КпатаМак Э.Р.Э., ИслямоваА.А., Немирович-ДанченкоМ.М.
*Томский политехнический университет
Томск, Россия*

doi: 10.18411/lj-25-12-2016-1-04
idsp 000001:lj-25-12-2016-1-04

Особенности применения оконных преобразований при обработке сейсмических трасс

Аннотация

Для анализа реальных сейсмических разрезов необходимо корректно применять аппарат обработки временных рядов цифровыми фильтрами. Обычно такая обработка проводится в спектральной плоскости. Для отображения исходного ряда в частотную область нами используются преобразования Фурье и Прони. Показан пример работы оконного фильтра.

Ключевые слова: цифровые фильтры, спектры Фурье, сейсмические разрезы.

Для преобразования Фурье ограничения, связанные с теоремой Котельникова и накладываемые конечными размерами блоков обработки, не позволяют извлекать из трассы гармонические компоненты с любой, наперед заданной, частотой. Чтобы обойти это ограничение, мы и применяем преобразование Прони, которое не является спектральным преобразованием в чистом виде, а является способом оценивания (как метод наименьших квадратов) дискретных данных с помощью линейной комбинации экспоненциальных функций. Затем можно вычислить спектральную плотность энергии (СПЭ) для любой частоты Прони.

В обоих случаях – и для спектров Фурье [1], и для спектров Прони [2] – существуют различные аспекты при выполнении собственно фильтрации. В данной работе показано, как корректно применять полосно-заграждающий фильтр при работе в пакете Matlab.

В программе выполняется чтение файла из формата *.seg, анализ формата записи и подготовка к фильтрации. Собственно результат выполнения сравнения матриц по маске и есть фильтрация. Маска в данном случае – это вектор $M=[1, 1, 1, \dots, 0, 0, 0, \dots, 1, 1, 1]$. Сохраняемые частоты соответствуют единицам. Если

спектр трассы в выбранном окне обозначим SF, то после выполнения сравнения по маске M в строке Rez получится отфильтрованный спектр:

$$\text{Rez} = \text{SF} * \text{M}.$$

На рис. 1 приводятся два спектра – SF до обработки и Rez после обработки. Хорошо виден результат вырезания полосы частот в области несущей частоты.

Рис.1 Спектр SF до обработки (кривая с «+») и Rez после обработки (кривая с «*»)

Здесь важно помнить, что (как правило) мы имеем дело с алгоритмами быстрого преобразования Фурье. Поэтому следует учитывать, что для выбранного размера окна обработки Nв случае преобразования Фурье частота Найквиста равна $fN = N/2$ (это безразмерная величина, она определяет количество гармоник, то есть штук); в то же время при заданной величине отсчета Δt граничная частота $f_{gr} = 1/(2\Delta t)$ (это величина размерная, Гц). Например, если размер окна $N=64$ и $\Delta t=0.002$ с, то $fN=32$, $f_{gr}=250$ Гц и одной гармонике окна обработки соответствует $250/32=7,8125$ Гц. И для выбранного окна и фиксированной величине отсчета это число 7,8125 Гц не меняется.

В случае же преобразования Прони сам метод подбора частот из диапазона $-(2\Delta t)^{-1} \leq f_k \leq (2\Delta t)^{-1}$ предопределяет варьирование значений частот при изменении свойств сигнала. При этом каждому номеру («гармонике») в ряде Прони будет соответствовать не конкретная частота в Гц, а некоторая полоса частот. Поведение этих полос пропускания представляет отдельный методологический интерес при обработке и интерпретации геофизических данных.

Нужно учитывать эти особенности при построении полосно-заграждающих (режекторных) фильтров (в английской терминологии notchfilter).

Литература

1. Харкевич А.А. Спектры и анализ. М.: Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1957. 236 с.
2. Марпл-мл. С. Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения: Пер. с англ. – М.: Мир, 1990. 584 с.