

УДК 550.348.136(479.25)

Н. К. КАРАПЕТЯН

СЕЙСМИЧЕСКИЙ РЕЖИМ ТЕРРИТОРИИ ПРОГНОСТИЧЕСКОГО ПОЛИГОНА

Приводятся результаты изучения сейсмичности территории Ереванского сейсмопрогностического полигона по инструментальным и макросейсмическим данным.

Установлены возможные максимальные землетрясения на исследуемой территории.

Проведено изучение сейсмичности региона, ограниченного координатами $\lambda = 43^{\circ}30'$ и $45^{\circ}20'$ восточной долготы и $\varphi = 39^{\circ}30'$ и $40^{\circ}30'$ северной широты, на территории которого намечается организация Ереванского прогностического полигона.

Изучение сейсмичности исследуемой территории по инструментальным данным проведено по результатам наблюдений сейсмических станций с 1932 по 1977 год. В 1931 г. была основана сейсмическая станция «Ереван», а в 1932 г. были организованы станции «Грозный», «Сочи», «Пятигорск» и «Гори». Вместе с ранее открытыми станциями «Тбилиси» (1899 г.) и «Баку» (1903 г.) эти станции образовали сеть Кавказских сейсмических станций, данные наблюдений которых позволяли определять эпицентры Кавказских землетрясений, начиная с 1932 г. Этим и объясняется выбор 1932 года как начала изучения сейсмичности территории Ереванского прогностического полигона по инструментальным наблюдениям.

Составлены две карты эпицентров землетрясений: первая за период времени с 1932 по 1961 гг. (рис. 1) и вторая с 1962 по 1977 год (рис. 2). В 1950 г. были открыты сейсмические станции «Ахалкалаки», «Кировабад», «Нахичевань», «Махачкала» и «Цихис-Джвари», а в 1951 г. станция «Горис». Открытие этих станций значительно повысило количество записываемых землетрясений в исследуемом регионе. Исходя из этого, по-видимому, было бы правильнее составить три карты эпицентров землетрясений, а именно, за 1932—1950 гг., 1951—1961 гг. и 1962—1977 гг. Однако, учитывая, что за период времени с 1932 по 1950 гг. в исследуемом регионе было зарегистрировано всего 17 землетрясений с $K = 9—13$, мы две первые карты объединили в одну.

На обе карты нанесены эпицентры землетрясений с $K \geq 9$. Для второй карты, составленной для периода времени с 1962 по 1977 гг., землетрясения с энергетическим классом $K \geq 9$ являются надежно представительными. На эту карту нанесены также землетрясения с $K = 8—9$. На карте эпицентров, составленной для периода времени с 1932 по 1961 гг., могут

быть пропущены некоторые (незначительное количество) землетрясения с $K=9$ для периода времени с 1932 по 1950 гг.

