

АКАДЕМИЯ НАУК СССР

---

ОРДЕНА ЛЕНИНА ИНСТИТУТ ФИЗИКИ ЗЕМЛИ им. О.Ю. ШМИДТА

# ЭФФЕКТ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

ВОПРОСЫ ИНЖЕНЕРНОЙ  
СЕЙСМОЛОГИИ

Выпуск 22



---

ИЗДАТЕЛЬСТВО «НАУКА»  
МОСКВА  
1982

Т.Г. Раутиан

СПЕКТРЫ УСКОРЕНИЙ ОЧАГОВОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
И ИХ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПО СЕЙСМИЧЕСКОЙ КОДЕ

В сейсмологии используется понятие очаговых спектров смещения  $M(f)$ . Такие спектры свободны от влияния среды и эпицентрального расстояния, а также функции направленности очагового излучения. Они характеризуют очаг как таковой. Очаговый спектр рассматривается, когда параметры очага землетрясения определяются спектральным методом. В области низких ("нулевых") частот очаговый спектр  $M(f)$  численно равен сейсмическому моменту  $M_0$ , который, в свою очередь, определяется произведением площади разрыва  $A$  на среднюю по разрыву подвижку  $\bar{D}$ :  $M_0 = \mu A \bar{D}$ ; здесь  $\mu$  — модуль сдвига среды в очаговой области.

В настоящей работе вводятся в рассмотрение очаговые спектры скорости  $\dot{M}(f) = 2\pi f M(f)$  и очаговые спектры ускорения:  $\ddot{M}(f) = (2\pi f)^2 M(f)$ . Как и  $M(f)$ , они свободны от влияния среды, расстояния и направленности излучения и характеризуют сам очаг землетрясения. Максимум очагового спектра скорости приходится на частоты, на которых излучается основная доля сейсмической энергии. Максимум очагового спектра ускорения лежит в высокочастотной части спектра, а его уровень, по-видимому, в значительной мере определяет (при прочих равных условиях) величину макросейсмического эффекта землетрясения.

По аналогии с  $M_0$ , играющим роль масштабного множителя очагового спектра смещения  $M(f)$  и численно равным его уровню в максимуме, мы вводим величины:  $M_1$ , равную максимуму  $\dot{M}(f)$ , и  $M_2$ , равную максимуму  $\ddot{M}(f)$ . Размерность очагового спектра смещения  $M(f)$  совпадает с размерностью сейсмического момента  $M_0$  и выражается в дин·см. Очевидно, размерность  $\dot{M}(f)$  и  $M_1$  будет дин·см/с, а размерность  $\ddot{M}(f)$  и  $M_2$  — дин·см/с<sup>2</sup>.

Чтобы определять очаговые спектры землетрясений, мы используем методику, опирающуюся не на прямые волны, а на сейсмическую коду, т. е. на рассеянные сейсмические колебания, формирующие хвостовую часть сейсмограммы. Этот метод обоснован и описан в работах [1, 2]. Здесь мы дадим лишь краткое его описание.

Основным экспериментально установленным свойством коды является существование устойчивой асимптотической формы огибающих  $A_f(t)$ , различной для разных частот, но не зависящей от магнитуды землетрясения и положения очага в пределах некоторого региона. Огибающие реальных землетрясений совпадают по форме с асимптотой при временах  $t$ , больших времени пробега доминирующей волны (поперечной или релеевской) не менее чем в 2–3 раза. Это позволяет характеризовать интенсивность коды в данном интервале частот одним числом: ординатой стандартной (асимптотической) огибающей, которая совмещена с кривой, по данным наблюдений, при условном фиксированном времени ( $t = 100$  с) (рис. 1). Совокупность значений  $A_{100}(f)$ , полученных для некоторого набора частот, мы называем спектром коды (рис. 2). Так как методика основывается на регистрации землетрясений аппаратурой ЧИСС [3], то  $A_{100}(f)$  называют еще ЧИСС-спектром коды.

Основным допущением, принимаемым в задаче определения очаговых спектров землетрясений по их ЧИСС-спектрам коды, является линейность, а именно уровень интенсивности коды в данном частотном интервале пропорционален уровню интенсивности излучения из очага в этом интервале  $\lg M(f) = \lg A_{100}(f) + d(f)$ . Трансформирующая функция  $d(f)$  была получена из эксперимента [1, 2].

Итак, для практического определения очаговых спектров нужно иметь набор стандартных асимптотических кривых и трансформирующую функцию  $d(f)$ . В табл. 1 приводятся значения функции  $d(f)$ , а также  $d(f) + 21 \lg(2\pi f)$  для тринадцати частот,

Таблица 1

Значения трансформирующих функций  $d(f)$  и  $d(f) + 21g(2\pi f)$ 

$f, \text{ Гц}$	Очаг в кристаллической коре		Очаг в осадочных породах	
	$d(f)$	$d(f) + 21g(2\pi f)$	$d(f)$	$d(f) + 21g(2\pi f)$
0,022	26,2	24,5	26,2	24,5
0,045	25,25	24,15	25,25	24,25
0,07	24,7	24,0	24,7	24,0
0,14	23,9	23,8	23,9	23,8
0,28	23,35	23,85	23,35	23,85
0,62	22,90	24,1	22,95	24,15
1,25	22,5	24,3	22,58	24,38
2,5	22,12	24,52	22,22	24,62
5	21,75	24,75	21,88	24,88
10	21,66	25,26	21,88	25,48
18	21,6	25,7	21,88	25,98
27	21,55	26,05	21,88	26,38
40	21,5	26,7	21,88	27,08

соответствующих каналам станций ЧИСС, от 0,022 до 40 Гц. Два варианта отвечают двум предположениям относительно среды вблизи очага. Первый: очаг расположен в консолидированной коре с высокой добротностью. Согласно результатам, полученным в [1, 2, 4, 5], было принято, что добротность в кристаллической коре и литосфере (для Средней Азии) составляет  $Q = 360\sqrt{f}$ . Второй вариант предусматривает расположение очага в сравнительно рыхлых осадочных породах с более низкой ( $Q = 60\sqrt{f}$ ) добротностью. Для подкоровых очагов (Памир, Гиндукуш) значения  $d(f)$  нужно увеличить на 0,4.

