

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бейтмен Г., Эрдейи А. Высшие трансцендентные функции. Т. 1. М., «Наука», 1973. 294 с. с ил.
2. Большая С. Ф. О приближенном представлении годографа отраженных волн в случае многослойной покрывающей среды. — «Прикладная геофизика», вып. 15. М., Гостехиздат, 1956, с. 3—14 с ил.
3. Денисов С. М. Приближенное уравнение годографа отраженной волны для горизонтально-слоистой среды. — «Уч. зап. Пермского гос. ун-та», 1972, № 292, с. 103—105 с ил.
4. Левин А. Н. Приближенные представления годографа отраженными волн для горизонтально-слоистой покрывающей среды. — «Прикладная геофизика», вып. 77. М., «Недра», 1975, с. 48—55 с ил.
5. Отклонение годографа отраженных волн для горизонтально-слоистой среды от гиперболы. — «Геология и геофизика», 1969, № 11, с. 82—89. Авт.: Н. Н. Пузырев, К. Н. Володина, Г. Н. Лебедева, Л. Р. Токмулина.
6. Пузырев Н. Н. Использование закона тангенсов при решении некоторых задач геометрической сейсмологии. — «Геология и геофизика», 1962, № 11, с. 86—94 с ил.
7. Рыжик И. М., Градштейн И. С. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. М., Гостехиздат, 1951. 464 с.
8. Урунов А. К. Изучение скоростей в сейсмозаземке. М., «Недра», 1966. 212 с. с ил.
9. Taner T. M., Kochler F. Velocity spectra — digital computer derivation and application of velocity functions. — «Geophysics», 1969, vol. 34, No 6, p. 859—881, il.

УДК 550.834.5.053 : 681.3

В. М. ГУРЬЯНОВ, Е. А. КАРЕВ,  
М. В. ПЯТНИЦЫНА

### ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СЕЙСМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ ПО МЕТОДУ ОГТ В СЛУЧАЕ КРИВОЛИНЕЙНЫХ ГРАНИЦ ОТРАЖЕНИЯ

Многократное сейсмическое профилирование с последующим суммированием записей по способу общей глубинной точки (ОГТ) получило широкое распространение при проведении геофизических работ с целью открытия нефтяных и газовых месторождений. Применение метода ОГТ позволило выделить отражения от горизонтов, представляющих разведочный интерес, там, где другие модификации МОВ оказались бессильными из-за высокого уровня помех.

За последние годы появился ряд комплексов программ обработки сейсмических наблюдений по методу ОГТ на ЭВМ. Эти комплексы хорошо работают на материалах, полученных в платформенных условиях, когда отражающие границы горизонтальны или имеют небольшие наклоны. В условиях солянокупольной

тектоники, когда некоторые горизонты, например соль, существенно криволинейны и круто наклонены, а пласты неоднородны, очень часто наблюдается слабая эффективность существующих комплексов программ. Не улучшают дела и такие, пока еще дорогие, средства, как цифровая пространственно-временная фильтрация сейсмических записей. Основной причиной неудач в этом случае является большое несоответствие модели среды, заложенной в алгоритмах обработки, т. е. слоисто-неоднородной среды с плоскопараллельными границами раздела между слоями, реальной среде. Более совершенной моделью для условий солянокупольной тектоники, естественно, является слоисто-неоднородная среда с криволинейными границами раздела между слоями.

Рассмотрим этот способ подробнее. В основе кинематики слоисто-неоднородной среды с плоскопараллельными границами раздела  $R$  между слоями лежат уравнения сейсмических лучей:

$$x = x_0(\xi) - \int_{z_0(\xi)}^z \frac{pv(z) dz}{\sqrt{1-p^2v^2(z)}}; \quad (1)$$

$$t = \tau_0(\xi) - \int_{z_0(\xi)}^z \frac{dz}{v(z)\sqrt{1-p^2v^2(z)}}. \quad (2)$$

Здесь  $x = x_0(\xi)$ ,  $z = z_0(\xi)$ ,  $\tau = \tau(\xi)$  — обобщенный годограф вступления сейсмических волн на дневную поверхность [7];  $v = v(z)$  — скорость распространения сейсмических волн, как функция  $z$ , кусочно-непрерывная, допускает разрывы первого рода;  $x, z$  — координаты луча;  $t$  — время пробега волны вдоль луча. В случае, если в формулах (1) и (2)  $\xi$  — длина дуги, то лучевой параметр

$$p = x'_0 \tau'_0 + z'_0 \sqrt{\frac{1}{v^2} - \tau_0'^2}. \quad (3)$$

В формуле (3) штрих обозначает дифференцирование по параметру  $\xi$ .