На карты не нанесены повторные толчки Ереванского и Игдырского землетрясений

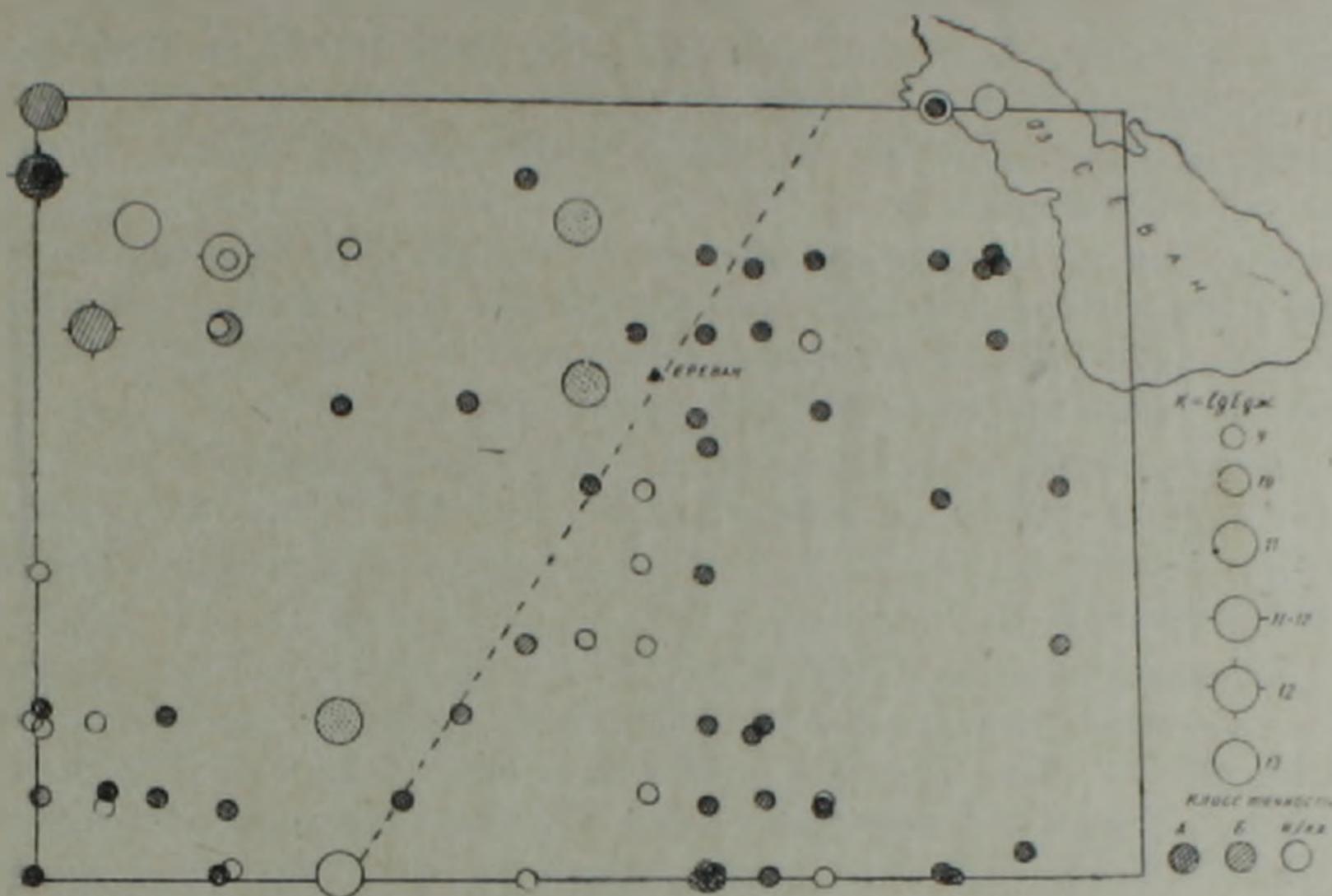


Рис. 1. Карта эпицентров землетрясений за 1932—1961 гг.



Рис. 2. Карта эпицентров землетрясений за 1962—1977 гг.

Согласно составленным картам в исследуемом регионе прослеживаются две сейсмоактивные зоны: одна шириной примерно 50 км про-

ходит с азимутом примерно в 55° с юго-запада исследуемой территории с центром в г. Ереване на северо-восток к северной оконечности оз. Севан. Другая зона ответвляется на юго-западе территории и идет в широтном направлении. В период от 1932 по 1961 гг. (рис. 1) первая зона отличается большей сейсмической активностью, чем вторая зона. Здесь расположены также эпицентры наиболее крупных с $K=13$ землетрясений этого периода: Турецкого 1932 г., Ереванского 1937 г. и Бюраканского 1949 г. При этом, если через Ереван провести прямую вдоль этой зоны (на карте пунктирная линия), то эпицентры всех относительно крупных землетрясений с $K \geq 11$ будут расположены к северо-западу от этой линии, а землетрясения с $K \leq 10$ — юго-восточнее. Во второй сейсмоактивной зоне крупных землетрясений в этот период не произошло, в этой зоне имеются эпицентры землетрясений, в основном, с $K=9$.

Кроме этих двух сейсмоактивных зон на карте эпицентров землетрясений за 1932—1961 гг. в районе Алагеза имеется группа относительно сильных землетрясений с K от 11 по 12, происшедших в течение пяти лет (1936—1940 гг.).