Преимуществом метода коды является высокая степень сходимости результатов, получаемых по разным станциям: случайные расхождения составляют около 0,1 лог. ед., так что использование в пределах одного региона двух станций нужно лишь как гарантия против грубых ошибок из-за неисправности аппаратуры. Расстояния между станциями определяются в основном нижним пределом магнитуд землетрясений, для которых нужно найти спектры. Определения можно производить для землетрясений, удаленных на сотни километров от станции. Записи прямых волн на таких расстояниях настолько искажены наложением многочисленных вторичных волн, что переход от спектров колебаний к спектрам очагового излучения становится весьма неопределенным.

Устойчивость определения спектра иллюстрируется рис. 1 и 2. Из рис. 1 видно, что измеренные на записи пиковые амплитуды (точки на графике) хорошо ложатся на асимптотическую кривую. Разброс невелик, и соответствующее каждой кривой значение  $A_{100}(f)$  получается уверенно. Типичные очаговые спектры  $\dot{M}(f)$  и  $M(f)$  показаны на рис. 2. Отдельные точки (значения  $A_{100}(f)$ ) хорошо укладываются на отрезки прямых линий, вырисовывающих плоский участок спектра, его квадратичный склон и промежуточный участок. Спектр слабого ( $K = 7,5$ ) землетрясения (а) в хр. Петра I имеет переходный участок, спектры землетрясений 27.11.78 (б) и 25.09.79 (в) при почти одинаковых  $M_0$  резко отличаются по значению  $M_2$ .

Асимптотическое представление очаговых спектров в виде ломаной — процедура, имеющая субъективные трудности при интерпретации очаговых спектров, в данном методе осуществляется "автоматически", самой природой при формировании коды, и аппаратурой ЧИСС, осредняющей спектральную плотность в пределах полосы частот каждого канала.

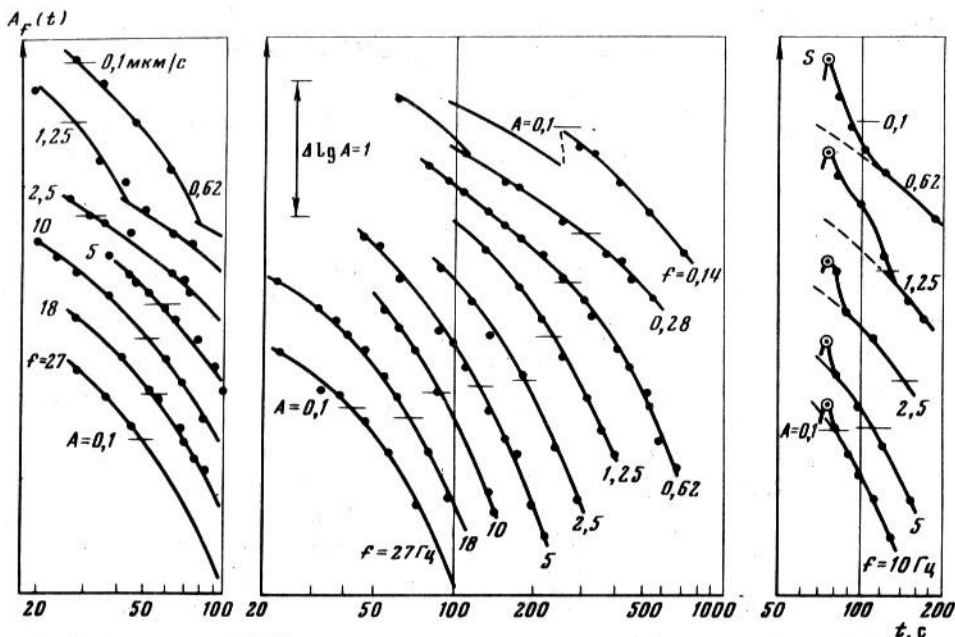


Рис. 1. Определение ЧИСС-спектра коды  $A_{100}$  путем аппроксимации найденных из наблюдений огибающих разных частот (точки) стандартными асимптотическими огибающими (линии); горизонтальные риски маркируют уровень, соответствующий  $0,1 \text{ мкм/с}$  колебаний почвы. Ординаты огибающих при  $t = 100 \text{ с}$  определяют точку на спектре  $A_{100}(f)$

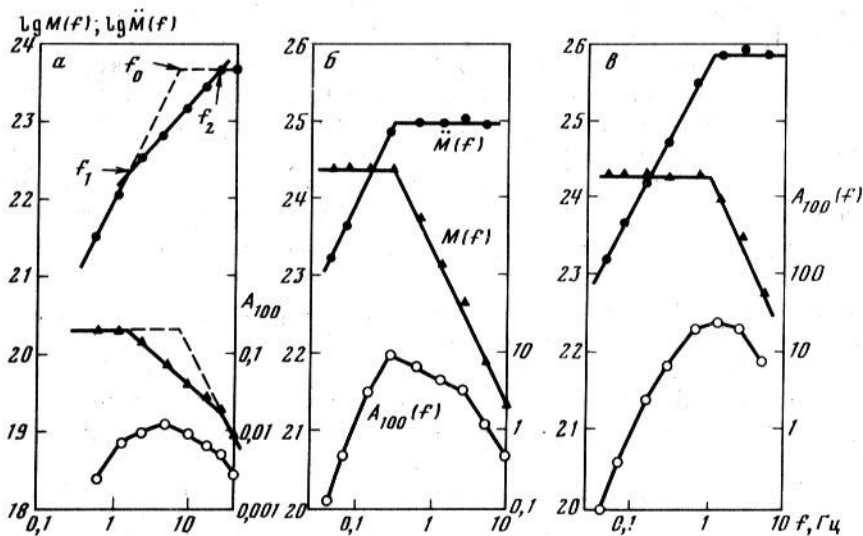


Рис. 2. Примеры найденных из наблюдений  $A_{100}(f)$  и вычисленных по ним  $\dot{M}(f)$  и  $M(f)$

Методика позволяет вести определения очаговых спектров с большой оперативностью при сравнительно небольшой трудоемкости. Это делает возможным массовое определение спектров и вполне реальную задачу определения спектров всех землетрясений данного региона, начиная с некоторого уровня.