После ввода статических поправок, т. е. приведения к линии  $z = 0$ , выражения (1)–(3) принимают вид

$$x = \xi - \int_0^z \frac{\tau'v dz}{\sqrt{1-\tau'^2v^2}}; \quad (4)$$

$$t = \tau(\xi) - \int_0^z \frac{dz}{v(z)\sqrt{1-\tau'^2v^2(z)}}, \quad (5)$$

так как в этом случае  $p = \tau'$ .

На основании теоремы о среднем значении интеграла выражения (4)–(5) можно записать следующим образом:

$$x = \xi - \frac{\tau' v_1 z}{\sqrt{1 - \tau'^2 v_1^2}}; \quad (6)$$

$$t = \tau(\xi) = \frac{z}{v_2 \sqrt{1 - \tau'^2 v_2^2}}. \quad (7)$$

Здесь  $v_1 = v(z_1)$ ,  $v_2 = v(z_2)$ ,  $(z_1, z_2) \in [0, z]$  — средние значения скорости  $v(z)$ , в общем случае не равные между собой, так как подынтегральные функции в (4) и (5) различны.

Приравнивая правые части (4) и (6), (5) и (7) и разрешая полученные равенства относительно  $v_1$  и  $v_2$ , получаем

$$v_1 = \left[ p^2 + \frac{z^2}{\left( \int_0^z \frac{v \, dz}{\sqrt{1 - p^2 v^2}} \right)^2} \right]^{-1/2}; \quad (8)$$

$$v_2 = \begin{cases} \left[ \frac{1}{2p^2} \left[ 1 \pm \sqrt{1 - \frac{4p^2 z^2}{\left( \int_0^z \frac{dz}{v \sqrt{1 - p^2 v^2}} \right)^2}} \right]^{1/2} \right]^{1/2} & \text{при } p \neq 0, \\ \frac{z}{\int_0^z \frac{dz}{v}} & \text{при } p = 0. \end{cases} \quad (9)$$

В случае горизонтально-слоистой среды с однородными слоями мощностью  $h_i$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) и пластовыми скоростями в них  $v_i$  ( $i = 1, 2, \dots, N$ ) формулы (8), (9) принимают вид

$$v_1 = \left[ p^2 + \frac{z^2}{\left( \sum_{i=1}^N \frac{v_i h_i}{\sqrt{1 - p^2 v_i^2}} \right)^2} \right]^{-1/2}; \quad (10)$$

$$v_2 = \begin{cases} \left[ \frac{1}{2p^2} \left[ 1 \pm \frac{4p^2 z^2}{\left( \sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_i \sqrt{1 - p^2 v_i^2}} \right)^2} \right]^{1/2} \right]^{1/2} & \text{при } p \neq 0, \\ \frac{z}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_i}} & \text{при } p = 0. \end{cases} \quad (11)$$

Сравнивая между собой средние значения скоростей  $v_1$  и  $v_2$ , замечаем, что они различны по величине и зависят от  $p$  и  $z$ . Геометрически введение средних значений скоростей  $v_1$  и  $v_2$  означает следующее. Формула (4) описывает кривую в плоскости  $xOz$  в функции параметра  $\xi$  и представляет собой луч, проходящий через точку  $x = \xi$  слоистой неоднородной среды. Формула (5) дает время пробега фронта волны вдоль луча. Зафиксируем точки  $A(\xi, 0)$  и  $B(x(z), z)$  (рис. 1). Заменяя слоистую неоднородную среду некоторой однородной и переходя от пластовых скоростей к средним, получаем сейсмический луч в виде прямой линии. Уравнением этой прямой является формула (6) с угловым коэффициентом, зависящим от среднего значения скорости  $v_1$ .

