

РЕДАКТИРОВАНИЕ СЕЙСМИЧЕСКИХ ВОЛНОВЫХ ПОЛЕЙ И КОРРЕКЦИЯ ЗАПИСЕЙ ВСП С ПРИМЕНЕНИЕМ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ И МИНИМИЗАЦИИ ЭНТРОПИИ ДВУМЕРНЫХ СПЕКТРОВ

*А.Ю. Барков¹, А.А. Табаков², К.В. Баранов¹, А.К. Душутин¹

¹ ООО "ГЕОВЕРС", 117418 Москва, ул. Новочеремушкинская, 69Б;

² ОАО "Центральная геофизическая экспедиция"

Seismic wave-fields editing and correction using neural networks and entropy minimization of 2D spectrum

*A.Yu. Barkov¹, A.A. Tabakov², K.V. Baranov¹, A.K. Dushutin¹

¹ GEOVERS Ltd, 69B, Novocheryomushkinskaya, Moscow 117418, Russia;

² JSC Central Geophysical Expedition

Summary

Editing of spike and harmonic noises superimposed to seismic record is discussed. Proposed method is based on the neural networks recognition. The static shifts in VSP records are corrected by combined entropy minimization of two halves of two-dimensional spectrum. The methods provide the automatical implementation.

Аннотация

Рассматривается метод редактирования аддитивных и гармонических помех в сейсмических трассах. Метод основан на анализе признаков, характеризующих помеху, и принятии решения на основе предшествующего опыта. После принятия решения о наличии помехи производится коррекция участка трассы, содержащего помеху. Также предложен метод оценки статических сдвигов в волновых полях ВСП. Метод базируется на минимизации энтропии двумерных спектров.

Введение

Наличие шумов и статических сдвигов в сейсмических записях ВСП существенно снижает качество результатов обработки. Применение алгоритмов редактирования шумов с использованием нейронных сетей для их локализации позволяет усилить подавление пиковых и локальных гармонических шумов при минимальном искажении полезной информации. Для коррекции статических сдвигов применен метод одновременной минимизации энтропии двумерных спектров падающих и восходящих волн. Приведенные подходы позволяют автоматизировать процесс редактирования исходных данных.

Редактирование сейсмических волновых полей с применением нейронных сетей

Для борьбы с пиковыми выбросами и нелинейными искажениями сейсмических записей используется метод, основанный на локализации искажения, его оценке в области высоких частот, где отсутствуют сейсмические сигналы, и вычитании из записи.

После высокочастотной фильтрации полезный сигнал подавляется почти полностью, а отфильтрованная сейсмограмма представляет собой свертку шумовых импульсов с собственным процессом фильтра. Для оценки времен и амплитуд шумов применяется итеративное вычитание с уточнением.

При отсутствии соседствующих импульсов точность определения шумов очень высокая. Однако для близко расположенных импульсов результаты значительно хуже - вплоть до ухудшения исходных данных. Проблема решена путем предварительного распознавания шумовых отсчетов, что резко повышает однозначность результатов. Распознавание шумовых отсчетов выполняется с использованием нейронных сетей по алгоритму с обучением.

Для распознавания шумов каждый отсчет записи характеризуется некоторым набором параметров, по которому производится классификация. После того, как положения шумовых отсчетов найдены, с помощью интерполяции предварительно оценивается их амплитуда. Найденные таким образом параметры помехи подаются на процедуру итеративного уточнения и вычитания.

После предварительного обучения на заданных образах алгоритм работает не требуя никаких дополнительных параметров.

На рис.1 приведен пример редактирования сильных нелинейных искажений.