За период времени с 1962 по 1977 гг. в исследуемом регионе произошло одно землетрясение с $K=13$ (Индырское). Эпицентр этого землетрясения с $K=11$ и 6-ти Турецких землетрясений с $K=11$ и $K=12,5$ расположены в первой сейсмоактивной зоне, причем эпицентры этих землетрясений с $K=11—13$ расположены северо-западнее пунктирной линии, проходящей через Ереван с азимутом примерно 55° (рис. 2), а юго-восточнее этой линии находятся только эпицентры землетрясений с $K \leq 10$. Следовательно, на этой карте в первой сейсмоактивной зоне наблюдается такая же картина пространственного распределения землетрясений по силе, что и на карте эпицентров землетрясений за 1932—1961 гг. Во второй сейсмоактивной зоне на карте эпицентров за 1962—1977 гг. (рис. 2) уже имеются эпицентры относительно крупных землетрясений: одного с $K=12,5$, одного с $K=11$ и трех с $K=10$.

Таким образом, сравнивая две построенные карты, можно заключить, что, по-видимому, с течением времени после 1950 г., то есть с середины XX века, имела место миграция очагов крупных землетрясений относительно города Еревана с северо-запада на запад-юго-восток.

Очаги всех землетрясений, нанесенных на карты 1 и 2, залегают в земной коре. Более подробной дифференциации глубин очагов всех землетрясений исследуемого региона пока не произведено.

С целью изучения сейсмического режима территории Ереванского прогностического полигона во времени нами построена карта эпицентров землетрясений с силой от 5 баллов и выше для периода времени от 6 в. до н. э. по 1977 год (рис. 3). Для построения этой карты использованы все макросейсмические данные, приведенные в различных каталогах, литературных источниках и отчетах, а также имеющиеся инструментальные данные по этим землетрясениям. На карте кружками с точками показаны эпицентры землетрясений, происшедших до начала XX века,

а полыми кружками даны эпицентры землетрясений, происшедших после 1900 года. Как следует из карты, на исследуемой территории в XX веке землетрясения с силой 8 и выше баллов не наблюдались.

При сопоставлении карты сильных землетрясений (рис. 3) с двумя предыдущими картами (рис. 1 и 2) можно отметить, что в первой сейсмоактивной зоне на этой карте имеет место иная картина распределения сильных землетрясений, а именно: эпицентры всех 8, 8—9 и 9-балльных землетрясений расположены юго-восточнее пунктирной линии.