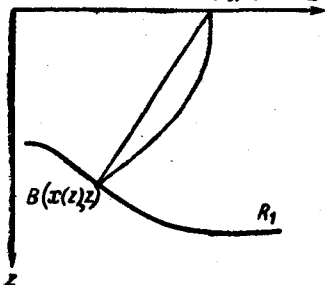


Рис. 1. Ход лучей в среде.

$R_1$  — граница раздела сред

с учетом среднего значения скорости  $v_2$  определяется формулой (7).

В случае горизонтальной отражающей границы и малых удалений пункта приема ПП от источника колебаний ПВ ( $p = 0$ ) формулы (10) и (11) принимают вид

$$v_1 = \frac{\sum_{i=1}^N v_i h_i}{z}; \quad (12)$$

$$v_2 = \frac{z}{\sum_{i=1}^N \frac{h_i}{v_i}}. \quad (13)$$

В методе ОГТ для расчета кинематических поправок при определении средней скорости обычно пользуются формулой (13).

Если границы криволинейны или наклонены,  $v_1$  и  $v_2$  будут меняться вдоль профиля наблюдения вследствие изменения отражающей границы, поэтому  $p \neq 0$  и  $v_1 \neq v_2$ .

Чтобы учесть криволинейность отражающих горизонтов при обработке сейсмических данных по методу ОГТ, профиль обычно разбивают на участки, в пределах которых  $v_{cp}$  не изменяется. Такой подход позволяет получать хороший временной разрез, но построить глубинный разрез по подобранным средним скоростям не удается. Известно, что в этом случае отражающие горизонты получаются с разрывами на границах участков и искаженными глубиной и наклоном.

В [3] решена задача о трансформации линейных годографов отраженных волн с использованием представления этих годографов в виде функции  $\tau(\xi, \eta)$ , где  $\xi$  и  $\eta$  — координаты соответ-

твенно приемника и источника колебаний на плоскости  $z = 0$ . Пересечение поверхности  $\tau(\xi, \eta)$  определенными плоскостями и последующая проекция линий пересечения на координатную плоскость  $\tau_0 \xi$  позволяет получить почти все виды годографов, соответствующих различным модификациям сейсморазведки (рис. 2).

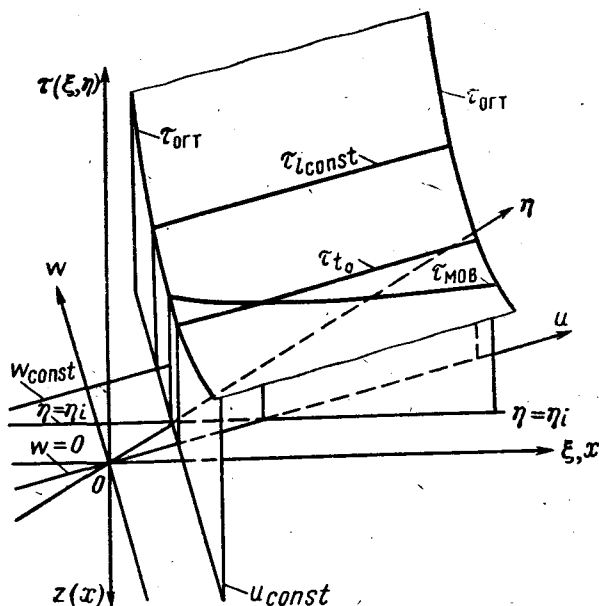


Рис. 2. Поверхность годографа  $\tau(\xi, \eta)$  и его сечение различными плоскостями.

