

length (m).	where $h(t)$ - pressure head (m water).		air/water (air/oil) system.
-------------	---	--	-----------------------------

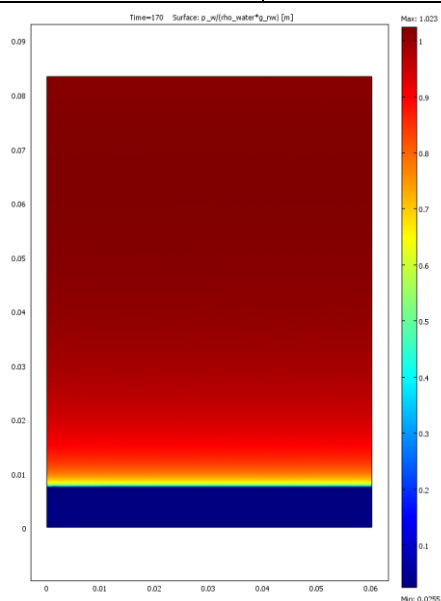


Fig.2. Oil pressure distribution
($t = 170$ hrs)

Modeling. Such equations are difficult to solve because of its nonlinearity, however computers allow to find a solution via approximate numerical methods. Finite element method (FEM) built-in Comsol Multiphysics is one of them.

To prove model robustness via comparison with other authors experimental observations were made for air/water system. The experiment showed that results corresponded to the outputs obtained by other researchers thus the created model can be used for further observations and substances may be varied.

After that the model was modified so that the wetting fluid would be represented with oil instead of water. The study output is oil pressure in the laboratory column at 170 hours (Fig.2). Conclusively, the experiment showed that despite air injection through the column's inlet, oil concentration is higher on top of the column thus the model can be used to study problems which require oil or any other substance extraction.

REFERENCES

1. Scheidegger, A. (1960) *The physics of flow through porous media*. Moscow: State Scientific and Technical Publisher of Petroleum and Technical Bibliography.
2. Kluev, N. & Solovieva, E. (2009) *Mathematical models of two-phase flows*. Samara: Samara university.
3. Hoppmans, J. et al. (1998) *Parameter estimation of two-fluid capillary pressure saturation and permeability functions*. Cincinnati: U.S. Environmental Protection Agency, National Risk Management Research Laboratory.

СПОСОБ ОЦЕНИВАНИЯ ВЗАИМНЫХ ФАЗОВЫХ СИГНАЛОВ ПО ФУНКЦИИ КАЧЕСТВА ПРИ ФАЗОЧАСТОТНОМ ПРОСЛЕЖИВАНИИ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛН

Сидоренко С.Н.

(г. Томск, Томский политехнический университет)

При анализе реальных материалов анализируемые сигналы часто интерферируют между собой, поэтому выделить их и проследить по исходным разрезам практически не удастся. Фазочастотное прослеживание (ФЧП) позволяет значимо повысить возможность выделения интерферирующих сигналов и увеличить их разрешение.

Стандартный интервал дискретизации $\Delta t = 2 \cdot 10^{-3}$ с, используемый в цифровой обработке сейсмических данных, оказывается недостаточным при оценке взаимных спектров отраженных волн. Поэтому используется способ, позволяющий изменить интервал дискретизации при прослеживании сигналов.

В этой связи был предложен новый способ оценивания взаимных фазовых спектров по функциям качества, формируемых при фазочастотном прослеживании с измененным интервалом дискретизации. Покажем эту возможность оценивания взаимных фазовых спектров.

Модель слоистой поглощающей толщи можно представить в виде линейной системы, с частотными характеристиками $H_1(f)$ и $H_2(f)$ (рисунок 1).

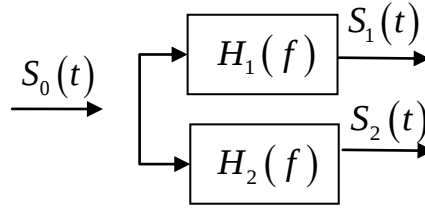


Рис. 1. Распространение сигнала через линейную систему с двумя выходами

Сигналы на выходе системы описываются выражениями

$$S_1(f) = |S_0(f)| \cdot |H_1(f)| e^{j\varphi_S(f)} e^{j\varphi_{H1}(f)},$$

$$S_2(f) = |S_0(f)| \cdot |H_2(f)| e^{j\varphi_S(f)} e^{j\varphi_{H2}(f)},$$

где $|S_0(f)| \cdot e^{j\varphi_S(f)}$ – спектр падающей волны;

$|H_1(f)| \cdot e^{j\varphi_{H1}(f)}$ и $|H_2(f)| \cdot e^{j\varphi_{H2}(f)}$ – частотные характеристики.

