спектральной декомпозиции.

Технология спектральной декомпозиции и цветового суммирования (RGB-colour blending)

В случае поиска геологических объектов руслового генезиса в интервале интересов важно проанализировать седиментационные срезы, посчитанные вдоль кровли/подошвы изучаемого пласта или пропорциональных срезы (между кровлей- подошвой пласта и/или в более широком интервале, например, между ближайшими устойчивыми отражениями). При этом желательно исследовать различные кубы сейсмических атрибутов. Опыт показывает, что для геометризации границ палеоканалов наиболее информативными являются частотно-зависимые атрибуты.

Применение технологии спектральной декомпозиции и последующего RGB-суммирования [1,2] позволяет в значительной степени детализировать границы распространения палеорусел. Спектральная декомпозиция обеспечивает непрерывный частотно-временной анализ для каждого временного отсчета сеймотрассы. Эта технология позволяет рассматривать сейсмические данные в частотном диапазоне путём разложения сигнала на частотные компоненты. Ценность метода заключается в том, что специалист получает возможность сравнивать вариации сейсмического отклика на разных частотах.

Не менее важен процесс анализа полученных результатов. Наибольший эффект дает применение технологии RGB-суммирования, при котором визуализация результирующих кубов (с тремя доминирующими частотами) происходит при помощи аддитивной цветовой модели RGB (Red, Green, Blue — красный, зелёный, синий). Если все частоты присутствуют в равной мере в каждой точке комбинированного изображения, то изображение будет белым, а его интенсивность пропорциональна амплитуде сигнала. Если одна частота доминирует в некоторой точке, то в данной точке этот цвет будет преобладающим. Схематическое представление спектральной декомпозиции и RGB-суммирования представлено на рисунке 1.

Методика выделения палеорусел на основе результатов спектральной декомпозиции

Карты цветовой суммы, полученные в результате спектральной декомпозиции, характеризуются наиболее контрастным выделением интересующих геологических объектов. На рисунке 2 показано распространение амплитуд по седиментационному срезу в интервале одного из пластов тюменской свиты и карта цветовой суммы результата спектральной декомпозиции. Сравнение двух карт демонстрирует большую информативность и детальность метода спектральной декомпозиции и RGB-суммирования.

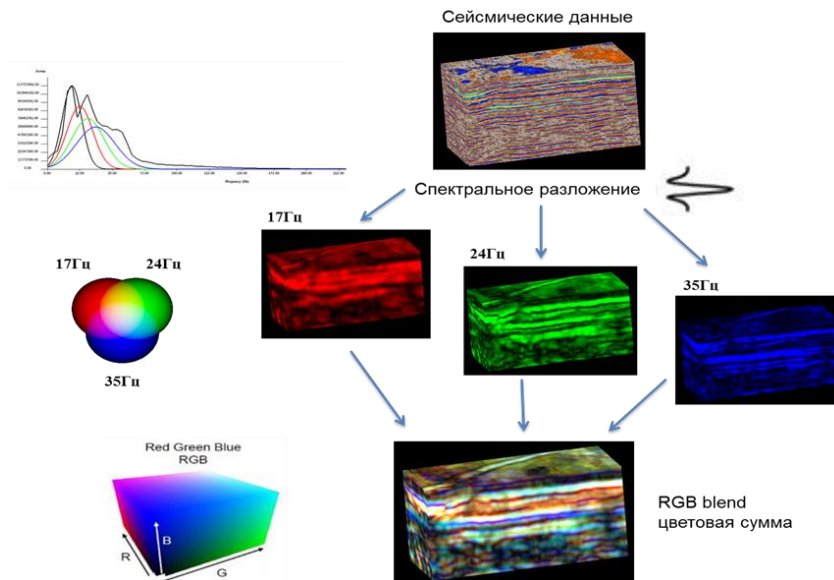


Рисунок 1. Схематическое представление процесса спектральной декомпозиции и RGB-суммирования