$\tau_{МОВ}$ ,  $\tau_{OГТ}$ ,  $\tau_{t_0}$  и  $\tau_{i const}$  — соответственно линейные годографы МОВ, ОГТ, линия нулевого времени  $t_0$  и линия  $\tau_{i const}$ , полученные в результате сечения поверхностного годографа плоскостями  $\eta = \text{const} = \eta_i$ ,  $v = \text{const}$ ,  $w = 0$  и  $w = \text{const}$

Так как годографы, приведенные на рис. 2, лежат на одной поверхности  $\tau(\xi, \eta)$ , уравнение которой известно, можно установить взаимосвязь между годографами и осуществить трансформацию одного годографа в другой. Полученные в [3] аналитические выражения для трансформации криволинейных границ в линии  $t_0$  и годограф ОГТ позволяют в каждом конкретном случае оценивать эффективность метода ОГТ.

В результате изучения свойств годографа ОГТ для некоторых типов криволинейных границ (купол, мулда, флексура) выяснилось, что годографы ОГТ могут быть функциями многозначными, ограниченными, либо вовсе не существуют вблизи центра суммирования. Между составляющими годограф ОГТ участками кривых возможны расфазировки, превышающие период колебаний.

Обычно при расчете кинематических поправок не учитывается преломление на промежуточных границах. Однако приведенные рассуждения указывают на необходимость тщательного расчета кинематических поправок с учетом криволинейности границ и преломления. Разработана методика обработки сейсмических материалов МОГТ на ЭВМ в предположении, что среда является

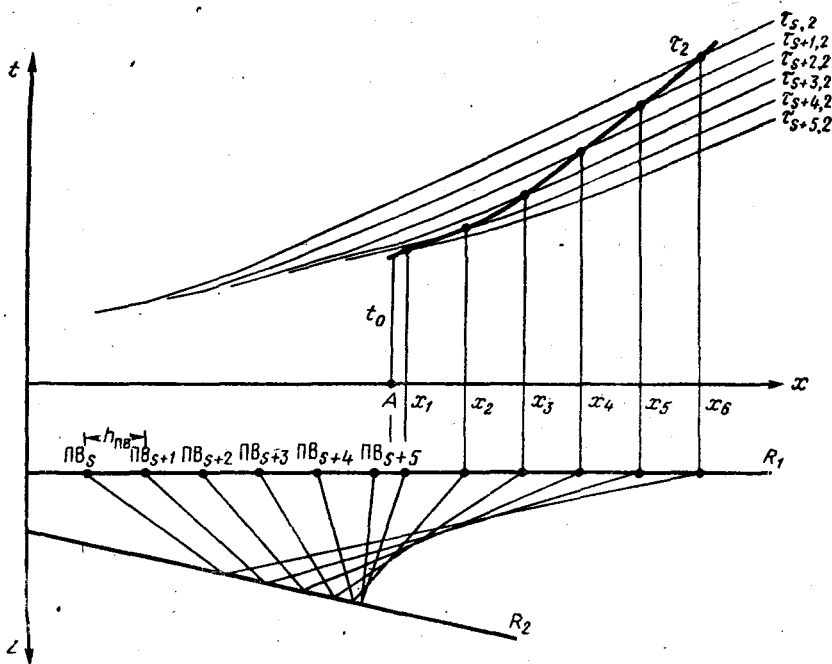


Рис. 3. Построение годографа ОГТ  $\tau_2$  по годографам МОВ  $\tau_{S, 2}, \tau_{S+1, 2}$ .  $R_1, R_2$  — последовательно расположенные границы в разрезе

слоистой неоднородной с границами отражения и подошвой ЗМС произвольной гладкой формы и скоростями, имеющими вертикальный градиент.

Вычисление кинематических поправок базируется на лучевом методе интерпретации годографов сейсмических волн [1]. Алгоритм расчета и ввода кинематических и статических поправок следующий.

Если хорошо изучена ЗМС, то подошву ее можно задать как границу преломления, а промежуточные границы ЗМС — как подслои со своим набором скоростей.

Так как лучи, отраженные от разных границ раздела, подойдут к ЗМС с различными углами и для ЗМС будет осуществлен учет изменения скорости и преломления на ее границах, то для одного и того же ПП будем иметь разные статические поправки за ПП от разных границ раздела. Таким образом, значения статических

поправок за ПВ и ПП входят как составная часть в вычисленные годографы ОГТ.