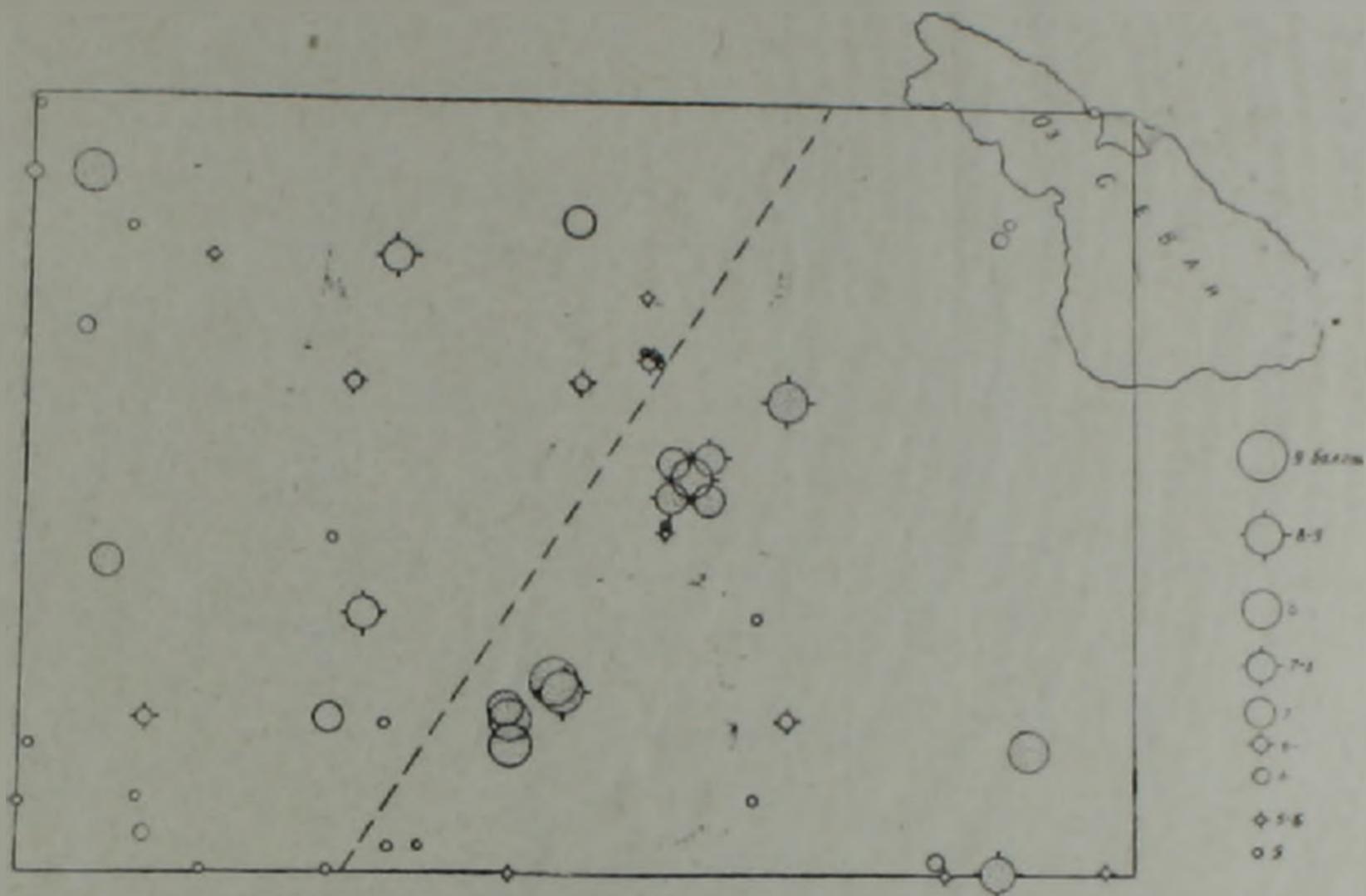


Рис. 3. Карта сильных землетрясений на территории Ереванского прогностического полигона.

Вторая сейсмоактивная зона на этой карте также прослеживается. Однако, в этой зоне имеются более сильные землетрясения, чем в аналогичных зонах на двух предыдущих картах, построенных по инструментальным данным.

С целью изучения распределения числа землетрясений различных энергетических классов составлена таблица 1, где для всего рассмотренного периода времени от бв. до н. э. по 1977 г. даны числа землетрясений от 8—9 по 15 энергетических классов.

В табл. 1 в скобках даны числа афтершоков.

Построены графики изменения годового числа землетрясений за период времени с 1932 по 1977 год. В первом случае (рис. 4а) афтершоки землетрясений не исключены из рассмотрения, т. е. по оси ординат отложены числа всех наблюдавшихся землетрясений с энергетическим классом $K \geq 9$. Во втором случае взяты землетрясения тех же энергетических классов, но при этом повторные толчки исключены из числа землетрясений (рис. 4б).

Таблица 1

Распределение числа землетрясений по периодам времени и энергетическим классам для территории Ереванского прогностического полигона

Г о д ы	Энергетические классы $K = \lg E_{\text{дл}}$													
	8-9	9	9-10	10	10-11	11	11-12	12	12-13	13	13-14	14	14-15	15,5
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
6 в. до н. э.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1-1900	—	—	—	—	1	3	—	—	—	4	4	4	3	—
1901-1931	—	—	—	—	1	9	4	5	2	—	—	—	—	—
1932-1950	—	5	—	4(1)	—	6(3)	3(2)	4(2)	—	3	—	—	—	—
1951-1961	—	63(11)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
1962-1977	15(34)	94(60)	6(1)	22(9)	—	11(6)	(2)	—	2	1	—	—	—	—
Всего	45(34)	162(71)	6(1)	26(10)	2	29(9)	9(4)	9(2)	4	8	4	4	3	1

Согласно графику на рис. 46, с 1932 по 1953 гг. число землетрясений (основных толчков) составляло от 0 до 2. Начиная с 1954 г. на этом графике наблюдается возрастание годового числа землетрясений, которое достигает максимума в 1959 г. Затем начинается постепенный спад числа землетрясений и доходит до 3 в 1977 году.

