

УДК 550.834

. ГЕОФИЗИКА

Х. Г. Давтян

Алгоритм построения сейсмического разреза по данным МОВ с помощью ЭЦВМ

(Представлено академиком АН Армянской ССР А. Г. Назаровым 24/XI 1971)

Рассматривается  $m$ -слойная горизонтально-слоистая среда с постоянными значениями скоростей в каждом  $i$ -ом слое.

Даны  $2d_j$  — величины расстояний от пункта взрыва до  $j$ -ых точек наблюдений,  $j = 1, 2, \dots, n$  где зарегистрированы  $2t_{ij}$  — времена прихода волн отраженных от  $i$ -ых границ раздела  $i = 1, 2, \dots, m$ .

Требуется по данным  $d_j$  и  $t_{ij}$  построить сейсмический разрез.

Очевидно, на каждой  $i$ -ой границе раздела, соответственно выбранной системе наблюдений, состоящей из  $n$  точек регистраций, будут существовать  $n$  точек отражений.

Поставим целью соответственно данным  $t_{ij}$  определить значения  $H_{ij}$ -глубин точек отражений.

Введем в рассмотрение  $x_{ij}$  величины кратчайших расстояний от пункта взрыва до отдельных точек отражений. Представим  $X(x_{ij}) = (x_{11}, x_{12}, \dots, x_{mn})$  как набор переменных.

Далее, как и в (1), по формуле

$$v_{i,j+1} = \sqrt{\frac{d_{j+1}^2 - d_j^2}{t_{i,j+1}^2 - t_{ij}^2}},$$

вычислим значения средних скоростей по направлениям лучей.

Располагая значениями  $v_{ij}$  и  $t_{ij}$  определим величины  $b_{ij}$  — путей волн по направлению лучей.

Исходя из физической сущности задачи, ввиду наличия преломлений, очевидно, величины  $b_{ij}$  больше соответствующих  $x_{ij}$ .

Поэтому; формально вводя достаточно малые  $\epsilon > 0$  и обозначив  $b'_{ij} = b_{ij} - \epsilon$ ;  $d'_j = d_j + \epsilon$  можем записать

$$b'_{ij} \geq x_{ij} \geq d'_j. \tag{1}$$

Затем вычислим  $\Delta V_{i,j+1}$

$$\Delta V_{i,j+1} = V_{i,j+1} - V_{ij}.$$

Поскольку в горизонтальной слоистой среде  $V_{i,j+1} > V_{ij}$ , то

$$\frac{x_{i,j+1}}{t_{i,j+1}} - \frac{x_{ij}}{t_{ij}} = \Delta V_{i,j+1} > 0. \quad (2)$$

Исходя из законов распространения сейсмических волн, можно утверждать, что согласно принципу Ферма величины  $b_{ij}$  стремятся достигнуть величины  $x_{ij}$ .

Поскольку, мощности исследуемых слоев неизвестны, то, естественно, каждому конкретному значению  $b_{ij}$ , может соответствовать бесчисленное множество значений  $x_{ij}$ , удовлетворяющих (1).

Однако, при фиксированных  $b_{ij}$  удовлетворение принципу Ферма требует устремления  $x_{ij}$  к их максимально возможным значениям. Поэтому, составив линейную форму:

$$L(x_{ij}) = x_{11} + x_{12} + \dots + x_{mn} \quad (3)$$

будем разыскивать максимум этой формы при одновременном удовлетворении (1) и (2).

Тогда, считая (3) целевой функцией, а (1) и (2) областью определения значений  $x_{ij}$  легко заметить, что тем самым рассматриваемая задача сводится к моделям задач, решаемых на выявление оптимума.

Итак, получена следующая математическая постановка задачи:

выявить

$$\max \sum_{i=1}^m \sum_{j=1}^n x_{ij}$$

при

$$\left\{ \begin{array}{l} -\frac{x_{ij}}{t_{ij}} + \frac{x_{i,j+1}}{t_{i,j+1}} = \Delta V_{i,j+1} \\ i = 1, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n-1 \\ b_{ij} \geq x_{ij} \geq d_j \\ i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \end{array} \right.$$

Как известно, для решения аналогичных задач используются вычислительные методы линейного программирования<sup>(2)</sup>, которые хорошо реализуемы на ЭЦВМ. Применяя эти методы к решению данной задачи, определим значения  $x_{ij}$  и далее, по формуле

$$H_{ij} = V \sqrt{x_{ij}^2 - d_j^2}$$

величины  $H_{ij}$ —глубин точек отражений.

В целях испытания данной математической постановки задачи были решены несколько примеров на ЭЦВМ «Раздан-3». При этом исходными данными были взяты  $d_j$  и  $t_{ij}$  соответствующие двухслойной горизонтальной слоистой среде. Глубина отражающей поверхности  $H_{21}$  была взята равной 1700 м., размеры баз наблюдений 0,6  $H_{21}$ .

Задача решалась симплекс-методом для случая двухсторонних ограничений. Несмотря на малое количество точек наблюдений (всего

12) точность определения  $X_{2j}$  оказалась достаточно высокой. В частности при расстояниях взрыв—прибор, находящихся в пределах размеров глубины исследования, погрешность достигала лишь 2%.

При этом, соответственно теории решения задач линейного программирования с двухсторонними ограничениями, при каждой реализации алгоритма значение одной переменной оказывалось равным одному из ограничивающих ее пределов. Отбрасывая значения этих переменных рассчитывались  $H_{2j}$  для случая  $j=1, 2, \dots, n$ .

Полученные таким образом результаты почти совпадали с реальными значениями искомым глубин точек отражения.

Вычислительный центр  
Академии наук Армянской ССР  
и Ереванского государственного  
университета

Է. Գ. ԴԱՎԹՅԱՆ

Սենյամիկ կտրվածքի կառուցման ալգորիթմն էլեկտրոնային  
հաշվիչ մեխենաների օգնությամբ

*Աշխատանքում տրված է բաժանման սահմանների խորութիւնների հայտնաբերման խնդրի նոր մաթեմատիկական դրվածքը:*

*Այդ խնդրի լուծումը հանգեցնում է հայտնի հաշվողական եղանակներին, որոնք կիրառվում են գծային ծրագրավորման մեջ:*

*Քանի որ վերջիններս լավ իրականացվում են էլեկտրոնային թվային հաշվիչ մեքենաների վրա, հետևաբար առաջարկված է մի ալգորիթմ, որը կարելի է կիրառել սենյամիկ տվյալների մեքենայական վերամշակման ժամանակ:*

#### Л И Т Е Р А Т У Р А — Գ Ր Ա Կ Ա Ն Ո Ւ Ք Յ Ո Ւ Ն

1 Х. Г. Давтян, ДАН УССР. Серия Б, № 6, 1972. 2 Д. Б. Юдин, Е. Г. Гольштейн. Линейное программирование, «Физматгиз», М., 1963.