Если ЗМС изучена плохо, то ввод поправок стандартный — в виде поправок за пункт взрыва и пункт приема на линию приведения.

На временном разрезе однократного непрерывного профилирования (ОНП) или на разрезах ОГТ, полученных по стандартной методике, выделяются линии  $t_{0j}$  ( $j = 1 \div m$ ). По линиям  $t_{0j}$  и пластовым скоростям, полученным по данным сейсмокаротажа или прогнозным, строится [2] предварительный глубинный разрез обрабатываемого профиля —  $m$  отражающих горизонтов  $R_j$ . Ввод значений  $t_0$  с фотоблока производится либо с помощью специального устройства ввода графической информации в ЭВМ, либо с перфокарт. Для каждого ПВ вычисляются значения годографов отраженных волн  $\tau_{sj}$  ( $s = 1 \div N$ ,  $N$  — число ПВ на профиле) от построенных границ  $R_j$  на дневной поверхности в точках ПП последовательным пересчетом годографа с одной границы на другую.

Пересчет годографа  $\tau_{sj}$  с  $R_i$  на  $R_{j+1}$  осуществляется путем решения системы уравнений

$$\left. \begin{aligned} x &= \xi \mp \int_{z_j(\xi)}^z \frac{p_j v_{j+1}(z) dz}{\sqrt{1 - p_j^2 v_{j+1}^2(z)}}; \\ z &= z_{j+1}(x); \\ \tau_{j+1} &= \tau_j(\xi) \mp \int_{z_j(\xi)}^z \frac{dz}{v_{j+1}(z) \sqrt{1 - p_j^2 v_{j+1}^2(z)}} \end{aligned} \right\} \quad (14)$$

относительно неизвестных  $x$ ,  $z$ ,  $\tau$  в функции параметра  $\xi$ , где

$$p_j = \frac{\tau'_j}{1 + z_j'^2} \pm \frac{z'_j}{v_{j+1}(z_j) \sqrt{1 + z_j'^2}} \sqrt{1 - \frac{\tau_j'^2 v_{j+1}^2(z_j)}{1 + z_j'^2}}.$$

Здесь значения  $x$  и  $z$  определяют координаты точки пересечения границы  $R_{j+1}$  и сейсмического луча, исходящего из точки границы  $R_j$  с абсциссой  $\xi$ ;  $\tau_{j+1}(x, z)$  — значение годографа в точке пересечения.

Построение годографа ОГТ для любого центра суммирования из годографов МОВ, отраженных от одной границы, не составляет труда. На рис. 3 показаны годографы  $\tau_{s, 2}$ ,  $\tau_{s+1, 2}$ , ... волн, отраженных от  $R_2$ , с источниками колебаний ПВ<sub>s</sub>, ПВ<sub>s+1</sub> ... , и годограф ОГТ  $\tau_2$  для центра суммирования А. Для  $m$  отражающих горизонтов каждому центру суммирования будут соответствовать  $m$  годографов ОГТ. В центрах суммирования определяются значения  $t_0$  от  $R_j$ .

В результате описанного выше алгоритма для каждой трассы каждого центра суммирования  $A$  получается  $m$  значений годовых ОГТ  $\tau_j$  ( $j = 1 \div m$ ) от заданных границ (рис. 4,  $a$ ). Для центра суммирования  $A$  также получено  $m$  значений  $t_{0j}$ .

Опишем алгоритм ввода поправок. Поскольку ввод статических поправок за ПВ и ПП был разобран выше, будем говорить только о вводе кинематических поправок. Процесс ввода этих поправок в трассу заключается в формировании новой трассы из исходной следующим образом.