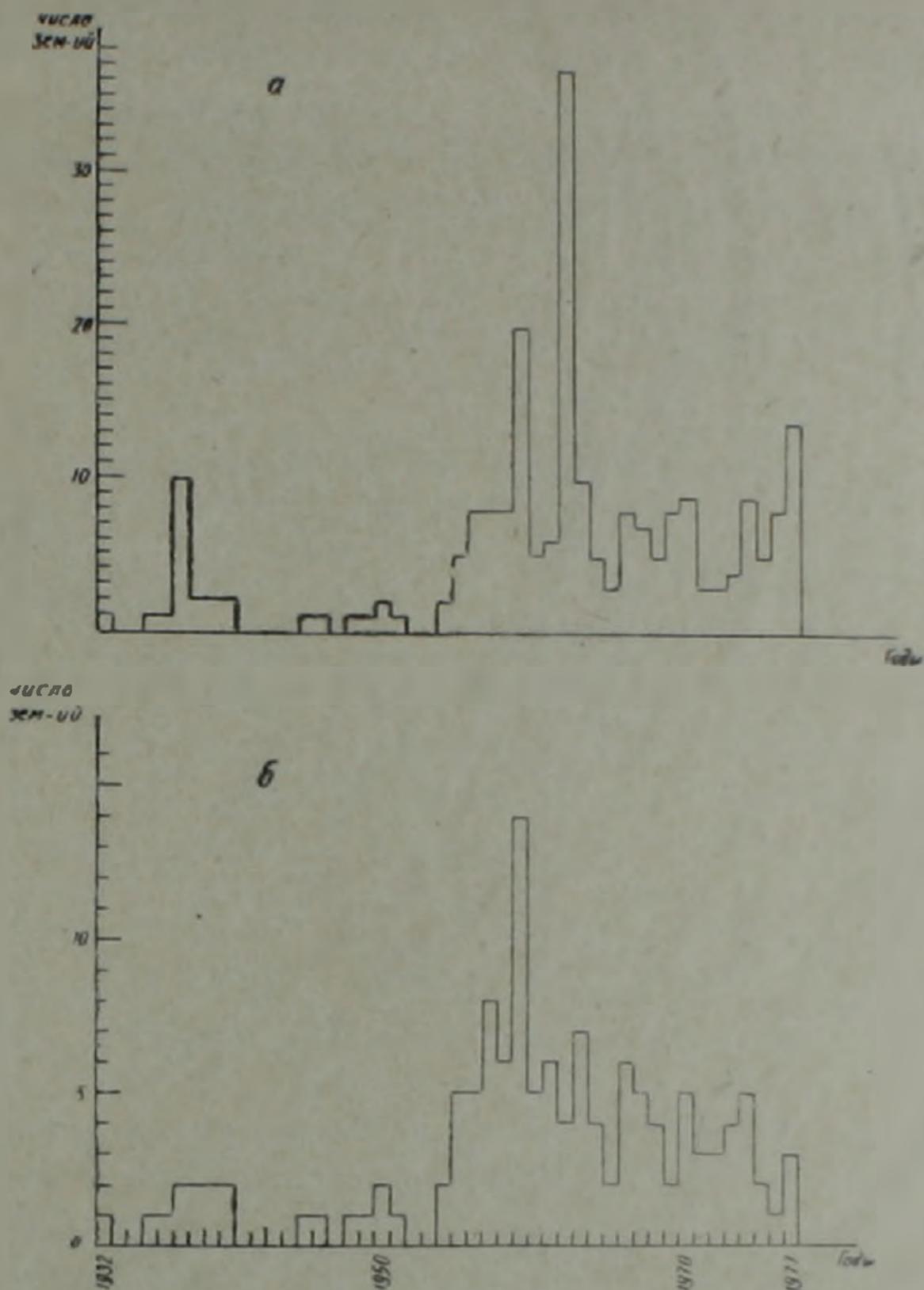


Рис. 4. Изменение годового числа землетрясений за период 1932—1977 гг. а) повторные толчки не исключены, б) повторные толчки исключены.

