

УДК 528.2

Член-корреспондент НАН РА А. Г. Багдоев

Уточнение таблицы для геодезического предвестника землетрясений

(Представлено 16/I 2003)

Задача определения геодезического предвестника землетрясений при наличии разлома, вдоль которого заданы касательные перемещения, решена в [1]. Пусть ось x направлена по нормали к разлому, ось y вдоль него. В [1] сформулирована модельная задача для разлома с использованием дифференциального уравнения движения среды на разломе, приведенного в [2]. Решение этого уравнения позволяет записать условие при $x=0$ для компоненты перемещения по оси y в виде [1]

$$V(y,0) = \begin{cases} V_0 - V_0 e^{-\alpha(y-a)}, & a < y < \infty \\ 0, & -a < y < a \\ V_0 - V_0 e^{\alpha(y+a)}, & y < -a \end{cases} \quad (1)$$

где $2a$ есть ширина зацепления блоков, постоянная α должна быть определена, V_0 - крипповые перемещения.

$V(y,x)$ есть нечетная функция x , поэтому вместо (1) можно взять удвоенное значение для скачка $V(y,0)$ на берегах разлома [3].

Решение уравнений статической теории упругости при условии (1) находится сверткой от решения Эшелби [3] в виде [1], $x \geq 0$,

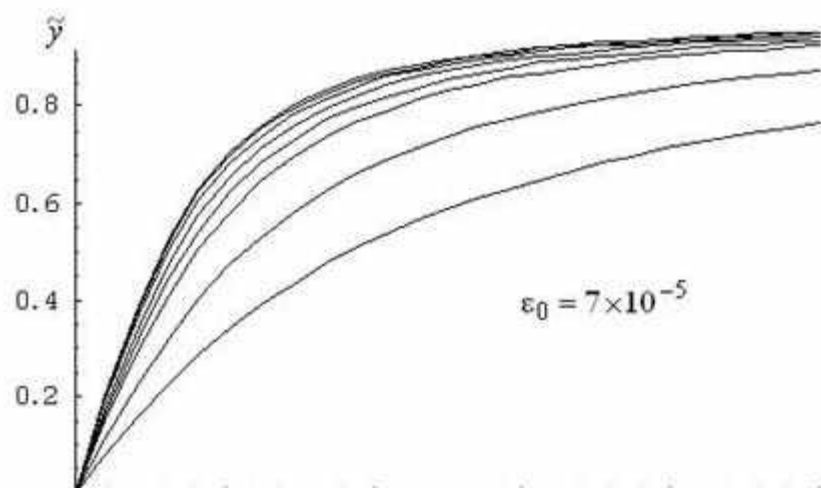
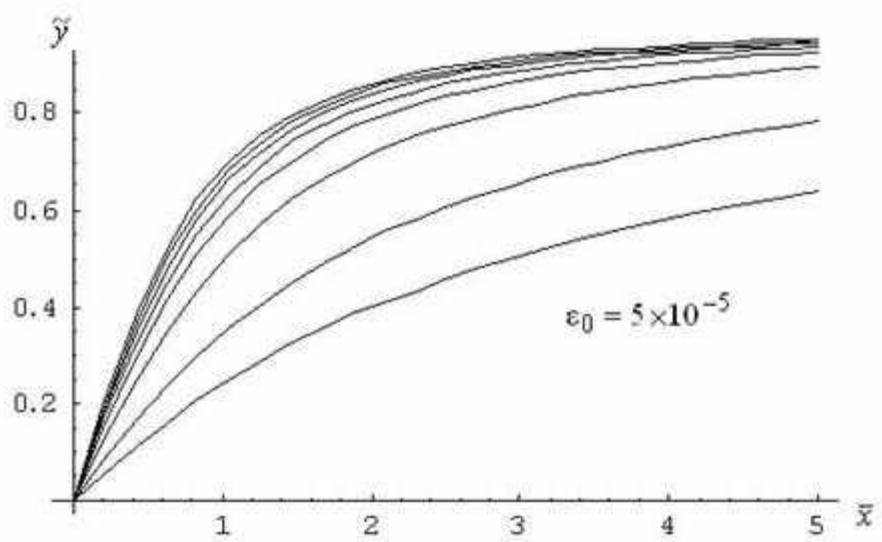
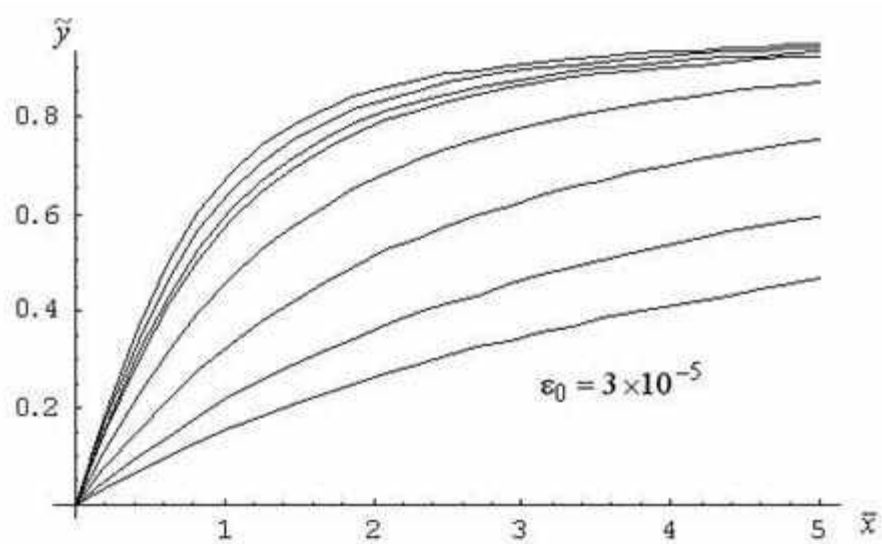
$$V(x,y) = \frac{\alpha V_0}{\pi} \int_0^\infty \left\{ \operatorname{arctg} \frac{x}{a-y+y'} + \frac{a_0^2 - b^2}{a_0^2} \frac{\frac{x}{a-y+y'}}{1 + \frac{x^2}{(a-y+y')^2}} + \right. \quad (2)$$

