АРХИПОВ А.А.

ВОССТАНОВЛЕНИЕ СЕЙСМИЧЕСКОЙ ЗАПИСИ В ОБЛАСТИ НИЗКИХ ЧАСТОТ КАК СПОСОБ УТОЧНЕНИЯ ГЛУБИННО-СКОРОСТНОЙ МОДЕЛИ

(ООО «ГЕОШЕЛЬФ-СЕРВИС»)

Аннотация.

Ранее проявления нелинейности геологической среды в сейсмическом диапазоне частот преимущественно рассматривались как прямые признаки изменений фильтрационно-емкостных свойств разреза. В предыдущих работах автора представлена технология восстановления волновой записи в области низких частот (НЧ) путём анализа нелинейных эффектов, регистрируемых в сейсмической записи методом стандартной сейсморазведки. Опыт широкого применения технологии показал, что в спокойных сейсмогеологических условиях, для задач инверсии волнового поля, в целевых интервалах прогноза и на небольших удалениях от опорной скважины результаты восстановления НЧ диапазона сейсмической записи сопоставимы со стандартными подходами построения низкочастотных моделей. Иначе складывается ситуация если необходимо получить НЧ модель в широком временном окне, а сейсмическая запись, интервалов залегающих выше целевого, осложнена. В работе рассмотрен пример применения технологии с целью построения детальной глубинно-скоростной модели от уровня приведения.

Ключевые слова. Нелинейность, глубинно-скоростная модель, геологическая среда, практика применения.

ВВЕДЕНИЕ. Несмотря на высокий уровень развития современных технологий решения обратных задач, как и прежде, при проектировании новой скважины, наиболее весомым в принятии решения является структурный фактор. В силу низкой согласованности данных акустического каротажа (АК) и скоростей пробега упругих волн по материалам сейсморазведки (интервальных скоростей) глубинно-скоростные модели, как правило, строятся по скважинам и/или геологической модели.

Известно, что для относительно слабоконтрастных границ, возможен переход от расчёта коэффициентов отражения к дифференцированию:

$$R_{pp}(t) = \frac{IP(t_i) - IP(t_{i-1})}{IP(t_i) + IP(t_{i-1})}, IP(t_i) + IP(t_{i-1}) \approx 2IP(t_i),$$

$$R_{pp}(t) = \frac{1}{2} \cdot \frac{\frac{d}{dt}IP(t)}{IP(t)} = \frac{1}{2} \frac{d}{dt} \ln{(IP(t))},$$

$$IP(t) = \exp{[2 \int R_{pp}(t)dt]},$$

соответственно в частотной области решение прямой задачи схоже по характеру с идеальным дифференцирующим, а решение обратной задачи (инверсии) с идеальным интегрирующим фильтрами (рис.1).

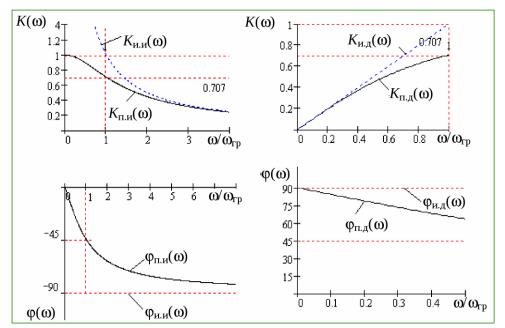


Рис.1. Идеальный интегрирующий и дифференцирующий фильтры.

Таким образом (в весовой терминологии), при решении прямой задачи больший вес имеют высокие частоты, а при решении обратной низкие. Во время трансформации из временной в глубинную область происходит суммирование пар 2 T V, что также эквивалентно интегрированию. Из чего следует, что при преобразованиях «время-глубина», в случае, если используется низкочастотное волновое поле, происходит двойное интегрирование. Частотная характеристика двойного интегрирования в сопоставлении с однократным приведена на рис.2.

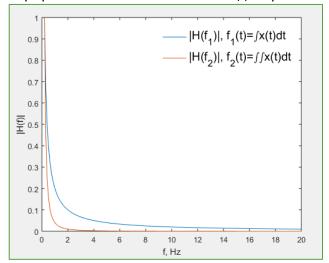


Рис.2. Идеальный интегрирующий и двукратно интегрирующий фильтры.

Как видно из графиков на рис.2, значимым весом при преобразовании «время-глубина» обладают частоты в диапазоне 0-3Гц, вес частот выше этого диапазона — пренебрежимо мал.

На сколько известно автору, на сегодняшний момент не существует методов широкополосной сейсморазведки, позволяющей получить полезный сигнал в столь низком диапазоне частот.

В случае значимых осложнений разреза в интервалах, залегающих выше целевого горизонта, целесообразно применение технологии восстановления сейсмической записи в области низких частот для построения уточнённой глубинно-скоростной модели.

Практика применения

В предлагаемом примере не будет рассмотрен случай построения структурных карт по скоростной модели, полученной по результатам кинематической обработки, в силу малой согласованности интервальных скоростей сейсморазведки и каротажных данных АК.

На рис.3 приведён пример восстановленного в области НЧ волнового поля и результата его акустической инверсии (горизонты – кровля и подошва целевых интервалов).