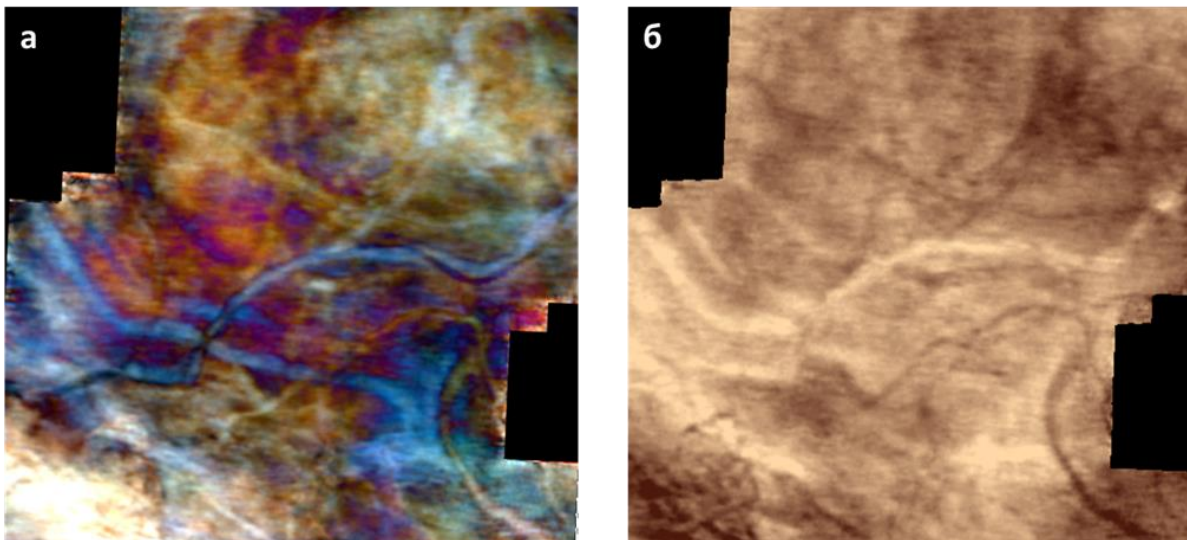


Рисунок 2. Карта цветовой суммы результата спектральной декомпозиции (а) и распространение амплитуд по седиментационному срезу в целевом интервале (б)

В зависимости от особенностей проявления палеоканала в волновом поле можно предложить два основных подхода к выделению границ продуктивного/перспективного объекта.

Рассмотрим случай, подтвержденный результатами сейсмического моделирования, когда палеорусла в тюменской свите выражены ослаблением амплитуды. На рисунке 3 представлен результат моделирования изменения волновой картины в интервале пласта Ю2. Левая модель характеризует условия скважины без коллекторов, правая модель – наличие 15-метрового коллектора в кровле пласта. Отмечается ослабление интенсивности сейсмической записи близ кровли пласта и следующего за ним отрицательного отражения, а также существенное ослабление интенсивности всего волнового пакета.