На графике, представленном на рис. 4 б, максимум годового числа землетрясений приходится на 1962 год, когда произошло Игдырское землетрясение с $K=13$, которое сопровождалось многочисленными афтершоками.

Для исследуемой территории Ереванского прогностического полигона нами построен график повторяемости. График повторяемости строился в билогарифмической системе координат $\lg N^*$, $\lg E_{\text{дж}} = K$. Повторяемость землетрясений N^* нормировалась по площади и по времени, а именно: для каждого энергетического класса бралось число землетря-

сений, приходящееся ежегодно на 1000 кв.км. площади исследуемого региона.

При построении графика повторяемости, с целью увеличения диапазона используемых энергетических классов, каждый энергетический класс K взят за один определенный период времени, в котором данный K является представительным.

Данные об использованных при построении графика повторяемости энергетических классов, периодов их наблюдения, их количестве N повторяемости N^* , нормированной по площади и по времени, приведены в табл. 2. Сведения о 8 энергетическом классе взяты за 1979 год по данным сейсмической станции «Ереван».

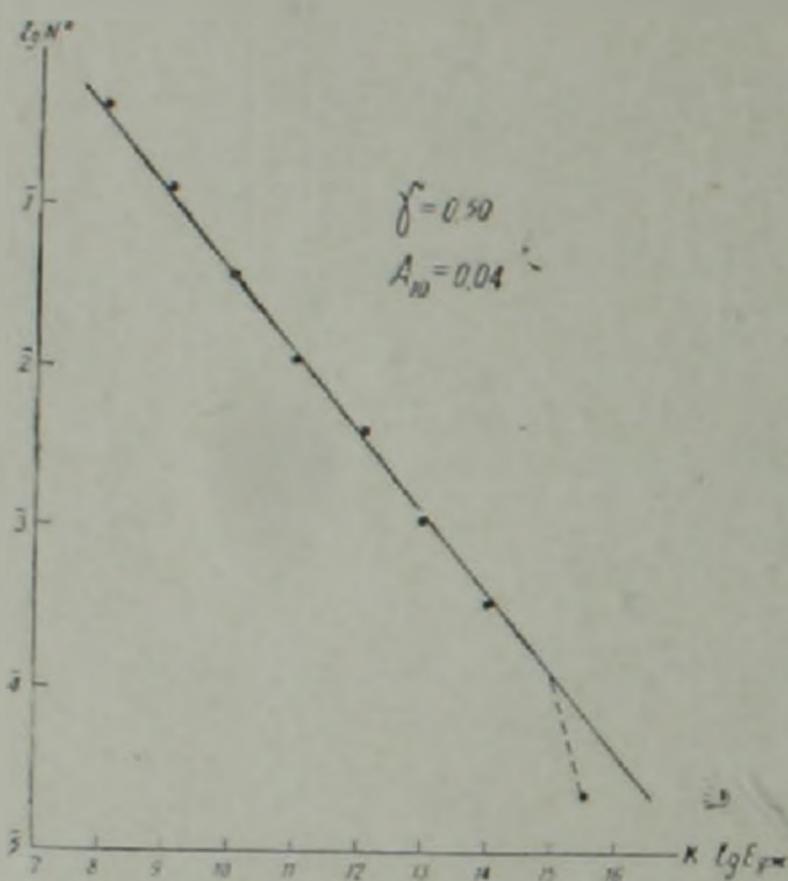


Рис. 5. График повторяемости землетрясений.

