

вают практически одинаковую точность определения средней скорости.

Второй пример соответствует восточной окраине Русской платформы (скв. 1, Южно-Куйбышевская площадь) и характеризуется следующими значениями Δh_i и v_i :

$$\Delta h_i = 0,09; 0,13; 0,08; 0,2; 0,8; 0,44; 0,08; 0,6 \text{ км};$$

$$v_i = 1,9; 2,12; 2,85; 4,15; 5,6; 5,0; 3,8; 5,5 \text{ км/с}.$$

Теоретические годографы, использованные для расчетов, имеют переменную протяженность

$$x = 0,1; 0,28; 0,7; 1,0; 1,6; 2,2; 2,2; 2,2 \text{ км}.$$

На рис. 3, б приведены графики, аналогичные графикам рис. 3, а. Следует отметить, что особенность распределения пластовых скоростей в рассматриваемой модели ($S_k < 0$ и $E < 0$) обусловили отрицательный знак погрешности $v_{\text{ср}}$ при расчете по формуле (35). В случае использования формулы (30) отмечается существенное увеличение точности определения средней скорости до границ верхней части разреза.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гурвич И. И. Сейсморазведка. Издание 2-е, переработанное и дополненное. М., «Недра», 1970. 552 с. с ил.
2. Леви А. Н. Эффективные скорости и годографы отраженных волн для слоистых сред с негоризонтальными границами раздела. — «Прикладная геофизика», вып. 76. М., «Недра», 1974, с. 69—77 с ил.
3. Пузырев Н. Н. Интерпретация данных сейсморазведки методом отраженных волн. М., Гостехиздат, 1959. 440 с. с ил.
4. Ризниченко Ю. В. Геометрическая сейсмика слоистых сред. — «Труды института теоретической геофизики», т. II, вып. 1. М. изд. АН СССР, 1946. 112 с. с ил.
5. Урунов А. К. Изучение скоростей в сейсморазведке. М., «Недра», 1966. 223 с. с ил.
6. Brown R. J. Normal moveout and velocity relations for flat and dipping beds and for long offsets. — «Geophysics», vol. 34, № 2, 1969, pp. 180—195, il.
7. Shah P. M. Use of wavefront curvature to relate seismic data with subsurface parameters. — «Geophysics», 1973, vol. 38, № 5, pp. 812—825, il.

УДК 550.834

Г. Г. ШТЕЙНБЕРГ

АЛГОРИТМ КОРРЕЛЯЦИИ ВОЛН НА ВРЕМЕННОМ РАЗРЕЗЕ

Корреляция волн на временном разрезе включает их выделение, сопоставление и отождествление по совокупности динамических и кинематических признаков, а также прослеживание отождествленных волн. Результатом корреляции является разделение сигналов на исходной записи на коррелируемые и некоррелируе-

мые. При последующей обработке и интерпретации, как правило, используют только отождествленные волны, прослеженные на достаточно протяженных участках профиля. Эта часть информации считается полезной, а остальная часть исключается из рассмотрения.

Приятие решения о полезности той или иной части исходной информации является ответственным моментом этапа корреляции. Этот вопрос приобретает особую остроту в районах со сложным глубинным строением (большие углы наклона границ, криволинейные границы, дизъюнктивные нарушения и т. д.), где корреляция во временной области неоднозначна и затруднена. В этих условиях принимать решения о полезности той или иной части исходной информации желательно на последующих этапах обработки, в частности, после преобразования элементов временного разреза в элементы глубинного разреза.

С рассматриваемых позиций известные алгоритмы прослеживания волн не в полной мере являются удовлетворительными. Так, например, в алгоритме, приведенном в работе Г. В. Матвеевко¹, ставится задача выделить последовательность волн, относящихся к одному и тому же горизонту. При такой постановке задачи появляются альтернативные варианты корреляции. Выбор одного варианта сопровождается отбрасыванием остальных, т. е. фактическим принятием решения. В упомянутом алгоритме проверка альтернативных вариантов даже при ограниченном числе сопоставляемых параметров элементов требует существенных затрат времени ЭВМ. Эти затраты велики еще и вследствие технологических особенностей программ, реализующих подобные алгоритмы: при достаточно протяженных профилях попытка отождествить и проследить волны, относящиеся к одному горизонту, в условиях ограниченного объема оперативной памяти неизбежно приводит к многократному обращению к внешним запоминающим устройствам для ввода одной и той же информации — массивов параметров элементов временного разреза. Отметим также, что «погоризонтное» представление результатов корреляции волн усложняет технологию последующей обработки и вывода результатов посредством внешних аналоговых устройств типа фотопостроителя.