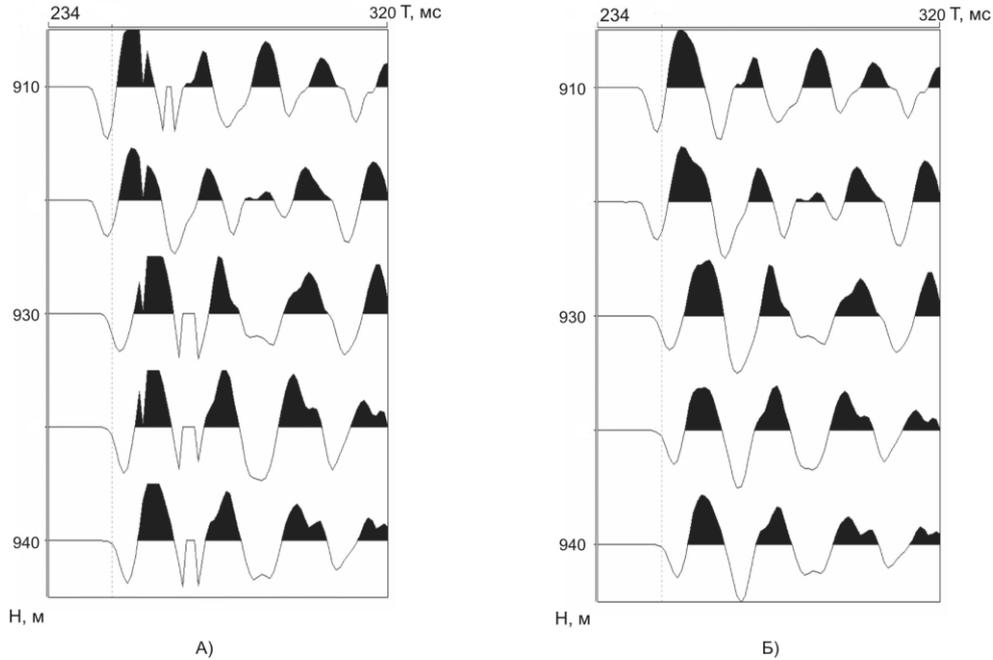


Рис.1. Редактирование пиковых выбросов и нелинейных искажений в исходных данных:
 А) фрагмент исходного поля ВСП, Б) фрагмент отредактированного поля ВСП.

Для борьбы с гармоническими помехами, локализованными по времени (Рис.2), также применяются методы распознавания образов. Исследуемая сейсмическая трасса разбивается на равные временные интервалы, и анализируются их спектры. В процессе обучения формируется принцип классификации. После выявления и локализации помехи по соседним участкам трассы формируется спектральный образ интервала, содержащего помеху, и строится фильтр, подавляющий в нем шумовые частоты. Методика действует локально, не искажая полезного сигнала всей трассы, и после предварительного обучения может работать над поиском и устранением помехи без подстройки входных параметров.