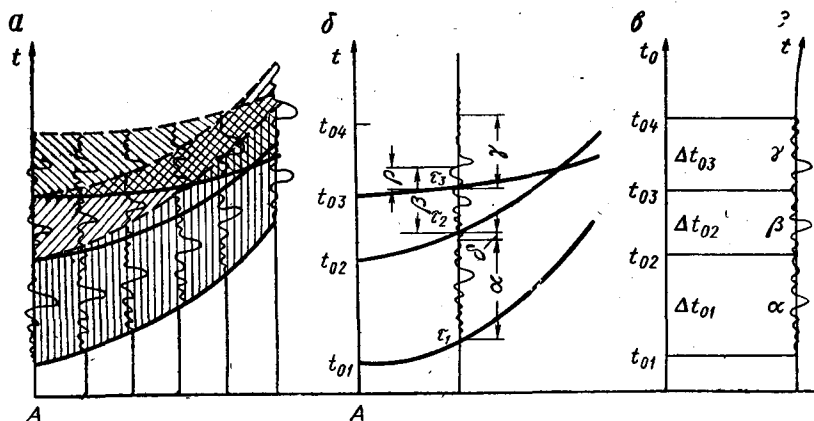


Рис. 4. Схема ввода кинематических поправок.

$a$  — годовые ОГТ для центра суммирования  $A$ ;  $b$  — трасса центра суммирования  $A$ , в которую вводится кинематическая поправка;  $e$  — значение линий  $t_0$  в центре суммирования  $A$ ;  $z$  — трасса с введенной кинематической поправкой. Штриховкой показаны участки трасс, имеющие одинаковую кинематическую поправку

На рис. 4,  $a$  показаны трассы, подобранные по ОГТ ( $\Sigma 6$ ) для центра суммирования  $A$ . Ширина полос, имеющих одинаковую кинематическую поправку (показаны штриховкой), определяется значением  $\Delta t = t_{0j} - t_{0j+1}$ . Жирными линиями выделены линии первых вступлений трех годовых ОГТ. Из исходной трассы (рис. 4,  $b$ ), начиная со времени  $\tau_1$ , вырезается отрезок  $\alpha = \Delta t_{01}$ , который помещается на время  $t_{01}$  (рис. 4,  $z$ ); затем вырезается отрезок  $\beta = \Delta t_{02}$ , начиная с времени  $\tau_2$ , и помещается на время  $t_{02}$ . Отрезок трассы  $\delta$  (см. рис. 4,  $b$ ) на сформированной трассе (см. рис. 4,  $z$ ) отсутствует, так как  $\Delta t_{01} < \tau_2 - \tau_1$ , т. е. произошло смещение исходной трассы на величину этого отрезка. Следующий отрезок  $\gamma = \Delta t_{03}$  вырезается, начиная с времени  $\tau_3$ , и помещается на время  $t_{03}$ . Отрезок  $\rho = \tau_2 + (\beta - \tau_3)$  находится на формируемой трассе как в  $\beta$ , так в  $\gamma$  отрезках, т. е. происходит растяжение трассы на величину  $\rho$ .

Проделанная операция повторяется для каждой трассы центра суммирования  $A$ . В результате получаем шесть трасс с введенной



кинематической поправкой, аналогичных трассе, приведенной на рис. 4,  $\varepsilon$  при шестикратном суммировании.

Описываемый алгоритм позволяет вводить кинематическую поправку и за область пересечения годографов ОГТ.

Трассы с введенными кинематическими поправками получаются как бы склеенными из отрезков исходных трасс вдоль значений  $t_0$ . Чтобы подчеркнуть места склеек в трассах с введенными поправками один 2-миллисекундный отсчет принимается

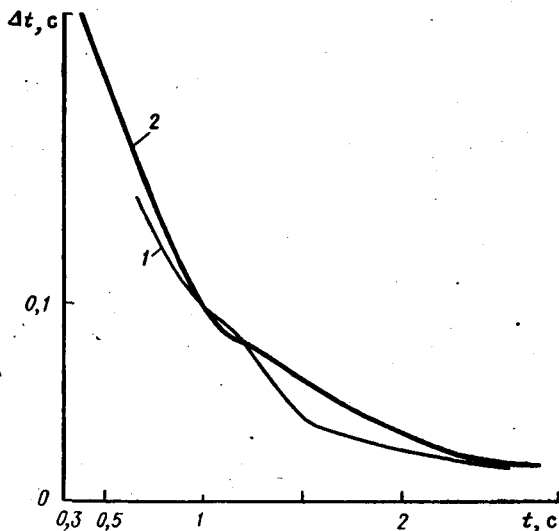


Рис. 5. Кривые кинематических поправок для  $x_{\max} = 1150$  м, полученные: 1 — по стандартной системе обработки, 2 — по предлагаемому алгоритму