Значительно более благоприятная ситуация возникает при постановке задачи отсеивания несопоставляющихся волн и сохранения для последующей обработки или вывода оставшихся, сопоставляющихся волн. Ниже предлагается алгоритм отсеивания элементов временного разреза, не сопоставляющихся с другими элементами при заданных правилах сопоставления.

¹ Матвеевко Г. В. Алгоритм прослеживания регулярных волн в методе РНП. — «Изв. АН СССР. Сер. Физика Земли», 1969, № 6, с. 40—49 с ил.

Сопоставимость элементов временного разреза оценивается на ограниченном участке xx профиля, протяженность которого выбирается в зависимости от сложности сейсмогеологического разреза и волновой картины. Этот участок включает в себя $n = \Delta x / \Delta x$ равномерно расположенных по профилю баз наблюдений (Δx — расстояние между центрами баз). На сопоставимость в пределах выбранного участка испытываются элементы, относящиеся к центральной базе участка, имеющей номер $k = (n + 1)/2$ при n нечетном или $k = n/2$ при n четном. Таким образом, процедура сопоставления в пределах участка производится в обе стороны от центральной базы наблюдений.

Сопоставление проводится с использованием кинематических параметров t (время) и δt (приращение времени на базе наблюдений), характеризующих каждый элемент временного разреза. Процедура сопоставления состоит в следующем.

С использованием параметров элемента временного разреза, расположенного на центральной базе k , в предположении прямолинейности отражающей границы на участке сопоставления рассчитываются прогнозные значения этих параметров на соседних $(k + m)$ -х базах наблюдений, входящих в рассматриваемый участок,

$$\begin{aligned} t_{k+m}^i &= t_k^i + l \delta t_k^i, \\ \delta t_{k+m}^i &= \delta t_k^i. \end{aligned} \quad (1)$$

Здесь t_k^i и δt_k^i — время и приращение времени для некоторого элемента i на центральной базе k ; t_{k+m}^i и δt_{k+m}^i — прогнозные значения времени и приращения времени для этого элемента на базе $k + m$ [$m = \pm 1, \pm 2, \dots, \pm \frac{n-1}{2}$ при нечетном n или $m = \pm 1, \pm 2, \dots, \pm (\frac{n}{2} + 1), \frac{-n}{2}$ при четном n]; $l = \frac{x_{k+m} - x_k}{\delta x}$ — коэффициент, учитывающий взаимное расположение сопоставляемых баз, имеющих координаты центров x_k и x_{k+m} и длину δx .

Далее на каждой из $k + m$ баз наблюдений ищут элемент временного разреза, удовлетворяющий условию

$$\begin{aligned} |t_{k+m}^i - t_{k+m}^j| &\leq \Delta t, \\ |\delta t_{k+m}^i - \delta t_{k+m}^j| &\leq \Delta \delta t, \end{aligned} \quad (2)$$

где t_{k+m}^j и δt_{k+m}^j — значения времени и приращения времени для некоторого текущего элемента временного разреза j на базе $k + m$; Δt и $\Delta \delta t$ — допустимые различия между прогнозными и фактическими параметрами, при которых элементы считаются сопоставимыми.