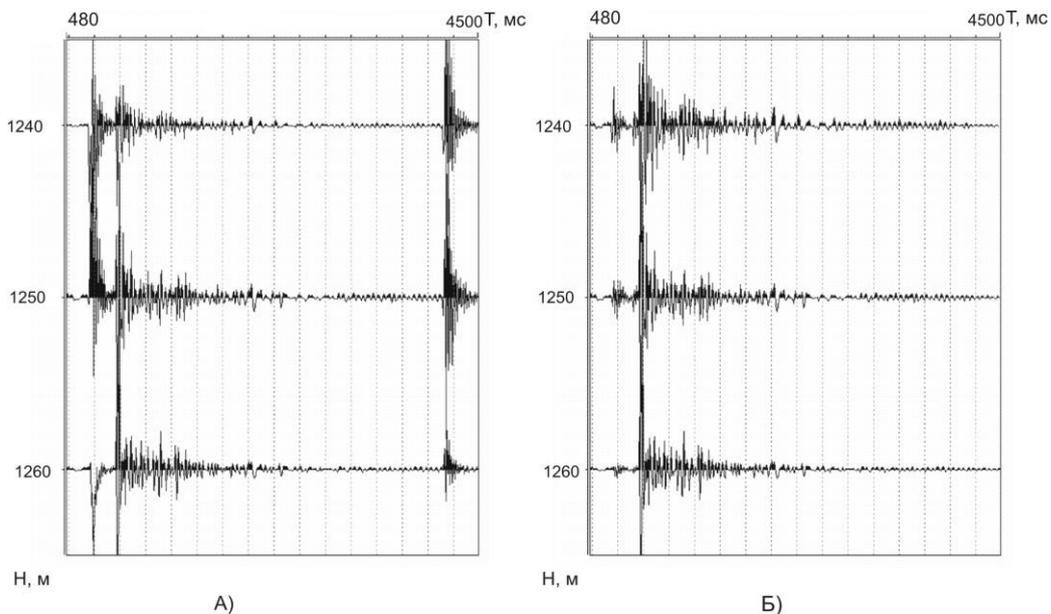


Рис.2. Редактирование локальных гармонических шумов в исходных данных ВСП:
 А) исходная запись, Б) запись после редактирования.

Коррекция записей ВСП с применением минимизации энтропии двумерных спектров

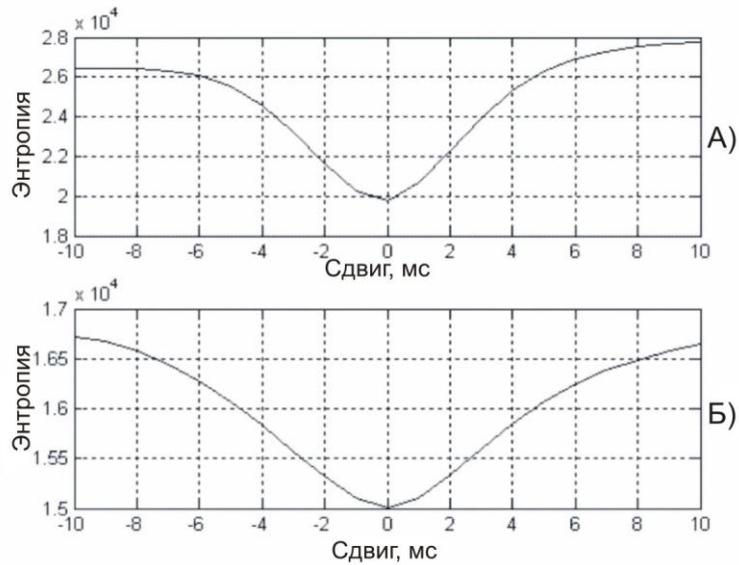


Рис. 3 График зависимости уровня энтропии двумерного спектра поля ВСП от сдвигов отдельно взятой трассы: А) в зоне восходящих волн, Б) в зоне падающих волн. Минимум обоих графиков указывает на истинное положение трассы в поле.