$$\begin{aligned}
& + \arctg \frac{x}{a+y+y'} + \frac{a_0^2 - b^2}{a_0^2} \frac{\frac{x}{a+y+y'}}{1 + \frac{x^2}{(a+y+y')^2}} \Bigg\} e^{-\alpha y'} dy'; \\
U(y,x) = & \frac{\alpha V_0}{2\pi} \frac{b^2}{a_0^2} \int_0^\infty \ln \frac{(a+y+y')^2 + x^2}{(a-y+y')^2 + x^2} e^{-\alpha y'} dy' + \frac{\alpha V_0}{\pi} \left(1 - \frac{b^2}{a_0^2} \right) \times \\
& \times \int_0^\infty \left\{ \frac{x^2}{(a-y+y')^2 + x^2} - \frac{x^2}{(a+y+y')^2 + x^2} \right\} e^{-\alpha y'} dy',
\end{aligned} \tag{2}$$

M	$\varepsilon_0 \times 10^5$	$\tilde{y}_{\min}$	$\frac{V_0}{a_0} \times 10^5$	$\bar{\alpha}$	α , KM	α , 1/KM
5	3	0.986	0.2	4.85	4.15	1.17
5.6		0.95	0.333	4.49	7	0.64
6.1		0.885	0.5	4.37	12.5	0.349
6.7		0.85	0.9	1.61	22	0.073
7.2		0.76	1.2	1.27	37.5	0.034
7.8		0	1.8	1.22	65	0.02
8.4		0	2.8	0.4034	115	0.00351
8.9		0	3.2	0.30237	205	0.00148

5	5	0.996	0.2	5.9	4.15	1.42
5.6		0.984	0.333	5.27	7	0.75
6.1		0.976	0.5	3.4	12.5	0.272
6.7		0.958	0.9	1.79	22	0.081
7.2		0.93	1.2	1.42	37.5	0.038
7.8		0.87	1.8	0.99	65	0.015
8.4		0.6	2.8	0.87	115	0.0076
8.9		0.4	3.2	0.85	205	0.0041

5	7	0.999	0.2	16.68	4.15	4.02
5.6		0.99	0.333	6.95	7	0.99
6.1		0.978	0.5	6.15	12.5	0.492
6.7		0.97	0.9	2.54	22	0.12
7.2		0.96	1.2	1.95	37.5	0.052
7.8		0.93	1.8	1.26	65	0.02
8.4		0.8	2.8	1.08	115	0.0094
8.9		0.75	3.2	0.97	205	0.0047



где U есть компонента перемещения по оси x , a_0 и b есть скорости продольных и поперечных упругих волн.

Следуя [1], найдем деформацию на разломе в виде $\varepsilon = [(\partial V)/(\partial x)] + [(\partial U)/(\partial y)]$, $\varepsilon(y, 0) = \varepsilon_0$,

$$\varepsilon_0 = \frac{V_0}{2\alpha} \frac{4}{\pi} \bar{\alpha} \int_0^{\infty} \left(\frac{1}{1 - \tilde{y} + \bar{y}} + \frac{1}{1 + \tilde{y} + \bar{y}} \right) e^{-\alpha y'} dy', \quad (3)$$

где введены безразмерные величины $\tilde{y} = [y/a]$, $\bar{\alpha} = \alpha a$, $\bar{y}' = [(y')/a]$.

Можно показать, используя ветвь арктангенса $\arctg(-x) = \pi - \arctg x$, что (2) удовлетворяет условиям (1).