В настоящей работе мы приводим (табл. 2) значения сейсмического момента  $M_0$  и очаговые спектры ускорения  $\dot{M}(f)$ , найденные методом коды, для землетрясений Средней Азии. В их число входит также несколько сильных землетрясений из прилегающих регионов. Большинство землетрясений имеет магнитуду 4–5,5. Сравнительно мало данных для более слабых землетрясений ( $K = 9–10$ ).

Таблица 2

Сейсмические моменты  $M_0$  и очаговые спектры ускорений  $\ddot{M}(f)$  землетрясений

Год	1972												
Дата	06.01	09.01	20.01	17.03	03.04	24.04	23.05	29.06	30.07	10.08	12.08	13.08	14.10
ч мин	06-30	02-05	11-36	09-17	22-19	17-34	18-17	03-32	11-40	01-05	02-15	06-32	05-13
Зона	Ош	Ташкент	Гиндукуш	Ю. Т.-Ш.	Дарваз	Ю. Т.-Ш.			хр. Петра I			Гиндукуш	Дарваз
$\phi^\circ N$	40,7	41,0	36,5	40,2	37,7	39,14	38,42	38,97	38,99	38,8	38,95	36,6	38,48
$\lambda^\circ E$	72,7	69,2	70,7	69,7	69,7	71,28	70,04	71,36	70,51	70,72	70,86	70,2	70,45
$h$ , км	30	5	220	-	-	25	2	10	5	20	5	220	5
$M_{LH}$	-	3,8	-	5,2	-	3,6	-	-	-	-	-	-	-
$m_{pV}$	4,3	-	6,2	5,4	4,6	-	4,8	4,9	-	-	-	4,9	-
$K$	11	10	13,6	13,5	-	11	12,5	12,0	11,7	11,5	9,6	12	10,7
$\lg M_0$	22,2	21,7	24,7	24,0	-	-	22,9	23,0	-	-	20,6	22,8	-
Значения $\lg \ddot{M}$ при частотах:													
0,14	-	-	24,6	23,9	22,5	22,4	22,7	22,9	-	22,8	-	22,7	22,4
0,28	-	22,7	25,25	24,2	22,9	22,7	23,4	23,5	-	23,3	-	23,3	22,8
0,62	22,9	23,4	25,1	24,6	23,5	-	23,7	23,9	23,9	23,6	21,7	23,7	23,2
1,25	23,4	23,8	25,5	24,8	23,7	-	-	24,2	24,3	23,9	22,4	24,1	23,4
2,5	24,1	24,1	25,7	24,9	23,7	-	24,3	24,25	24,3	24,0	-	24,5	23,5
5	24,1	24,1	25,9	24,9	23,7	24,0	24,5	24,2	24,2	24,0	23,0	24,85	23,4
10	24,1	24,1	-	25,0	23,8	24,3	24,7	24,25	24,2	24,0	23,1	25,2	23,5
18	-	-	26,2	25,0	23,8	24,4	24,8	24,25	24,2	23,9	23,1	25,3	23,3
27	-	-	26,2	-	-	24,35	24,8	24,25	24,2	-	23,1	25,3	-

Таблица 2 (продолжение)

Год	1972						1973							
	Дата	06.11	05.12	03.01	05.01	09.01	21.01	05.02	06.02	10.02	10.03	28.03	01.04	14.04
ч мин	12-18	16-13	20-36	20.14	16-17	03-23	00-20	23-18	04-02	14.45	20-20	14-30	19-49	
Зона	Нурек	Нурек	Заалай	хр. Петра I	Маркансу	хр. Петра I		Ю. Т.-Ш.					Памир	С. Т.-Ш.
$\phi^{\circ} N$	38,25	-	39,1	38,7	39,5	39,1	38,8	39,2	39,1	39,0	39,2	38,6	41,9	
$\lambda^{\circ} E$	69,29	-	71,8	70,3	73,9	71,2	70,1	71,2	70,3	70,7	70,3	72,1-	77,4	
h, км	2	-	20	10	20	-	10	-	5	8	9	-	15	
$M_{LH}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
$m_{pv}$	-	-	4,9	-	4,9	4,8	4,8	-	-	-	-	-	4,8	
K	11,4	10,7	11,6	10,6	12	11,3	12	10,0	11	9,8	8,9	11	12	
$lg M_0$	-	-	-	22,6	-	-	-	-	-	-	-	-	23,0	
Значения $lg M$ при частотах:														
0,14	-	-	22,3	-	-	22,6	22,9	-	-	-	-	-	-	
0,28	23,3	23,2	22,7	22,7	-	22,9	23,1	22,2	-	-	-	-	23,6	
0,62	23,6	23,4	23,2	23,6	24,5	23,3	23,4	22,5	22,5	22,4	21,4	23,2	24,2	
1,25	23,8	23,6	23,5	23,9	24,6	23,8	23,8	22,9	23,0	22,8	21,9	23,5	24,25	
2,5	23,7	23,7	23,8	24,2	24,6	24,1	24,0	23,2	23,4	23,2	22,3	23,5	24,3	
5	23,7	23,7	24,2	24,6	24,6	24,1	23,8	23,4	23,6	23,4	22,7	23,4	24,35	
10	23,8	23,7	24,2	24,5	-	24,1	23,8	23,6	23,8	23,7	23,2	23,5	24,3	
18	-	-	24,0	24,5	-	24,1	23,8	23,6	24,0	23,7	23,5	23,5	24,2	
27	-	-	24,1	24,5	-	24,1	-	23,6	24,1	23,7	23,5	-	-	

Таблица 2 (продолжение)

Год	1973						1974						
	Дата	16.04	28.04	03.05	21.05	03.10	17.10	11.01	11.01	22.01	24.02	06.04	04.05
ч мин	10-23	21-37	11-04	02-23	12-39	03-16	02-03	22-44	06-08	06-21	21-35	19-07	01-47
Зона	хр. Петра I		Гиссар	хр. Петра I	Гиссар	Гиндукуш		З. Т.-Ш.	Фергана	Нурата	Ленинабад	хр. Петра I	
$\phi^{\circ} N$	38,9	38,9	39,4	38,9	39,2	36,4	36,4	41,6	40,2	40,2	39,7	38,9	38,8
$\lambda^{\circ} E$	70,8	70,5	71,0	70,4	70,8	71,1	70,8	70,7	71,9	67,6	69,2	70,5	70,8
h, км	5	23	5	15	8	220	130	5	35	15	-	5	7
$M_{LH}$	-	-	-	-	-	-	-	4,6	3,7	-	-	-	-
$m_{pv}$	-	-	4,9	4,5	4,5	5,6	5,2	5,1	4,9	5,0	5	4,5	-
K	9,4	9,3	11,7	11,3	11	14	-	12,0	12	11	11	10,7	10,9
$lg M_0$	-	20,2	22,9	23,0	21,5	24,9	23,65	22,9	22,8	22,5	21,9	-	22,35