равным нулю. На полученных после суммирования временных разрезах образуются линии склейки, по которым можно судить о правильности заложенных представлений об обрабатываемом профиле. Поскольку не исключена возможность того, что годографы ОГТ не существуют для некоторых центров суммирования от каких-либо границ, а также для того, чтобы в этих случаях не суммировать помехи, производится суммирование с весом. Значения весов задаются по границам на определенный участок профиля. Отрезок трассы, имеющий вес, равный нулю, не включается в суммирование, зато соответствующие участки других трасс этого центра суммирования суммируются с большим весом. Аналогом такого суммирования на временах, соответствующих глубоким отражениям, может служить суммирование по косусу [5].

В заключение можно сказать следующее.

Описанный выше алгоритм расчета кинематических поправок позволяет вводить эти поправки практически с любого времени  $t_0$

(рис. 5, кривая 2,  $t_0 = 0,35$  с, что соответствует первой отражающей границе), не изменяя формы отрезков трассы, участвующих в суммировании (отсутствует обычное растяжение). В стандартной системе обработки [6, 8] время начала ввода кинематических поправок равно 0,7 с (см. рис. 5, кривая 1).

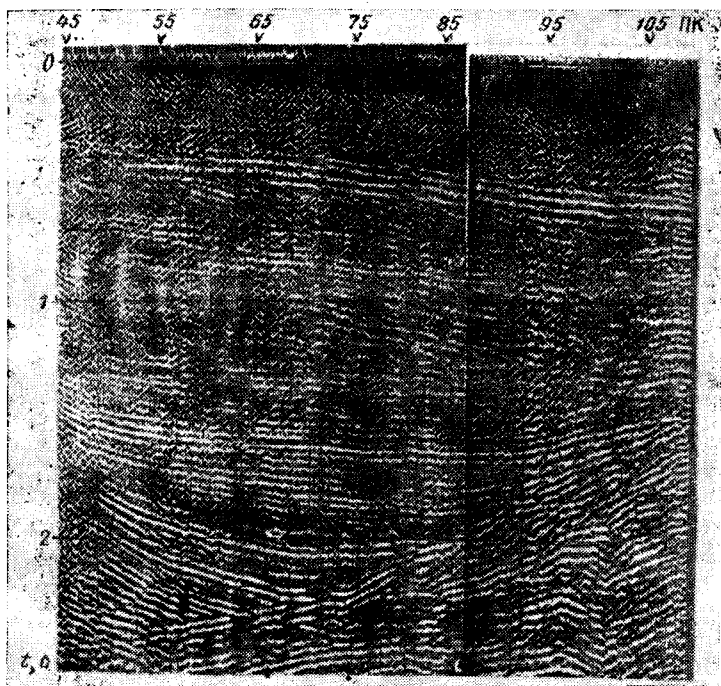


Рис. 6. Временной разрез ОГТ ( $\Sigma 6$ ), полученный по стандартной системе обработки

Осуществлена возможность суммирования за область пересечения годографов ОГТ, принадлежащих одному центру суммирования. При необходимости может быть отбракована как целая трасса, так и отдельные ее участки.

При расчете годографов отраженных волн, из которых затем формируются годографы ОГТ, среда предполагается неоднородной и учитывается преломление на промежуточных границах раздела. Алгоритм позволяет осуществлять также обработку лишь одного интересующего интерпретатора горизонта, например рассчитывать годографы ОГТ только для поверхности соли.

По описанному алгоритму составлены программы расчета и ввода кинематических поправок и суммирования в последовательности ОГТ. Обработка материалов с использованием этих

программ позволила получить временной разрез (рис. 6), отличающийся от разреза при стандартной системе обработки (рис. 7) лучшим сохранением деталей строения исследуемой толщи.