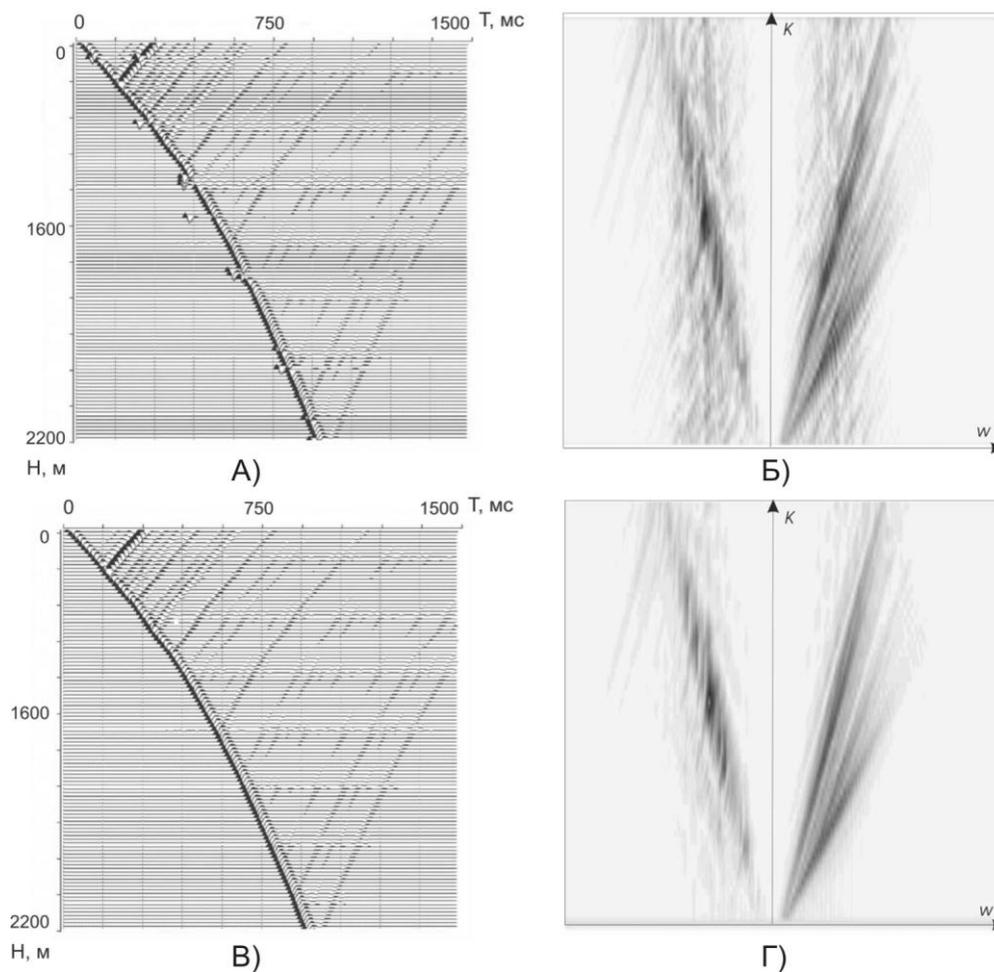


Рис.4. Коррекция статических поправок минимизацией энтропии двумерных спектров: А) модельное волновое поле ВСП с внесенными статическими сдвигами, Б) двумерный спектр модельного поля ВСП со сдвигами, В) скорректированное модельное поле ВСП, Г) двумерный спектр модельного волнового поля ВСП

Предложен метод коррекции статических поправок, основанный на минимизации энтропии двумерных спектров. Идея метода основывается на том, что наличие случайных сдвигов в исходном волновом поле ВСП приводит к возрастанию энтропии его двумерного спектра. При коррекции статических сдвигов параллельно минимизируется энтропия спектров в области падающих и восходящих волн, что предотвращает спрямление осей синфазности (Рис.3).

На рис.4 приведен пример коррекции статических сдвигов на примере модельного волнового поля ВСП.

Выводы

Предлагаемые методы редактирования и коррекции данных позволяют:

- эффективно удалить аддитивные шумы и нелинейные искажения из исходных сейсмических записей с минимальным искажением полезного сигнала;
- рассчитать и ввести статические поправки в волновом поле ВСП при отсутствии записей контрольного прибора;
- автоматизировать процесс предобработки исходных данных;
- минимизировать участие обработчика в процессе предобработки данных.

Литература

1. D. M. McCormack, D. E. Zaucha, D. W. Dushek. First-break refraction event picking and seismic data trace editing using neural networks. *Geophysics*. 1993. Vol. 58. No. 1. P. 67-78.
2. D. E. Rumelhart, G. E. Hinton, R. J. Williams. Learning internal representations by error propagation in parallel distributed processing. Cambridge, MA: MIT Press. 1986. Vol. 1. P. 318-362.
3. В.Н. Ференци, И.В. Яковлев, А.Ю. Барков. Редактирование гармонических и всплесковых шумов в записях ВСП. Тезисы докладов научно-практической конференции «Состояние и перспективы развития метода ВСП». 2001. С. 69.
4. А.Ю. Барков, И.В. Яковлев. Автоматическое редактирование сейсмограмм. Тезисы международной конференции «Новые идеи в науках о земле». 2001.