Значения  $lgM$  при частотах:

0,14	-	-	22,3	-	-	24,8	23,4	22,8	22,1	-	-	-	-
0,28	-	-	22,7	22,6	-	25,4	24,1	23,3	23,2	-	-	-	-
0,62	22,2	-	23,1	23,3	22,7	25,7	24,6	23,8	23,9	23,7	23,0	23,3	23,4
1,25	22,6	22,1	23,5	23,9	23,3	25,8	24,9	24,2	24,7	24,2	23,6	23,7	23,9
2,5	23,1	22,6	23,8	24,1	23,7	26,0	25,1	24,5	24,8	24,6	23,9	24,0	23,9
5	23,4	23,1	24,1	24,2	24,0	26,2	25,4	24,6	24,9	24,7	24,1	24,0	23,9
10	23,6	23,4	24,2	24,2	24,3	26,2	25,7	24,6	24,7	24,8	24,4	24,0	24,0
18	23,6	23,6	24,2	24,2	24,3	26,2	25,9	24,6	24,8	24,8	24,4	24,1	23,9
27	-	24,0	24,2	24,2	24,3	26,3	25,9	-	-	-	24,3	24,0	23,8

Таблица 2 (продолжение)

Год	1974													
	30.07		09.08		11.08		11.08		11.08		11.08		11.08	
Дата	30.07	09.08	11.08	11.08	11.08	11.08	11.08	11.08	11.08	11.08	11.08	11.08	11.08	11.08
ч мин	05-12	18-04	01-13	05-12	05-23	07-02	08-02	09-08	20-05	21-21	11-14	22-06		
Зона	Гиндукуш						Маркансу							
$\phi^{\circ} N$	36,5	36,1	39,4	39,4	39,4	39,45	39,5	39,3	39,6	39,5	39,7	39,5		
$\lambda^{\circ} E$	70,7	70,2	73,8	73,7	73,75	73,85	73,7	73,85	73,6	73,8	73,4	73,6		
h, км	200	100	23	34	20	-	-	31	45	41	-	-		
$M_{LN}$	-	-	7,3	5,2	5,5	5,3	4,5	5,0	5,8	6,6	-	4,6		
$m_{pv}$	6,9	4,7	6,9	5,5	5,7	5,4	5,0	5,1	5,8	6,0	4,8	4,9		
K	(16)	12	(16)	14	14	14	13	13	14	15	12	13		
$lgM_0$	26,7	22,9	(26,7)	24,1	24,3	24,2	-	23,65	24,2	24,6	22,95	23,55		
Значения $lgM$ при частотах:														
0,14	26,2	22,8	-	23,8	24,25	24,0	23,0	23,5	24,0	24,3	-	23,3		
0,28	26,3	23,4	-	24,2	-	-	-	-	-	-	-	23,4	24,0	
0,62	26,7	23,8	25,8	-	25,0	24,9	24,35	24,5	25,4	25,4	25,4	23,8	24,2	
1,25	26,7	24,2	25,8	24,85	25,0	24,9	24,2	24,5	25,3	25,4	24,0	24,2	24,2	
2,5	26,7	24,6	25,8	24,8	25,0	24,9	24,2	24,5	25,4	25,4	24,0	24,2	24,2	
5	26,7	25,0	25,8	24,8	25,0	24,9	24,2	24,5	25,3	25,4	24,0	24,2	24,2	
10	26,7	25,4	25,8	24,8	25,0	24,9	24,2	24,5	25,3	25,4	24,0	24,2	24,2	
18	26,7	25,4	-	24,8	25,0	24,9	24,2	24,5	25,4	25,4	-	-	-	
27	-	25,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	

Таблица 2 (продолжение)

Год	1974												
Дата	15.08	17.08	17.08	21.08	21.08	27.08	27.08	27.08	27.08	27.08	01.12	08.12	28.12
ч мин	23-43	21-19	23-50	18-08	18-45	05-43	12-56	14-24	17-33	23,01	17-10	06-51	12-11
Зона	Маркансу	хр. Петра I				Маркансу					хр. Петра I	Ю. Т.-Ш.	Пакистан
$\phi^{\circ} N$	39,3	39,85	39,4	39,4	39,4	39,3	39,5	39,4	39,4	39,4	38,75	38,8	34,9
$\lambda^{\circ} E$	73,9	70,35	73,9	73,8	73,9	73,8	73,8	73,7	73,7	73,8	70,5	69,9	72,8
h, км	-	10	-	-	-	-	19	-	-	-	4	2	(33)
$M_{LH}$	-	-	4,9	-	4,5	-	6,0	-	5,0	-	-	4,2	6,3
$m_{pv}$	-	-	5,0	4,7	4,9	4,7	5,8	-	5,4	-	-	-	6,6
K	12	9	14	12	12	12	15	12	14	-	11	12,2	-
$lg M_0$	22,85	-	23,8	-	-	22,9	24,9	22,8	24,0	-	-	-	25,2
Значения $lg \dot{M}$ при частотах:													
0,14	22,65	-	23,7	22,7	23,2	22,9	24,8	22,7	23,9	-	-	-	25,0
0,28	23,15	-	24,3	23,15	23,7	23,3	25,1	23,2	24,5	22,7	-	-	25,3
0,62	23,6	22,2	24,45	23,8	24,0	23,7	25,2	24,0	24,9	23,0	22,8	23,8	25,4
1,25	23,9	22,45	23,45	23,9	23,9	24,15	25,1	24,0	24,8	23,2	23,1	24,0	25,5
2,5	24,0	22,8	24,5	24,0	23,9	24,2	25,1	24,1	24,9	23,6	23,4	24,3	25,6
5	24,0	22,9	24,4	24,0	23,9	24,2	25,0	24,2	24,7	23,9	23,4	24,4	25,6
10	24,0	22,9	24,4	24,0	23,9	24,2	25,1	24,2	-	23,9	23,4	24,4	-
18	-	22,9	-	-	-	-	-	-	-	-	23,3	24,4	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 2 (продолжение)