Поскольку для типичных землетрясений значения минимальной деформации на разрыв известны [4,5], а именно $\varepsilon_0 = 3 \cdot 10^{-5}$; $5 \cdot 10^{-5}$; $7 \cdot 10^{-5}$, можно задавать $[(V_0)/2a]$ и из (3) найти параметр α закладки данного землетрясения. При этом, в отличие от [4], α зависит также от координаты $y = y_{\min}$, начиная с которой возможен разрыв. В [1] это значение $y_{\min}$ для заданного землетрясения находится из упрощенного уравнения (3), записанного для больших $\bar{\alpha}$ из требования, чтобы в окрестности $y = y_{\min}$ кривая $\bar{\alpha}(y)$ была медленно меняющейся. В настоящей работе это требование сохраняется, но применяется оно к точному уравнению (3).

В результате получаются значения $\bar{\alpha}$ и α , которые качественно, но не количественно согласуются с данными [1,4] и приведены в таблице.

По ориентировочным данным $\bar{\alpha}$ или $\alpha = [(\bar{\alpha})/a]$ из таблицы можно построить графики функции $V(0, x)$ для разных $[(V_0)/2a]$, α , а и путем сравнения с предполагаемыми опытными данными найти α для данного землетрясения, а магнитуду (m) определить по таблице или по известным формулам [3-8]. Эти кривые приведены на рисунке, где $\bar{x} = [x/a]$. При этом верхние кривые соответствуют большим значениям $\bar{\alpha}$, взятым из таблицы. Другие методы предсказания землетрясений рассмотрены в [6-8].

Предположим теперь, что значения $\bar{\alpha}$ меняются от года к году и определим время, прошедшее с начала подготовки землетрясения. Пусть t_0 есть данный момент времени, например $t_0 = 2003$ год. По измерениям на местности, приведенным выше, которые сравниваются с данными рисунка, найдем значения $\bar{\alpha}_1$, $\bar{\alpha}_2$, $\bar{\alpha}_3$ при $t = t_0$, $t = t_0 + 1$, $t = t_0 + 2$.

Уравнение прямой регрессии

$$\bar{\alpha} = At + B. \quad (4)$$

Постоянные A и B находятся из минимума величины

$$y = (At_0 + B - \bar{\alpha}_1)^2 + (At_0 + A + B - \bar{\alpha}_2)^2 + (At_0 + 2A + B - \bar{\alpha}_3)^2 \quad (5)$$

в виде

$$A = -\frac{\bar{\alpha}_1 - \bar{\alpha}_3}{2}, \quad A < 0, \quad B = -At_0 - A + \frac{1}{3}(\bar{\alpha}_1 + \bar{\alpha}_2 + \bar{\alpha}_3). \quad (6)$$

Проведем прямую (4) плоскости $t, \bar{\alpha}$ и обозначим через $t = \beta$ значение начала закладки процесса.

В качестве естественного предположения считаем, что для всех видов землетрясений, для которых $\bar{\alpha}_{1,2,3}$ находятся для моментов $t_0, t_0 + 1$ и $t_0 + 2$ указанным выше способом, начальные значения $\bar{\alpha}(\beta) = \alpha^0$ одинаковы.

Пусть для одного землетрясения значение момента закладки β_0 известно. Тогда по нему из (4) можно найти α^0 , а начальные значения $t = \beta$ для остальных строк найдутся подстановкой $\bar{\alpha} = \alpha^0$ в (4), где значения A и B находятся по (6) для каждого $\bar{\alpha}_{1,2,3}$ и t_0 . Тогда $t_0 - \beta$ даст время, прошедшее с момента закладки процесса для данного района
Автор благодарит А. В. Саакяна, проделавшего все расчеты по таблице и графикам.

Институт механики НАН РА

Литература

1. Мовсесян Р. А., Багдоев А. Г., Саакян А. В.- ДНАН Армении. 2002. Т.102. №2. С. 153-158.
2. Мкртчян М. С., Хачикян А. С.- Изв. НАН Армении. Механика. 1995. Т. 48. №1. С. 16-23.
3. Аки К., Ричардс П. Количественная сейсмология. Т. 2. М. Мир. 1983. 880 с.
4. Мовсесян Р. А.- Изв. вузов. Геодезия и аэрофотосъемка. 1999. №1. С. 3-17.
5. Ризниченко Ю. В. В кн.: Исследования по физике землетрясений. М. Наука. 1976. С. 9-27.
6. Григорян С. С. - ДАН СССР. 1989. Т. 306. №5. С. 1083-1087.
7. Рикитаке Т. - Предсказание землетрясений. М. Мир. 1979. 388 с.
8. Хачиян Э. Е.- ДНАН Армении. 2001. Т. 101. №1. С. 66-74.

ՀՀ ԳԱԱ թղթակից անդամ Ա.Գ. Բագդոն

Երկրաշարժերի գեոդեզիական նախանշանի աղյուսակի ճշգրտումը

Դիտարկվում է կտրվածքի շարժման խնդիրը հարթ առաձգական միջավայրի համար: Ստացված է անալիտիկ լուծում և կառուցված է աղյուսակ: Ստացված են տեղափոխությունների գրաֆիկներ:

Նշված տվյալների միջոցով որոշվում են մտցված պարամետրերի արժեքները տվյալ երկրաշարժի համար: Այնուհետև որոշվում է տվյալ երկրաշարժի նախապատրաստման ժամանակը: