

Ю. А. МАМАДАЛИЕВ, В. А. НЕЧАЕВ

О МЕТОДИКЕ ИЗУЧЕНИЯ СЕЙСМИЧЕСКОГО РЕЖИМА
ДЛЯ ЦЕЛЕЙ СЕЙСМИЧЕСКОГО МИКРОРАЙОНИРОВАНИЯ

В статье приводятся сравнительные данные изменения по годам сейсмического режима в двух районах Таджикистана. Указывается на нелинейность среднегодового многолетнего графика повторяемости землетрясений.

В «Инструкции по проведению сейсмического микрорайонирования» [1], в разделе 11, в § 13 рекомендуется изучить «основные закономерности сейсмического режима», оценить «повторяемость землетрясений с различной энергией в очагах», оценить глубины «возможных сильных землетрясений» и «повторяемость 7—9-балльных сотрясений».

В работах по изучению сейсмического режима обычно поступают следующим образом. Собрав сведения за какой-то период (по возможности больший) о количестве землетрясений с различной энергией в том или ином районе, строят по этим данным график повторяемости землетрясений в двойном логарифмическом масштабе. Обычно он бывает близко к линейной зависимости вида:

$$\lg N_k = \lg N_0 - \gamma K, \quad (1)$$

где K — логарифм энергии землетрясения E , выраженной в джоулях ($K = \lg E_{\text{дж}}$) или энергетический класс землетрясения; N_k — количество землетрясений энергетического класса K ; N_0 — количество землетрясений с энергией, принятой за 0 или начало отсчета ($K=0$); γ — угловой коэффициент прямой графика повторяемости.

Первоначально считалось, что угловой коэффициент в пределах ошибок вычислений является величиной постоянной для всей земли и равной 0,43—0,50 или в среднем 0,46. Таким образом, для вычисления срока повторяемости землетрясения данного класса достаточно было в каждом районе найти только $\lg N_0$.

Позже было найдено, что коэффициент γ различен как для отдельных больших зон земного шара [2], так и для отдельных районов в пределах одной геологической зоны [3]. Кроме того, было установлено непостоянство его во времени для одного и того же места [4]. В работах [5, 6] показана так же нелинейность этого графика в области сильных землетрясений, точнее, уменьшение γ с ростом энергии землетрясений.

В связи с этим задача определения сроков повторяемости сильных землетрясений значительно усложняется. Для выявления возможных путей решения этой задачи при переменном угловом коэффициенте γ мы детально изучили изменение по годам сейсмического режима в двух районах Таджикистана. Количество землетрясений различной силы в отдельные годы в этих районах дано в табл. 1 и 2.

Таблица 1
Количество землетрясений разных энергетических классов К для первого исследуемого участка

Год	К					
	8	9	10	11	12	13
1955	26	10	8	2	1	1
1956	68	15	11	2	1	1
1957	52	27	8	7	1	—
1958	32	18	5	1	—	—
1959	30	14	5	1	—	—
1960	41	16	6	1	1	—
1961	46	9	3	1	—	—
1962	31	11	6	1	1	—
1963	59	19	5	1	1	—

Таблица 2
Количество землетрясений разных классов К для второго участка

Год	К						
	7	8	9	10	11	12	13
1955	141	97	24	14	6	2	1
1956	228	91	24	16	5	2	1
1957	192	82	43	12	8	2	—
1958	233	76	34	16	4	2	—
1959	215	58	21	9	2	—	—
1960	234	76	15	9	2	2	—
1961	257	63	27	6	2	—	—

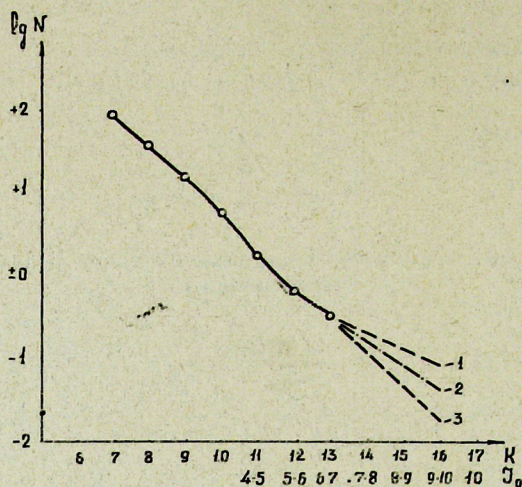
Параметры сейсмического режима, подсчитанные по методу наименьших квадратов по этим данным и ошибки этих вычислений, приведены в табл. 3.

Таблица 3
Значения параметров γ и α и их стандартных ошибок, вычисленных для исследуемого участка

Год	Первый участок				Второй участок	
	γ	α	σ_γ	σ_α	γ	α
1955	0.3051	3,8068	0,037	0,39	0,375	4,866
1956	0.3866	4,7845	0,049	0,52	0,395	5,083
1957	0,4018	4,9971	0,060	0,62	0,386	5,016
1958	0,5071	5,6824	0,070	0,68	0,407	5,189
1959	0,4878	5,4647	0,060	0,59	0,487	5,719
1960	0,4430	5,1488	0,060	0,61	0,444	5,429
1961	0,5465	5,9652	0,040	0,38	0,524	6,008
1962	0,4202	4,6865	0,093	0,94	0,398	4,905
1963	0,4821	5,5707	0,063	0,65	0,481	5,723
Ср. год	0,4424	5,1230	0,059	0,60		

Как видно из табл. 3, параметры сейсмического режима от года к году значительно меняются. Эти изменения нельзя считать ошибками измерений, так как утроенные среднеквадратичные ошибки в определении параметров не превышают максимальные различия в величине этих параметров за отдельные годы.

Хорошо видна нелинейность среднегодового многолетнего графика повторяемости землетрясений (фиг. 1). Таким образом, нелинейность



Фиг. 1. График числа землетрясений различной силы на площади радиусом 35 км вокруг г. Ну-река.

графика повторяемости в области сильных землетрясений подтверждается для больших геологических зон и для малых районов. В этих условиях при расчете сроков повторяемости сильных землетрясений необходимо учитывать уменьшение углового коэффициента с ростом энергии рассчитываемых землетрясений. Для этого необходимо в уравнение (1) ввести поправку на уменьшение γ с ростом K . Это можно сделать, например, таким образом:

$$\lg N_K = \lg N_0 - \gamma_1 K + \gamma_2 K^2 - \gamma_3 K^3. \quad (2)$$

Недостатком уравнения (2) является то, что при нахождении его коэффициентов необходимо иметь сведения о количестве сильных землетрясений за достаточно большой срок в исследуемом районе, чтобы точнее определить коэффициенты γ_1 ; γ_2 ; γ_3 ;... В тех случаях, когда мы не располагаем такими сведениями, можно брать уравнение (1) и самое малое значение коэффициента γ , которое можно найти только по данным о слабых землетрясениях.

В нашем случае наименьшее значение γ было в 1955 г. Расчет повторяемости сильных землетрясений по параметрам этого года дан в табл. 4. Здесь же приведены для сравнения средние фактические сроки повторяемости сильных землетрясений. Как видим, отличия от фактических гораздо меньше при минимальном γ , чем при среднем или максимальном значении γ .

На фиг. 1. показано фактическое число землетрясений N данного класса. В год с эпицентром не далее 35 км от г. Нурека (сплошная ли-

ния) и штриховой линией показаны возможные экстраполяции числа землетрясений 16 класса: 1—линия соответствует повторяемости 1 раз в 12 лет, 2—повторяемости 1 раз в 23 года и 3—один раз в 60 лет.

Таблица 4

Среднестатистические сроки повторяемости сильных землетрясений (в долях года) для первого участка, подсчитанные по инструментальным данным по слабым (1955—1963 гг.) и по сильным землетрясениям (1930—1957 гг.)

Энергетический класс К	По слабым землетрясениям (K=7—13) при различных параметрах			По сильным землетрясениям (K = 12—15)
	максимальные	средние	минимальные	
	$\alpha = 5,85$ $\gamma = 0,54$	$\alpha = 5,26$ $\gamma = 0,35$	$\alpha = 4,15$ $\gamma = 0,45$	
12	1/23	1/1,8	1/1,1	1/2
13	1/15	1/5,5	1/2,5	1/4
14	1/51	1/15	1/5,6	1/7
15	1/224	1/44	1/13	1/14
16	1/630	1/100	1/28	1/26
17	1/2140	1/360	1/63	1/50

ЛИТЕРАТУРА

1. С. В. Медведев, В. И. Бунэ и др. Инструкция по проведению сейсмического микрорайонирования. Тр. Ин-та физики Земли, № 22 (189), 1962.
2. С. А. Соловьев. Общий обзор сейсмичности СССР. В кн.: «Землетрясения СССР», М., 1961.
3. Н. А. Введенская. Обобщение сейсмостатистических данных при сейсморайонировании территории Средней Азии. Тр. Ин-та физики Земли, № 22 (189), 1962.
4. Ю. А. Мамадалиев. Об изменении параметров сейсмического режима во времени. Докл. АН Тадж. ССР, № 2, 1963.
5. И. В. Горбунова. Детальное изучение сейсмичности Северного Тянь-Шаня. Тр. Ин-та физики Земли, № 2. (192), 1962.
6. Н. А. Введенская. Землетрясения Средней Азии. Землетрясения СССР, М., 1961.

Институт сейсмостойкого строительства
и сейсмологии АН Таджикской ССР