Год	1975												
Дата	11.01	28.02	08.04	14.05	09.06	02.07	31.07	10.08	12.08	18.09	02.10	03.10	03.10
ч мин	13-34	23-56	19-23	09-15	18-36	14-43	11-07	03-31	10-34	11-47	19-33	05-14	17-13
Зона	Гиссар	Гиндукуш	Дарваз	хр. Петра I		Гиссар	Исфара	Дарваз	Ош	Дарваз	хр. Петра I	Пакистан	
$\phi^{\circ} N$	39,1	36,6	38,7	38,45	38,9	39,3	39,75	38,55	40,06	38,4	39,0	30,6	30,5
$\lambda^{\circ} E$	70,5	70,5	70,6	70,4	70,3	70,6	70,5	70,9	70,8	70,4	71,45	66,3	66,4
h, км	4	190	6	2	10	10	20	10	15	10	-	-	6
$M_{LH}$	-	-	-	-	4,8	-	4,8	-	-	-	-	6,8	6,5
$m_{pv}$	-	5,6	5	4,0	5,2	4,7	5,1	4,6	-	-	5,0	6,2	6,0
K	10	14	10,4	11	13,3	12	12,8	11,3	11,0	11,5	11,6	-	-
$lg M_0$	21,25	23,4	-	22,05	-	23,0	23,4	23,05	22,2	22,7	-	25,9	25,5



Значения  $IgM$  при частотах:

0,14	-	23,2	22,5	-	-	22,9	23,2	23,0	-	22,6	23,2	25,7	25,5
0,28	-	23,9	22,7	-	-	-	23,8	23,5	-	23,15	23,5	25,7	25,5
0,62	22,5	24,5	23,1	22,5	24,4	23,7	24,5	23,8	23,2	23,5	23,8	25,6	25,5
1,25	23,1	24,9	23,2	23,3	24,6	24,2	24,8	24,1	24,0	23,5	24,0	25,6	25,5
2,5	23,6	25,0	23,4	23,6	24,7	24,5	24,8	24,2	24,3	23,6	24,3	25,7	25,5
5	23,9	25,1	23,3	23,6	24,7	24,7	24,9	24,2	24,6	23,6	24,3	25,7	-
10	24,1	-	23,5	23,6	24,6	24,7	24,9	24,25	24,8	23,7	24,5	-	-
18	24,1	-	-	-	24,4	-	-	-	24,8	23,7	24,5	-	-
27	-	-	-	-	-	-	-	-	24,8	-	24,5	-	-

Таблица 2 (продолжение)

Год	1975				1976								
Дата	31.10	02.11	11.11	16.01	26.02	20.03	24.03	08.04	08.04	11.04	14.04	17.04	18.04
ч мин	0-31	01-08	03-53	10-44	21-38	04-21	16-02	02-40	02-59	18-47	19-26	12-11	22-37
Зона	Дарваз		Ош	Ленинабад		Нурек	Вахш	Газли	Газли		Дарваз		
$\phi^{\circ} N$	38,9	38,6	40,55	40,2	39,8	38,3	38,7	40,5	-	37,9	-	40,6	40,5
$\lambda^{\circ} E$	70,9	70,65	73,3	69,3	69,1	69,45	69,9	63,8	-	70,1	-	63,7	63,7
h, км	6	4	5		20	2	30	-	-	-	-	-	-
$M_{LN}$	-	-	-	-	-	-	-	7,0	6,0	-	4,4	4,4	-
$m_{pv}$	-	4,6	4,9	5,1	4,8	-	-	6,9	-	-	4,5	4,6	4,5
K	11,4	11,7	12	-	-	10,1	10,3	-	-	-	-	-	-
$IgM_{\Sigma}$	-	-	-	-	22,3	21,6	21,15	26,5	25,15	21,85	22,4	-	-
Значения $IgM$ при частотах:													
0,14	22,9	22,8	-	-	-	-	-	26,0	25,1	-	-	-	-
0,28	23,3	23,1	-	-	22,8	22,0	22,0	26,0	25,4	22,35	22,9	-	-
0,62	23,6	23,5	24,0	23,8	23,4	22,7	22,65	26,0	25,8	23,05	23,6	-	-
1,25	23,9	23,9	24,3	24,3	23,9	23,0	23,0	26,0	-	23,65	24,3	24,4	24,4
2,5	24,2	24,3	24,5	24,4	24,2	23,2	23,5	-	-	23,6	24,8	24,9	24,9
5	(24,1)	24,2	24,8	24,5	24,4	23,4	24,0	-	-	23,7	25,2	25,3	25,3
10	24,4	24,1	24,9	24,4	24,6	23,4	24,1	-	-	23,7	25,2	25,4	25,4
18	24,4	24,1	24,8	24,4	24,6	-	24,1	-	-	-	25,2	25,4	25,4
27	24,4	-	24,8	-	24,6	-	24,1	-	-	-	-	-	-

Таблица 2 (продолжение)