Если на некоторой базе найден элемент, удовлетворивший условию (2), то поиск на этой базе прекращается и производится переход на следующую базу. Результаты сопоставления i -того

элемента временного разреза, взятого на центральной базе, с другими элементами на заданном участке сопоставления накапливаются в четырех счетчиках:

— счетчик $c_{L, P}$ всех баз, где найдены элементы, удовлетворяющие условию (2); этот счетчик характеризует интервал прослеживаемости волны (горизонта на временном разрезе) в пределах исходного участка сопоставления;

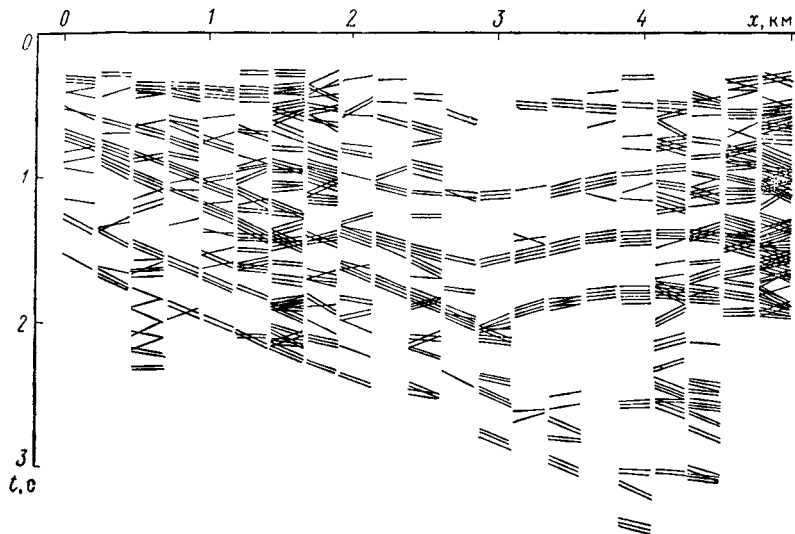


Рис. 1. Исходный временной разрез РНЦ

— счетчики c_L и c_P баз наблюдений, которые соответственно расположены слева или справа от центральной базы и на которых найдены элементы, удовлетворяющие условию (2), эти счетчики характеризуют прослеживаемость волны в одну сторону от центра исходного участка сопоставления;

— счетчик c_0 соседних баз наблюдений, где сопоставимые элементы не найдены, он характеризует протяженность разрывов в прослеживании горизонтов на временном разрезе.

В счетчики c_L, P, c_L и c_P заносится также и центральная база наблюдений. Анализ содержимого указанных счетчиков приводит к выбору окончательного решения о сопоставимости элементов временного разреза. Положительное решение — центральный элемент оставляется для последующей обработки — принимается при удовлетворении одного из условий

$$\left. \begin{aligned} c_L &= k, \\ c_P &= k \text{ при } n \text{ четном,} \\ c_P &= k - 1 \text{ при } n \text{ нечетном} \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

или одновременном удовлетворении соотношений

$$c_{L, P} \geq \frac{\Delta x_{\min}}{\delta x}, \quad c_0 \leq \frac{\Delta x_{0 \max}}{\delta x}, \quad (4)$$

где Δx_{\min} — минимально допустимый интервал прослеживаемости в пределах исходного участка сопоставления; $\Delta x_{0 \max}$ — максимально допустимый интервал разрыва корреляции в пределах участка сопоставления.

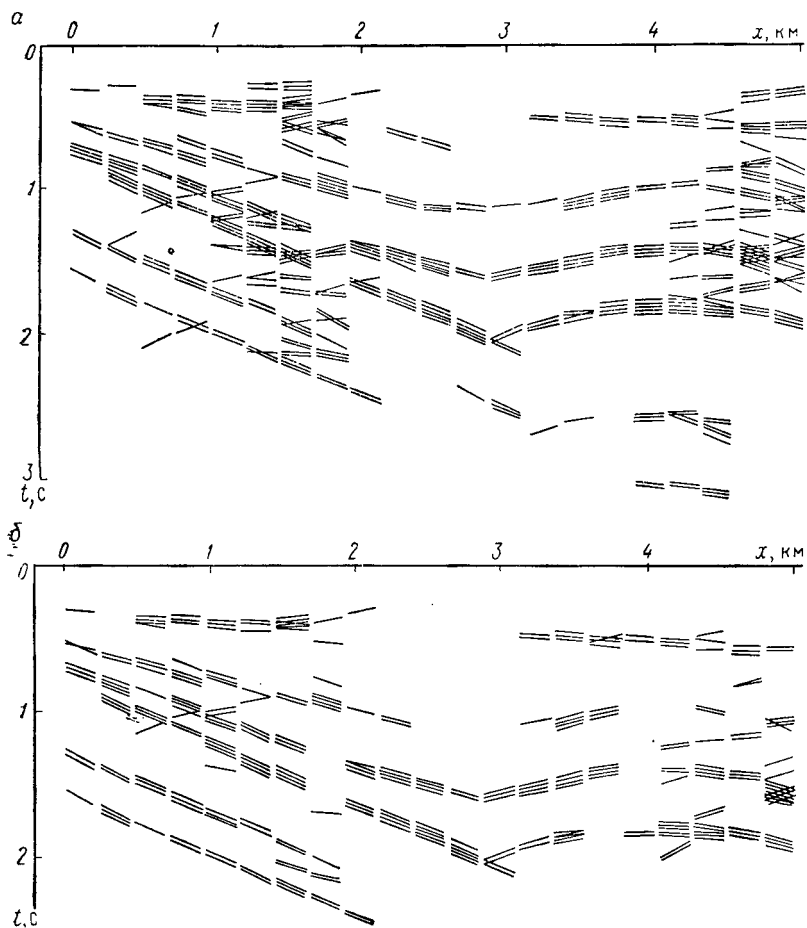


Рис. 2. Временные разрезы после процедуры сопоставления.
 Параметры обработки: а — $xx = 660$ м, $\Delta x_{\min} = 440$ м, $\Delta x_{0 \max} = 220$ м, $\Delta t = 20$ мс, $\Delta \delta t = 20$ мс; б — $xx = 1100$ м, $\Delta x_{\min} = 1100$ м, $\Delta x_{0 \max} = 0$, $\Delta t = 20$ мс, $\Delta \delta t = 20$ мс

При невыполнении условий (3) или одного из условий (4) принимается отрицательное решение: центральный элемент не передается на последующую обработку. Однако он используется

при оценке сопоставимости в случаях, когда центральными базами наблюдений служат уже другие базы. Легко видеть, что условие (4) обеспечивает прослеживание элементов временного разреза при наличии разрывов в корреляции; условие (3) — прослеживание «начинающихся» или «заканчивающихся» горизонтов, не допуская их обрыва.

По окончании сопоставления всех элементов, имеющих на центральной базе, с элементами на базах, расположенных в пределах исходного для оценки сопоставимости участка xx , этот участок сдвигается по профилю на одну базу наблюдений и процедура сопоставления повторяется.

На основе рассмотренного алгоритма составлена программа ¹ на ФОРТРАНе (для ЭВМ БЭСМ-6 и М-222), которая была опробована на модельном материале. Описание модели (рис. 1) приведено в указанной выше работе Г. В. Матвеевко. Некоторые результаты опробования при различных параметрах обработки представлены на рис. 2 в качестве свидетельства работоспособности алгоритма.

УДК 550.834

Л. И. МИНЦ, Ю. П. ШВАРЦМАН

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОПЕРАТОРОВ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОГО ПРИЕМА ВОЛН

В настоящее время применяется много различных операторов интерференционного приема регулярных волн, использующих интегрирование суммарных трасс. Характеристики этих операторов довольно близки и сравнивать их свойства на реальном материале трудно. В данной работе предложена методика оценки эффективности операторов по результатам обработки теоретических сейсмограмм, моделирующих интерференцию двух регулярных волн в смеси с нерегулярным шумом. По этой методике проведено сравнение эффективности различных операторов интерференционного приема в задаче разделения регулярных волн при наличии нерегулярного шума. Предложен ряд новых операторов, обладающих более высокой эффективностью разделения регулярных волн.

ОПИСАНИЕ МОДЕЛЬНЫХ СЕЙСМОГРАММ

Одиночная модель образуется в виде 12-канальной сейсмограммы, содержащей сумму двух падающих регулярных волн и случайного фона. Обе регулярные волны имеют прямолинейные

¹ В составлении, отладке и опробовании программы участвовала Л. И. Зорина.