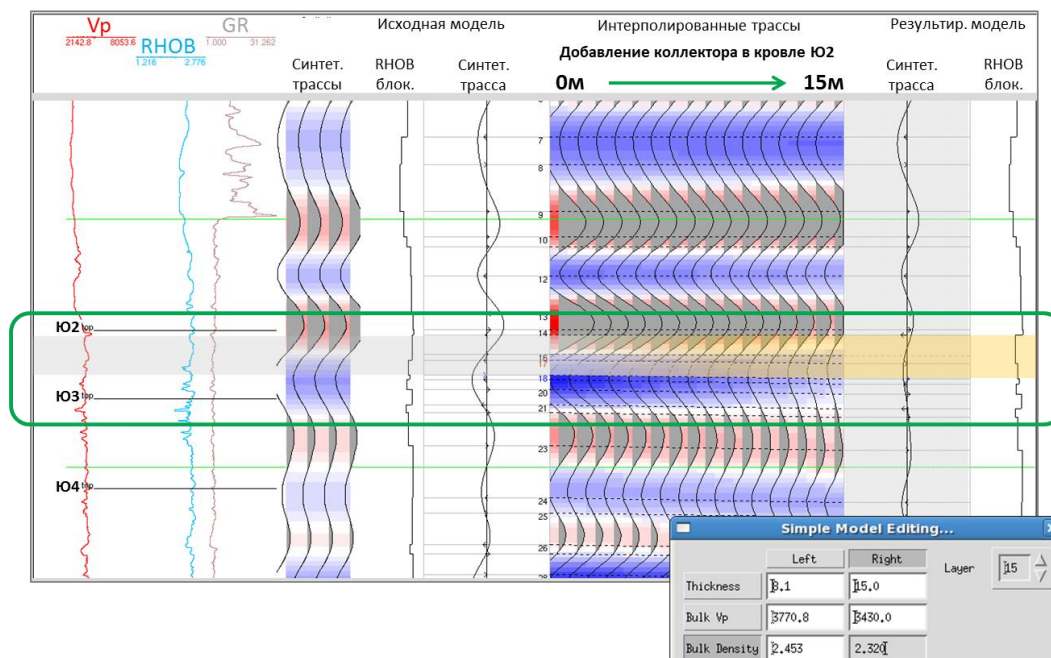


Рисунок 3. Сейсмическое моделирование. Увеличение толщины коллектора

В результате спектральной декомпозиции сейсмический куб раскладывается на набор кубов с различными центральными частотами. И уже из этого ряда выбираются те кубы, на которых наилучшим образом выделяются те или иные геологические объекты. В технологии RGB-суммирования используются три выбранных куба. Границы каждого палеоканала, выраженного ослаблением амплитуды определяются в ручном режиме на основании анализа срезов по кубам, полученным в результате спектральной декомпозиции и соотносятся с русловыми объектами по скважинам.

Общая мощность выделенных палеорусел в данном случае может быть определена через временную мощность, и, при наличии информации, калиброваться на скважинные данные. Кровля и подошва каждого перспективного объекта пересчитываются в глубинный масштаб с использованием с использованием глубинно-скоростной модели. На рисунке 4 показана карта цветовой суммы кубов с частотами 32-38-47 Гц в интервале целевого пласта Ю2, с вынесенными границами палеоканалов разного уровня, а также финальные структурные поверхности стратиграфической кровли/подошвы выделенных объектов.

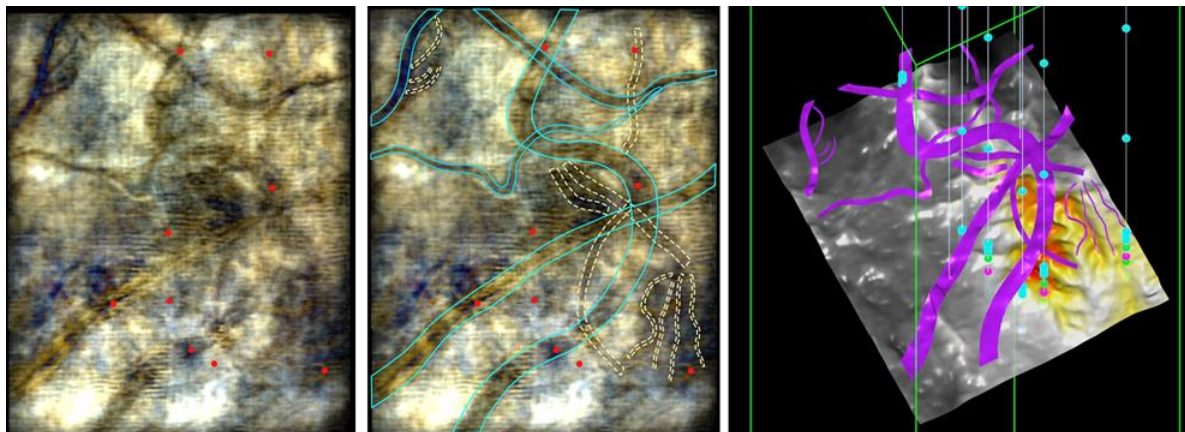


Рисунок 4. Карты цветовой суммы кубов с частотами 32-38-47 Гц и объемное представление выделенных тел

В случае, когда палеорусл в волновом поле представляет собой «светящийся» контрастный объект, возможно применение автоматических процедур, управляемых интерпретатором, по выделению геологических тел, реализованных в различных программных пакетах [1]. В дальнейшем каждое геологическое тело можно автоматически аппроксимировать поверхностями кровли и подошвы перспективных объектов, и, используя известную скоростную модель, получить общую мощность выделенного объекта, его стратиграфическую кровлю и подошву. На рисунке 5 показан пример автоматического выделения объемного геологического тела на основе куба цветовой суммы в результате спектральной декомпозиции.