Рис. 7. Временной разрез ОГТ ( $\Sigma 6$ ), полученный по предлагаемому алгоритму

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гурьянов В. М. Обратная задача геометрической сейсмологии для отраженных волн в случае зависимости скорости от двух переменных. — *Изв. АН СССР. Сер. Физика Земли*, 1968, № 5, с. 37—48.
2. Гурьянов В. М., Захарова В. А. Трансформация линии в глубинный разрез. Государственные фонды алгоритмов и программ, № П000949, 1974.
3. Гурьянов В. М., Карева О. В. Трансформация линейных годографов отраженных сейсмических волн. — В кн.: *Применение ЦВМ и средств вычислительной техники в геологии и геофизике*. Саратов, Изд-во Саратовского гос. ун-та, 1974, с. 53—67 с ил.
4. Гурьянов В. М., Пятницкая М. В., Карев Е. А. Система обработки сейсмического материала, полученного по способу ОГТ для ЭВМ БЭСМ-4. Математическое обеспечение цифровой обработки данных сейсморазведки на ЭВМ (Материалы семинара на ВДНХ, июль 1973). М., ВНИИГеофизика, ротапринт, 1974, с. 40—48 с ил.
5. Левянт Б. В., Помазкин В. А. Способ обработки сейсмических записей. Авт. свид. 261722. — *Изобретения, промышленные образцы и товарные знаки*, 1970, № 5, с. 99.

6. Мешбей В. И. Сейсмороведка методом общей глубинной точки. М., «Недра», 1973. 153 с ил.

7. Ризниченко Ю. В. Геометрическая сейсмика слоистых сред. — «Труды Ин-та теоретической геофизики», т. II, вып. 1. М., Изд-во АН СССР, 1946. 100 с. с ил.

8. Специализированная система обработки сейсмических данных ОС-2. Библиотека программ для обработки геофизических данных. М., ВНИИГеофизика, ротационт, 1974. 184 с. с ил. Авт.: И. А. Мушин, Р. И. Феллер, Б. К. Фролов и др.

УДК 550.834.5

В. И. МЕШБЕЙ, Г. А. БОГДАНОВ

## ДВУМЕРНЫЙ РАЗНОВРЕМЕННЫЙ АНАЛИЗ СЕЙСМОГРАММ ОГТ

Разновременный анализ сейсмограмм ОГТ по вееру гипербол (парабол) является основной операцией, обеспечивающей определение фиктивных скоростей  $v_{\text{ОГТ}}$ , которые в последующем могут быть пересчитаны в скорректированные кинематические поправки либо в скоростную модель среды. В рамках гиперболической аппроксимации годографа ОГТ разновременный анализ следует рассматривать как способ определения кинематических параметров отраженных волн на сейсмограммах ОГТ. Фиктивная скорость  $v_{\text{ОГТ}}$  является единственным параметром, полностью определяющим годограф ОГТ отраженной волны на данном времени  $t_0$ . Поэтому схематически поиск волны сводится к одномерному перебору значений  $v_{\text{ОГТ}}$  и анализу сейсмической записи по вееру гипербол [3, 4, 6, 7]

$$t_r(x) = \sqrt{t_2^0 + \frac{x^2}{v_{\text{ОГТ}r}^2}}, \quad (1)$$

параметром которых является  $v_{\text{ОГТ}r}$ .

В практике обработки сейсмических данных многократных перекрытий наибольшее применение получили две модификации одномерного разновременного анализа сейсмограмм ОГТ по вееру гипербол (парабол) — вертикальные и горизонтальные спектры. При построении вертикальных спектров криволинейный анализ проводится по всей сейсмограмме ОГТ с шагом  $\Delta t_0$ , близким к видимому периоду колебаний полезной волны. Результатом анализа является последовательность кривых зависимости суммарной энергии (либо ее эквивалента<sup>1</sup>) от  $v_{\text{ОГТ}}$  для  $t_0 = \alpha \Delta t_0$ ,

<sup>1</sup> Иногда вместо энергии в данном гиперболическом окне измеряется отношение сигнал/помеха [2], псевдоэнергия, коэффициент подобия, отношение энергии к дисперсии [1, 7] и т. д.