Год	1976												
Дата	21.04	23.04	23.04	07.05	09.05	17.05	17.05	17.05	18.05	18.05	17.06	10.07	02.09
ч мин	14-41	01-56	20-55	00-10	07-51	02-58	04-53	17-46	08-57	13-54	22-47	10-21	21-23
Зона	Газли										Нурек	Ю. Т. - Ш.	
$\phi^{\circ} N$	40,4	40,6	40,4	40,3	40,6	40,6	40,5	40,6	40,4	40,4	38,3	39,4	38,95
$\lambda^{\circ} E$	63,8	63,7	63,5	63,6	63,9	63,4	63,5	63,2	63,5	63,3	68,8	70,5	70,6
h, км	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11
$M_{LH}$	-	4,8	4,5	4,8	4,8	7,2	-	-	4,5	-	-	4,9	-
$m_{pv}$	-	5,0	4,7	5,1	5,2	7,0	4,8	4,8	5,3	5,0	-	5,4	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,6
$lg M_0$	-	22,55	-	23,05	23,8	27,2	-	-	-	-	-	23,25	-
Значения $lg M$ при частотах:													
0,14	-	-	-	23,05	23,7	26,2	-	-	23,5	-	-	23,0	-
0,28	-	23,1	-	23,65	24,15	26,3	-	-	23,9	-	23,15	23,7	-
0,62	-	23,8	-	24,35	24,6	26,3	-	-	24,3	-	23,8	24,4	23,4
1,25	25,0	24,4	24,4	24,7	24,9	26,3	24,8	24,6	24,7	24,6	23,8	24,7	23,8
2,5	25,5	25,2	24,9	25,0	25,2	-	25,1	24,9	25,1	24,9	23,85	25,0	24,1
5	25,6	25,5	25,3	25,2	25,2	-	25,6	25,1	25,5	25,2	23,85	25,1	24,3
10	25,6	25,5	25,4	25,4	-	-	25,5	25,5	25,9	25,5	23,8	25,1	24,6
18	25,6	25,5	25,4	25,5	-	-	25,6	25,5	-	-	-	25,0	24,6
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 2 (продолжение)

Год	1976												
Дата	03.09	03.09	03.09	03.09	05.09	13.09	30.09	30.10	11.11	27.11	16.12	19.12	01.01
ч мин	04-02	21-52	22-20	23-27	15-36	17-07	11-39	19-14	01-15	21-42	08-27	19-14	21-39
Зона	Ю. Т. - Ш.		хр. Петра I		Дарваз	Нурек	Ю. Т. - Ш.	Нарын	Дарваз	Гиндукуш	Ош	хр. Петра I	Китай
$\phi^{\circ} N$	38,95	39,0	39,0	38,8	38,45	38,3	39,3	41,1	38,3	37,0	40,2	39,0	38,1
$\lambda^{\circ} E$	70,6	70,85	70,6	70,55	70,33	69,35	70,7	74,9	70,5	71,0	72,9	70,1	91,0
h, км	12	5	11	10	-	2	-	-	-	180	-	-	-
$M_{LH}$	-	4,9	-	-	4,7	-	-	-	-	-	-	-	6,2
$m_{pv}$	-	5,3	4,8	-	5,0	4,2	-	4,4	-	6,3	4,7	4,8	6,3
K	10,4	13,2	11,3	9,2	-	11,4	-	-	-	-	-	11,3	-
$lg M_0$	-	24,05	-	-	22,9	22,4	22,4	-	-	24,8	22,7	22,9	25,3

Значения $IgM$ при частотах:													
0,14	-	23,9	22,7	-	-	-	-	-	22,6	24,7	22,5	22,7	25,2
0,28	-	24,3	23,1	-	23,5	22,9	22,9	-	22,9	25,3	23,1	23,3	25,4
0,62	23,3	24,6	23,7	22,9	24,0	23,3	23,45	23,5	23,4	25,7	23,9	23,6	25,2
1,25	23,9	24,9	24,2	23,3	24,3	23,6	23,7	23,9	23,6	26,05	24,3	23,9	25,0
2,5	24,25	25,0	24,45	23,6	24,5	23,8	23,85	24,1	23,8	26,55	24,5	24,2	24,8
5	24,4	25,0	24,5	23,85	24,5	23,7	23,95	24,4	23,7	26,5	24,6	24,3	24,7
10	24,7	25,0	24,55	24,2	24,6	23,7	23,9	24,4	23,7	26,5	24,8	24,3	24,6
18	24,8	25,0	24,45	24,2	-	-	-	-	23,7	26,5	-	24,2	-
27	-	24,9	24,5	24,2	-	-	-	-	-	-	-	24,1	-

Таблица 2 (продолжение)

Год	1977													
	Дата	19.01	30.01	31.01	02.02	27.02	14.03	10.04	21.04	21.04	24.05	01.06	03.06	03.06
ч мин	00-46	10-36	14-26	11-06	09-21	17-48	08-30	10-03	13-38	19-39	20-07	01-05	02-31	02-31
Зона	Китай	Алай	Исфара		Памир	Гиндукуш	Ленинабад	Исфара	Газли	Ю. Т.-Ш.	Дарваз	Фергана	Гиндукуш	Гиндукуш
$\phi^{\circ}N$	36,9	39,8	39,9	40,4	38,2	36,2	40,1	40,3	40,6	-	38,7	40,1	40,1	36,8
$\lambda^{\circ}E$	95,8	73,2	70,8	70,7	72,6	69,3	69,7	70,7	63,7	-	70,1	71,7	71,7	70,7
h, км	-	-	-	-	110	100	-	-	-	-	-	18	-	220
$M_{LN}$	6,1	4,8	6,3	-	-	-	-	4,7	-	-	-	-	5,2	-
$m_{pv}$	6,2	5,0	6,2	4,4	5,1	-	4,6	5,3	5,0	-	-	-	5,9	6,0
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10,6	-	-
$IgM_0$	25,15	-	25,3	-	23,5	22,75	21,5	23,4	23,1	20,65	-	24,4	24,6	24,6
Значения $IgM$ при частотах:														
0,14	25,0	23,4	25,0	22,5	23,4	-	-	23,3	23,05	-	22,3	24,0	24,5	
0,28	25,1	23,9	25,1	22,9	24,1	23,2	-	23,7	23,65	-	22,7	24,4	25,1	
0,62	25,1	24,4	25,3	23,3	24,6	23,8	22,7	24,2	24,25	21,9	22,9	25,0	25,8	
1,25	25,1	24,7	25,6	23,7	25,0	24,0	23,3	24,7	24,8	22,4	23,3	25,1	26,1	
2,5	25,1	25,0	25,7	24,2	25,2	24,1	23,7	24,9	25,2	23,0	23,7	25,2	26,2	
5	25,1	25,2	25,7	24,4	25,5	24,5	23,7	24,9	25,2	23,3	23,8	25,3	26,4	
10	25,1	25,2	25,7	24,4	25,8	24,7	23,7	24,9	25,2	23,6	24,1	25,3	26,4	
18	-	-	25,7	24,3	25,8	24,8	23,7	24,9	25,25	23,9	24,1	25,3	26,4	
27	-	-	-	-	-	-	-	24,9	-	23,9	24,0	25,2	-	

