

## СЛУЧАЙНЫЕ ПОМЕХИ В ИНТЕРВАЛЬНОЙ ГРАНИЧНОЙ СКОРОСТИ ( $V_{Г.инт}$ )

**Китовани Д. Ш.**

Институт геофизики им. Михаила Нодиа Тбилисского государственного университета  
им. Иванэ Джавахишвили, 0160, Тбилиси, ул. М. Алексидзе, 1  
[Kitovani56@mail.ru](mailto:Kitovani56@mail.ru)

Годографы преломленных волн, полученные при полевых наблюдениях, также как и результаты любых геофизических наблюдений осложнены случайными помехами (геологическими и техническими). Эти случайные помехи при интерпретации приводят к появлению флуктуаций граничной скорости и рельефа преломляющей границы, носящих также случайный характер. Для подавления помех широко используется пространственная фильтрация графиков  $V_{Г.инт}(x)$ . Однако вопрос о выборе наиболее эффективных для выделения нарушений параметров фильтрации практически не рассматривается. В [1,2] сформулированы лишь требования к фильтрам и указывается, что для  $h \leq 1.5$  км. предлагается использовать сглаживание по 11 точкам. Для выбора оптимальных параметров фильтрации и оценки ее эффективности необходимо знать закон распределения и параметры случайной помехи. На основании исследования указанных параметров ниже оценивается точность определения  $V_{Г.инт}$  при сглаживании способом скользящего среднего в зависимости от числа точек. Напомним, что интервальная граничная скорость определяется на малой базе  $L$  из соотношения  $V_{Г.инт} = L / \Delta t$  где  $\Delta t$  разность времен между двумя соседними изохронами.  $L$  - расстояние по границе, равное диагонали ромба, образованного системой встречных изохрон на преломляющей границе. В результате строится график интервальной граничной скорости вдоль профиля  $V_{Г.инт} = f(x)$ . Для повышения точности определения  $V_{Г.инт}$  применяется метод математического сглаживания [число точек  $n$ , окно сглаживания  $d=(n-1)L$ ] позволяющее уменьшить помехи случайного характера  $\sqrt{n}$  раз. Выбирая  $n$  (или  $d$ ), можно настраивать сглаживающие фильтры на выделение неоднородностей с определенными размерами [3].

### Определение параметров случайной помехи

Стандартные приемы оценки параметров случайной помехи требуют ее аддитивности и линейности. При оценке параметров по множеству наблюдений требуется также стационарность помехи [4]. Определим условия, при которых эти требования выполняются.

Пусть прямой и обратный годографы представлены в виде  $t(x) = t_d(x) + t_{сл}(x)$  (для прямого годографа),  $t(x) = t_d(x) + t_{сл}(x)$  (для обратного годографа), где  $t_d$  и  $t_{сл}$  детерминированная и случайная компоненты. Рассмотрим горизонтальную преломляющую границу, вдоль которой  $V_G$  меняется по закону  $V_G(x)$ . Дифференцируя эти формулы получим в точках профиля  $X_1, X_2$  сопряженных с точкой границы  $X$ :

$$1/V(X_1) = 1/V_d(X) + dt_{сл}(X) / dx \quad (\text{прямой годограф})$$

$$1/V(X_2) = 1/V_D(X) + dt_{сл}(X) / dx \quad (\text{обратный годограф})$$

Суммируя эти две формулы, получим:

$$2/V_{\Gamma}(X) = 2V_D(X) + dt_{сл}(X) / dx \quad (\text{прямой}) + dt_{сл}(X) / dx \quad (\text{обратный})$$

Введем обозначение  $t'_{сл}(X) = 1/2(dt_{сл}(X) / dX \text{ (пр)} + dt_{сл}(X) / dx \text{ (обр)})$

$$\text{Полагая что } t'_{сл}(X) \ll 1/V_{\Gamma}^2(X) \text{ получим: } V_{\Gamma}(X) = V_D(X) - V_D^2 \cdot t'_{сл}(X).$$

Отсюда следует, что случайная погрешка в граничной скорости  $V_{\Gamma}$  может считаться аддитивной, если ее уровень значительно ниже детерминированной компоненты и преломляющая граница близка к плоской. Поскольку случайная компонента пропорциональна квадрату детерминированной компоненты ( $V_{\Gamma,сл} = -V_D^2(X)t'_{сл}(X)$ ), ее можно считать линейной и стационарной только, если колебания  $V_D(X)$  по множеству наблюдений незначительны.