Определим взаимную спектральную плотность

$$G_{S_1 S_2}(f) = S_1^*(f) \cdot S_2(f) = |G_{S_1 S_2}(f)| \cdot e^{j\varphi_{S_1 S_2}(f)} = |S_0(f)|^2 |H_1(f)| |H_2(f)| e^{j(\varphi_{H2}(f) - \varphi_{H1}(f))},$$

где $\varphi_{S_1 S_2}(f) = \varphi_{H_2}(f) - \varphi_{H_1}(f)$ – взаимный фазовый спектр.

Теперь рассмотрим возможность определения взаимного фазового спектра по функциям качества ФЧП.

Функцию качества на выходах системы можно записать, как [1]

$$L_1(t) = W(f) e^{j\varphi_S(f)} \cdot e^{j\varphi_{H1}(f)},$$

$$L_2(t) = W(f) e^{j\varphi_S(f)} \cdot e^{j\varphi_{H2}(f)},$$

где $W(f)$ – весовая функция.

Запишем в этом случае взаимный фазовый спектр для функции качества $L_1(t)$ и $L_2(t)$.

$$G_{12}(f) = L_1^*(f) \cdot L_2(f).$$

Учитывая, что весовая функция есть действительная функция, то

$$G_{12}(f) = W^2(f) \cdot e^{j(\varphi_{H2}(f) - \varphi_{H1}(f))} = |G_{12}(f)| \cdot e^{j\varphi_{S_1 S_2}(f)},$$

где $|G_{12}(f)| = W^2(f)$.

Таким образом, определение взаимного фазового спектра отраженных волн можно определять через функции качеств этих сигналов.

Рассмотрим традиционный способ вычисления оценки $\hat{\varphi}_{S_1 S_2}(f)$.

Оценку взаимной спектральной плотности можно записать в виде выражения

$$\hat{G}_{12}(f) = \frac{2}{T} [L_1^*(f) \cdot L_2(f)],$$

где T – длительность окна анализа.

Функции качества в этом случае определяются как

$$L_1(f) = C_1(f) + jQ_1(f),$$

$$L_2(f) = C_2(f) + jQ_2(f).$$

где $C_1(f), C_2(f)$ синфазные и $Q_1(f), Q_2(f)$ квадратурные составляющие функций качества.

Для их нахождения можно воспользоваться следующими соотношениями

$$C_1(f) = \int_0^T L_1(t) \cdot \cos(2\pi ft) dt, \quad Q_1(f) = \int_0^T L_1(t) \cdot \sin(2\pi ft) dt;$$

$$C_2(f) = \int_0^T L_2(t) \cdot \cos(2\pi ft) dt, \quad Q_2(f) = \int_0^T L_2(t) \cdot \sin(2\pi ft) dt.$$

Также взаимная спектральная плотность есть обычно функция комплексная

$$\hat{G}_{12}(f) = \hat{C}_{12}(f) + j\hat{Q}_{12}(f),$$

где

$$\hat{C}_{12}(f) = \frac{2}{T} [C_1(f)C_2(f) + Q_1(f)Q_2(f)],$$

$$\hat{Q}_{12}(f) = \frac{2}{T} [C_1(f)Q_2(f) - Q_1(f)C_2(f)].$$

В итоге фазовый спектр запишется в виде

$$\hat{\phi}_{12} = \arctg \frac{\hat{Q}_{12}(f)}{\hat{C}_{12}(f)}.$$

Таким образом, можно оценить взаимные фазовые спектры, не прибегая к восстановлению сигналов, что дает преимущество при оценивании спектров в зонах повышенной интерференции.

Предложенный способ оценивания взаимных фазовых спектров отличается незначительно от классического метода вычисления взаимных фазовых спектров. Что позволяет в дальнейшем использовать его в алгоритме прогноза коллекторских свойств пород при сильной интерференции анализируемых сигналов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Разработка методики прогноза нефтегазоносности продуктивных комплексов на базе комплексного использования энергетических и фазочастотных характеристик отраженных волн в условиях Томской области. – Отчет. – Томск, 2000, – 159с.

СРАВНЕНИЕ СЛОЖНОСТЬ АЛГОРИТМОВ ВСТАВКОЙ И БЫСТРОЙ СОРТИРОВКИ

Чан Тхюи Зунг

(г. Томск, Томский политехнический университет)

COMPARISON OF COMPLEXITY OF SORTING ALGORITHM QUICKSORT AND INSERTION SORT

Tran Thuy Dung

(s.Tomsk, Tomsk Polytechnic University)