Таблица 2 (продолжение)

Год	1977									1978			
	19.06 22-15	21.06 18-20	01.07 14-44	14.07 15-49	03.09 02-17	06.12 05-15	07.12 02-03	20.12 07-27	26.12 05-15	16.01 03-20	23.01 11-54	15.02 18-00	17.02 23-18
Дата	19.06	21.06	01.07	14.07	03.09	06.12	07.12	20.12	26.12	16.01	23.01	15.02	17.02
ч мин	22-15	18-20	14-44	15-49	02-17	05-15	02-03	07-27	05-15	03-20	11-54	18-00	23-18
Зона	Алай	Душанбе	Гиндукуш	Газли	Туркестан	Ташкент	Дарваз	Ленинабад	Фергана	Гиндукуш	Дарваз	Памир	Гиндукуш
$\phi^{\circ}N$	39,4	38,7	36,6	40,5	39,7	41,7	38,6	40,2	40,2	36,65	38,35	37,3	36,4
$\lambda^{\circ}E$	71,6	68,8	71,1	63,7	69,1	69,6	70,6	69,3	71,6	70,7	70,35	71,8	70,7
$h$ , км	-	-	260	-	-	15	-	-	-	220	2	120	130
$M_{LN}$	-	4,3	-	5,4	-	4,9	-	-	-	-	-	-	-
$m_{pv}$	-	-	4,9	6,1	-	5,3	-	4,9	-	5,1	-	4,7	5,1
$K$	11,0	-	-	-	-	-	11,3	-	-	-	12,0	-	-
$lgM_0$	22,4	22,5	23,6	-	22,4	23,8	22,15	23,5	23,05	24,0	23,2	23,25	23,4
Значения $lgM$ при частотах:													
0,14	22,3	23,3	23,5	-	-	23,8	22,2	23,4	-	23,9	23,1	23,15	23,3
0,28	23,0	22,9	24,1	24,8	23,0	24,4	22,8	24,1	23,5	24,5	23,55	23,55	23,9
0,62	23,6	23,3	24,7	23,1	23,6	24,7	23,2	24,4	24,0	25,0	23,9	24,05	24,2
1,25	23,7	23,7	24,15	25,4	24,2	25,0	23,7	24,7	24,45	25,2	24,25	24,5	24,6
2,5	23,8	23,8	25,5	25,7	24,4	25,3	23,8	25,0	24,4	25,35	24,25	24,9	25,0
5	23,9	23,8	25,7	26,0	24,8	25,3	23,8	25,0	-	25,45	24,25	25,2	25,3
10	24,0	23,9	25,7	26,0	24,8	25,2	23,9	25,0	-	25,3	24,25	25,1	25,6
18	24,0	-	25,8	26,0	24,8	25,2	-	25,0	-	25,4	-	25,2	25,7
27	-	-	25,7	26,0	-	-	-	25,0	-	-	-	25,2	25,7

Таблица 2 (продолжение)

Год	1978												
	05.03 03-06	12.03 08-29	14.03 08-51	14.03 09-44	23.03 21-13	24.03 21-05	25.03 02-25	25.03 06-28	26.03 08-51	26.03 22-59	30.03 04-00	31.03 03-58	03.04 10-58
Дата	05.03	12.03	14.03	14.03	23.03	24.03	25.03	25.03	26.03	26.03	30.03	31.03	03.04
ч мин	03-06	08-29	08-51	09-44	21-13	21-05	02-25	06-28	08-51	22-59	04-00	03-58	10-58
Зона	З. Т. -Ш.	С. Т. -Ш.	Ц. Т. -Ш.	Фергана	Джунгария	-	-	-	С. Т. -Ш.	-	-	-	Алай
$\phi^{\circ}N$	41,85	42,0	41,2	41,24	44,6	42,95	42,9	42,95	42,87	42,9	43,0	43,44	39,55
$\lambda^{\circ}E$	70,9	80,0	75,3	71,28	79,0	78,25	78,3	78,65	78,53	78,7	78,5	82,7	73,2
$h$ , км	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	-
$M_{LN}$	-	5,1	4,7	-	-	7,1	-	-	-	-	4,2	4,3	-
$m_{pv}$	-	5,9	5,2	-	5,0	7,3	5,0	-	-	-	4,9	4,7	-
$K$	-	-	-	-	-	-	11,9	-	12,3	-	-	-	-
$lgM_0$	-	24,4	23,8	-	-	25,65	23,15	-	23,4	-	23,1	23,5	-



Значения  $IgM$  при частотах:

0,14	-	24,3	23,0	-	-	25,55	-	-	-	-	-	23,4	-
0,28	22,55	24,9	23,6	22,8	23,25	25,9	23,65	23,9	23,9	23,65	23,3	23,7	22,95
0,62	23,1	24,95	24,2	23,2	23,85	26,15	24,4	23,9	24,6	24,1	23,8	24,1	23,5
1,25	23,6	25,0	24,6	23,65	24,1	26,1	24,4	24,5	24,5	24,35	24,2	24,5	23,9
2,5	24,0	25,0	24,5	24,0	24,45	26,05	24,4	24,5	24,7	24,65	24,5	23,55	23,85
5	24,2	24,9	24,6	24,0	24,6	26,0	24,3	24,45	24,7	24,6	24,55	24,5	23,9
10	24,2	25,0	24,4	-	24,7	25,9	24,5	24,45	24,6	24,8	24,55	-	-
18	24,2	-	24,3	-	24,7	25,9	24,4	-	24,6	24,6	24,55	-	-
27	-	-	-	-	-	-	24,4	-	-	-	24,55	-	-

Таблица 2 (продолжение)