График повторяемости строился по методу распределения, т. е. брались поклассовое распределение землетрясений по величине K (рис. 5).

Наклон графика повторяемости получился равным 0.50. За уровень сейсмической активности A принято среднее годовое число землетрясений с энергией, равной 10^{10} Дж, приходящееся на площадь в 1000 кв.км. Этот уровень активности A_{10} , согласно построенному графику повторяемости, равен 0.04.

Используя построенный график повторяемости, определены периоды повторений землетрясений $K=8-15$ энергетических классов на нормированной площади в 1000 кв.км (T_{1000}), а также по всей площади Ереванского прогностического полигона (T_s).

Эти данные приведены в табл. 3

На графике повторяемости наблюдается в правой части отклонение книзу. Согласно графику, максимальным возможным землетрясением для исследуемой территории является $K_{max} = 15.5$. Действительно, на карте максимальных возможных землетрясений для Армянского нагорья,

Таблица 2

Характеристики сейсмической активности

$K = \lg E_{0.ж}$	Период наблюдений	Число землетрясений N	N^*	$\lg N^*$
8	1979 (1 год)	7	0,4053	$\bar{1},6078$
9	1962—1977 (16 лет)	34	0,1230	$\bar{1},0849$
10	1952—1977 (26 лет)	16	0,03563	$\bar{2},5518$
11	1952—1977 (26 лет)	5	0,01114	$\bar{2},0459$
12	1932—1977 (46 лет)	3	0,003776	$\bar{3},5770$
13	1679—1977 (299 лет)	6	0,001152	$\bar{3},0615$
14	139—1977 (1839 лет)	11	0,0003464	$\bar{4},5396$
15,5	550 г. до н. э.—1977 (2527 лет)	1	0,00002291	$\bar{5},3600$

Таблица 3

Периоды повторения землетрясений

$K = \lg E_{0.ж}$	$\lg N^*$	N^*	T_{1000} лет	T_s лет
15	$\bar{4},08$	0,0001202	8333	483
14	$\bar{4},58$	0,0003802	2632	152
13	$\bar{3},07$	0,001175	851	49
12	$\bar{3},57$	0,003715	270	15
11	$\bar{2},07$	0,01175	85	5
10	$\bar{2},56$	0,0363	28	1,6
9	$\bar{1},06$	0,1148	8,7	0,5
8	$\bar{1},56$	0,3548	2,8	0,16

построенной нами ранее, в части Ереванского прогностического полигона имеются изолинии K_{max} , равные 15 и 16 энергетическим классам [1].

Таким образом, на исследуемой территории Ереванского прогностического полигона потенциально возможны землетрясения вплоть до 9—10 баллов.

Ордена Трудового Красного Знамени
Институт геофизики и инженерной сейсмологии
АН Армянской ССР

Поступила 3.III.1980.

Ն. Կ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

ԵՐԵՎԱՆԻ ԱՆՍՏՐԱԿՏՐՈՒԿՆՈՍՏԻԿ ՓՈՐՁԱԴԱՇՏԻ ՍԵՅՍՄԻԿ ՌԵԺԻՄԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Հողվածում բերվում են Երևանյան սեյսմապրոգնոստիկ փորձադաշտի սեյսմոակտիվության ուսումնասիրման արդյունքները:

Աշխատանքի կատարման ընթացքում օգտագործված են բոլոր գոյություն ունեցող գործիքային և մակրոսեյսմիկ տվյալները: Հետազոտվող տարածքի համար որոշված են հնարավոր մաքսիմալ երկրաշարժերը:

N. K. CARAPETIAN

THE SEISMIC REGIME OF THE YEREVANIAN SEISMOPROGNOSTIC PROVIDING GROUND

S u m m a r y

The seismicity investigation results of the Yerevanian seismoprog-
nostic providing ground are brought according to the instrumental and
macroseismic data.

The maximal possible earthquakes are established for the studied
territory.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Карпетян Н. К., Манукян Ж. О.* Карты максимальных возможных землетрясений на территории Армянского нагорья по сейсмологическим данным. Известия АН Арм.ССР, Науки о Земле, № 2, 1977.