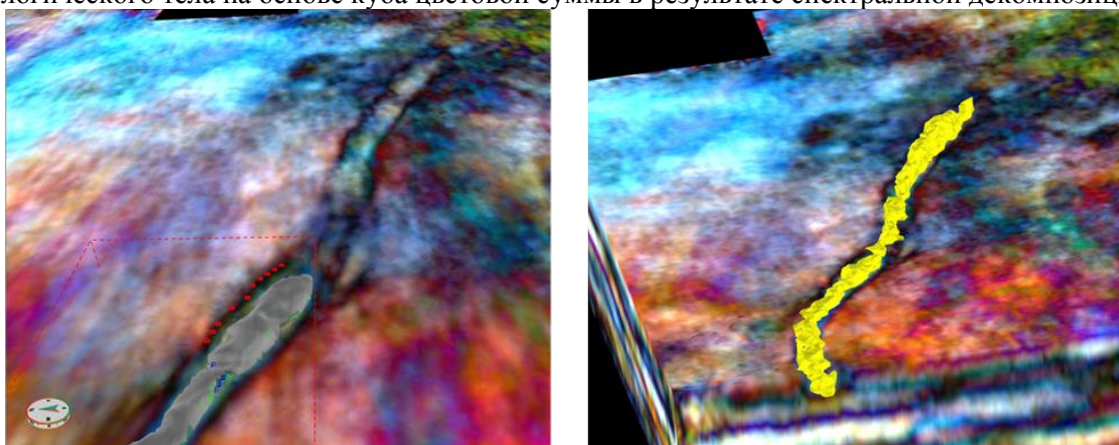


Рисунок 5 Куб цветовой суммы спектральной декомпозиции. Пример выделенного геологического тела

Вне зависимости от типа проявления палеорусла в сейсмической картине, хорошо зарекомендовал себя прием дальнейшего анализа наиболее информативных одного-трех кубов после спектральной декомпозиции для изучения целевых интервалов с помощью седиментационных срезов. А также использование этих кубов, в качестве входных данных для сейсмофациального анализа и сейсмической инверсии, что позволяет более четко оконтурить искомые объекты и определить другие фациальные зоны.

Кровли и подошвы выделенных геологических объектов в глубинном масштабе передаются для трехмерного геологического моделирования, на этом этапе учитываются все литолого-фациальные и структурно-тектонические особенности строения резервуаров продуктивной свиты, выполняется прогноз перспективных нефтенасыщенных участков с целью выдачи рекомендаций по оптимальному заложению скважин (со вскрытием нескольких русловых объектов на разных уровнях) с оценкой ожидаемых приростов запасов.

Выводы

Спектральная декомпозиция, визуализация и анализ результативных кубов с применением RGB-суммирования зарекомендовали себя как наиболее эффективная технология для выявления границ продуктивных/перспективных объектов руслового генезиса в тюменской свите. Даже при работе с материалами 3D прошлых лет, имеющих невысокую кратность, после выполнения объектно-ориентированной обработки и применения технологии спектральной декомпозиции и RGB-суммирования есть возможность получить геологически обоснованный результат и надежно оконтурить границы палеоканалов.

Благодарности

Выражаем благодарность Виталию Цибульскому (V. Cybulskij), компания ffA, за техническую поддержку в рамках выполнения работ.

Список литературы

1. Jonathan Henderson. Geological Expression: data driven–interpreter guided approach to seismic interpretation. First Break, Vol 30, March 2012
2. Dick Dalley. Why frequency decomposition is just like colour photography. First Break, Vol 28, June 2010