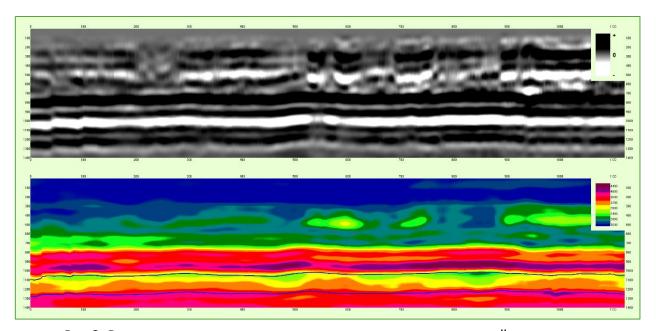


Рис. 3. Восстановленное волновое поле и результат акустической инверсии.

На рис.4 приведено сопоставление разреза скоростей пробега продольной волны, построенного по геологической модели и результата инверсии, восстановленного в области НЧ волнового поля.

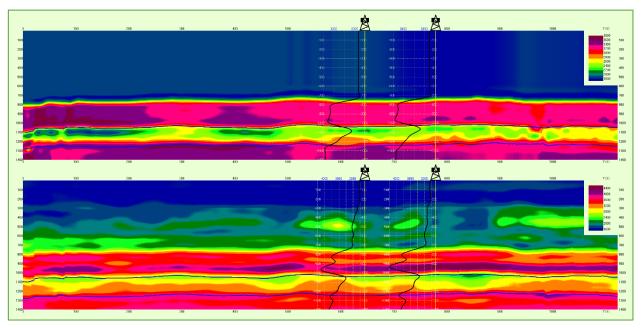


Рис.4. Модельный разрез скоростей пробега продольной волны и результат инверсии восстановленного волнового поля.

В результате выполнения работ по прогнозу углеводородо-насыщения (УВ) была получена карта (рис.5), которая в недостаточной степени согласовывалась со структурной картой (рис.6), рассчитанной по скоростям (Vp)геологической модели.

После чего была рассчитана структурная карта по кровле коллектора с использованием куба скоростей, полученного в результате инверсии восстановленного в области НЧ волнового поля (рис.7). Полученная структурная карта согласуется с прогнозом УВ-насыщения в достаточной степени, что является признаком корректной модели.

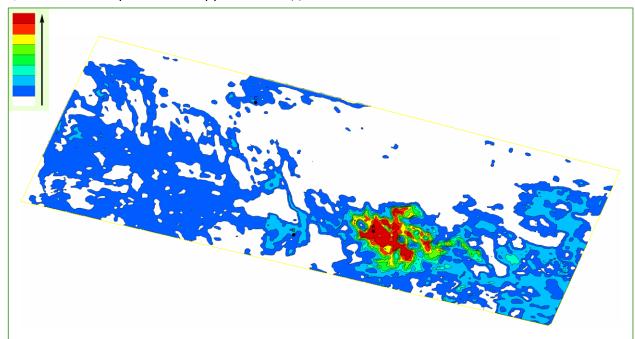


Рис.5. Карта прогнозных УВ-насыщенных мощностей.

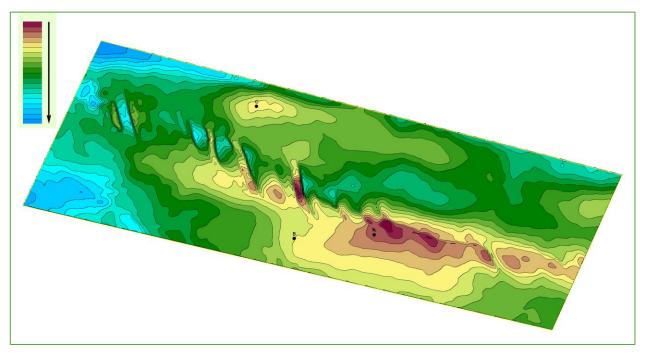


Рис.6. Структурная карта по кровле коллектора, рассчитанная по скоростям геологической модели.

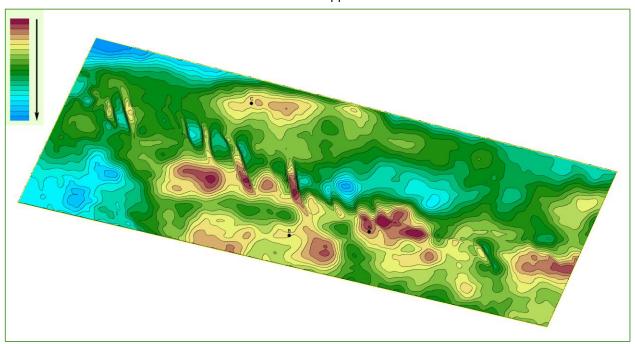


Рис.7. Структурная карта по кровле коллектора, построенная по скоростям, полученным в результате инверсии восстановленного волнового поля в области НЧ.

ВМЕСТО ЗАКЛЮЧЕНИЯ. Даже при спокойных сейсмогеологических условиях в случае существенного осложнения разреза в интервалах, залегающих выше целевого, целесообразно в качестве глубинно-скоростной модели использовать результат инверсии восстановленного в области НЧ волнового поля.