### Закон распределения случайной погрешки

Оценка закона распределения проводилась путем математического моделирования. Эта модель обеспечивает выполнение условий стационарности и линейности погрешки (модель с постоянной граничной скоростью и горизонтальной преломляющей границей). В прямолинейные годографы головных волн вводилась равномерно распределенная случайная погрешка с дисперсией  $\sigma_t$ . При интерпретации этих годографов получен график  $V_{\Gamma \text{ инт}}(x)$  также осложненный случайной погрешкой с дисперсией  $\sigma_{сл}$ . Величина  $\sigma_t$  изменялась в таких пределах, что  $\sigma_{сл} \ll V_2$ , где  $V_2$  скорость заданная в модели. Это условие обеспечивает аддитивность погрешки. Поскольку случайная погрешка аддитивна, линейна и стационарна, корреляционная функция и закон распределения могут быть определены по множеству наблюдений.

### Точность определения $V_{\Gamma \text{ инт}}$

Варьирование  $\sigma_t$  показало, что дисперсия случайной погрешки в интервальной граничной скорости  $\sigma_{сл}$  линейно возрастает с ростом  $\sigma_t$ . Точность вычисления  $V_{\Gamma \text{ инт}}$  таким образом определяется дисперсией случайной погрешки в годографе, которая обусловлена геологическими и тектоническими погрешками. Для подавления случайной погрешки в  $V_{\Gamma \text{ инт}}$  эффективно применение сглаживающей фильтрации [1,5]. Наличие отрицательной корреляционной связи между соседними значениями  $V_{\Gamma \text{ инт}}$  приводит к тому, что с ростом числа точек сглаживания  $n$ , нормированная дисперсия  $\sigma_{сл,н} / \sigma_{сл}$  убывает быстрее, чем  $1/\sqrt{n}$ . С ростом  $\sigma_{сл}$  корреляционная связь между соседними точками ослабевает и зависимость  $\sigma_{сл,н} / \sigma_{сл}$  от  $n$  приближается к  $1/\sqrt{n}$ . Таким образом, точность определения интервальной граничной скорости при использовании сглаживающих фильтров возрастает с ростом базы сглаживания по квазилинейному закону, если считать, что точность обратно пропорциональна дисперсии случайной погрешки. При ручной интерпретации полей времен в графиках  $V_{\Gamma \text{ инт}}$  появляются погрешки, связанные с ошибками графических построений тестовых примеров. Компьютерная обработка данных повышает не только скорость, но и точность интерпретации. Это доказано многочисленными тестами.

## ლიტერატურა - REFERENCES- ЛИТЕРАТУРА

1. Епинатьева А.М. Применение КМПВ для изучения разрывных нарушений и зон разломов. Обзор ВИЭМС. Серия региональная, разведочная и промысловая геофизика., М., 1982.
2. Епинатьева А.М. Применение КМПВ для разведки тектонических нарушений в некоторых сложно-построенных средах. Геофизический сборник, вып. 85, Киев, 1978.
3. Епинатьева А.М. Невский М.В. Граничная скорость. Геофизический сборник АН УССР. вып.65, Киев, 1975.
4. Рогоза Е.В., Гаранин А.П. О природе и особенностях волн наблюдаемых при трассировании сбросов в КМПВ. Прикладная геофизика, №34, 1962.
5. Епинатьева А.М. Дополнительный критерий для разведки тектонических нарушений методом КМПВ. Геофизический сборник, вып.78, Киев, 1977.

### შემთხვევითი ცდომილებები ინტერვალურ საზღვრით სიჩქარეში ( $V_{\text{ინტ}}$ ) კიტოვანი დ.

რ ე ზ ი უ მ ე

სტატიაში ლაპარაკია იმაზე, თუ რა პირობებშია შესაძლებელი შემთხვევითი ცდომილებების მინიმიზაცია ინტერვალური საზღვრითი სიჩქარის გრაფიკში.

### RANDOM INTERFERENCE AT INTERVAL BOUNDARY SPEED ( $V_{\text{ინტ}}$ ) Kitovani D.

A b s t r a c t

The article describes in what cases it is possible minimize random noise in the graph of the interval boundary velocity.

### СЛУЧАЙНЫЕ ПОМЕХИ В ИНТЕРВАЛЬНОЙ ГРАНИЧНОЙ СКОРОСТИ ( $V_{\text{инт}}$ )

Китовани Д.Ш.

Р е ф е р а т

В статье говорится при каких условиях можно минимизировать случайные помехи в графике интервальной граничной скорости.