Год	1978												
	Дата	04.04	06.04	11.04	14.04	21.04	13.05	14.05	16.05	16.05	18.05	04.06	07.06
ч мин	02-51	-	-	06-11	15-22	03-21	20-18	02-33	-	17-14	19-30	03-35	17-00
Зона	Гиндукуш	С. Т. -Ш.	Афганистан	Ц. Т. -Ш.	Гиндукуш	хр. Петра I	Фрунзе	Дарваз		Небит-Даг	Газли	Нурек	хр. Петра I
$\phi^{\circ} N$	36,4	41,6	36,9	41,2	36,8	38,85	42,9	37,8	37,85	39,6	40,4	38,45	39,1
$\lambda^{\circ} E$	71,15	74,95	69,9	75,3	71,3	70,3	74,85	69,8	69,85	55,1	63,62	69,45	70,6
$h_p$ км	120	-	-	-	240	7	-	-	-	10	15	3	4
$M_{LN}$	-	-	-	5,1	-	-	-	-	4,2	4,7	5,8	-	-
$m_{pu}$	4,5	4,5	4,6	5,2	6,2	-	4,7	4,7	4,9	5,2	6,2	-	-
K	-	-	-	-	-	10,0	-	-	-	-	15	8,8	11,6
$IgM_0$	22,4	-	-	23,8	24,95	22,0	-	-	23,0	23,8	25,2	21,6	22,95
Значения $IgM$ при частотах:													
0,14	-	-	-	23,7	24,85	21,9	-	22,95	22,9	-	-	21,5	22,85
0,28	23,0	23,6	23,3	24,1	25,25	22,3	23,25	23,35	23,5	-	-	22,1	23,25
0,62	23,5	23,9	23,6	24,55	25,6	23,2	23,6	23,85	23,9	23,1	24,5	22,8	23,65
1,25	24,2	24,25	23,75	24,5	25,8	23,6	23,95	23,9	24,1	23,7	25,0	23,25	24,0
2,5	24,6	24,3	23,75	24,5	26,1	23,6	23,95	23,85	24,3	24,0	25,4	23,2	24,15
5	24,85	24,25	23,8	24,5	26,3	23,6	-	-	-	24,5	25,45	23,1	24,25
10	25,1	24,25	-	-	26,3	23,6	-	-	-	-	25,4	23,1	24,2
18	25,4	-	-	-	26,35	-	-	-	-	-	25,4	-	24,25
27	25,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	24,25



Таблица 2 (продолжение)

Год	1978												
Дата	26.06	10.07	15.07	27.07	01.08	03.08	08.08	11.08	31.08	20.09	26.09	08.10	19.10
ч мин	-	14-09	02-27	08-15	06-20	06-07	00-01	20.31	08-07	16-09	19-21	14-20	16-08
Зона	Вахш	хр. Петра I	Памир	Гиндукуш		Саяны	Гиндукуш	Кашгар	хр. Петра I	Алай	хр. Петра I	Алай	Кашгар
$\phi^{\circ} N$	38,4	38,9	38,4	36,7	36,4	52,3	36,7	40,3	38,75	39,35	39,0	39,4	40,0
$\lambda^{\circ} E$	69,65	70,75	73,6	69,85	70,5	96,9	70,8	76,8	70,65	72,75	70,65	74,7	76,8
h, км	-	-	160	э/к	100	16	210	-	3	-	-	50	-
$M_{LH}$	-	-	-	-	-	5,9	-	4,0	-	4,6	4,3	6,0	4,9
$m_{pv}$	4,4	-	5,2	4,9	5,1	5,7	5,9	4,6	-	4,9	5,1	5,9	5,1
K	-	10,2	-	-	-	-	13	12	10,2	-	-	-	12
$lg M_0$	-	-	23,75	23,75	-	24,7	23,6	23,4	22,5	23,4	23,35	24,9	23,8
Значения $lg \dot{M}$ при частотах:													
0,14	-	22,05	23,65	23,65	-	24,5	23,9	23,2	22,4	23,3	23,35	24,8	23,7
0,28	22,75	22,5	24,2	24,2	23,75	25,2	24,5	23,5	22,9	23,45	23,8	25,4	24,05
0,62	23,2	23,05	24,6	24,4	24,15	25,2	25,1	23,7	23,2	23,8	24,0	25,4	24,35
1,25	23,6	23,5	25,3	24,5	24,5	25,15	25,5	23,85	23,4	24,0	24,25	25,45	24,3
2,5	23,65	23,8	25,4	24,5	24,85	-	25,85	23,9	23,6	24,3	24,3	25,4	24,35
5	23,7	23,8	25,5	24,4	25,2	-	25,95	23,9	23,6	24,4	24,3	25,45	24,25
10	23,7	23,9	25,5	-	25,25	-	26,0	23,9	23,6	24,4	24,3	-	-
18	-	23,85	25,5	-	25,25	-	26,05	-	23,6	-	24,25	-	-
27	-	23,85	-	-	-	-	-	-	-	-	24,25	-	-

Таблица 2 (продолжение)

Год	1978												
Дата	21.10	23.10	01.11	02.11	02.11	05.11	07.11	08.11	09.11	13.11	17.11	18.11	27.11
ч мин	23-39	08-07	19-48	06-24	11-15	11-30	03-04	00-57	11-12	07-27	12-59	06-04	20-41
Зона	Ю. Т. -Ш.	Гиндукуш		Алай			Памир	Алай		Гиндукуш	хр. Петра I	Дарваз	
$\phi^{\circ} N$	39,18	36,5	39,4	39,43	39,4	39,5	37,3	39,4	39,3	36,4	38,55	38,53	-
$\lambda^{\circ} E$	70,88	70,7	72,6	72,5	72,38	72,3	71,7	72,47	72,3	70,8	70,54	70,52	-
h, км	12	180	-	20	10	-	110	15-20	25	190	-	-	-
$M_{LH}$	-	-	6,8	5,5	5,3	-	-	5,1	-	-	4,5	-	-
$m_{pv}$	-	5,8	6,7	5,7	5	4,5	5	5,7	4,7	5,5	5	-	-
K	10	14	16	14	14	-	-	14	12	-	-	9,9	9,7
$lg M_0$	-	24,4	25,7	24,4	24,25	22,2	23,4	24,2	22,75	23,7	23,4	-	-

Значения  $IgM$  при частотах:

0,14	22,4	24,4	25,6	24,3	24,15	-	23,3	24,1	22,65	23,6	23,3	-	-
0,28	22,8	24,7	25,9	24,7	24,4	22,7	23,9	24,6	22,9	23,95	23,8	22,45	22,2
0,62	23,2	25,3	25,9	24,8	24,75	23,4	24,6	24,75	23,3	24,4	24,05	22,8	22,6
1,25	23,6	25,8	25,85	24,8	24,65	23,75	25,1	24,8	23,6	24,8	24,4	23,1	22,9
2,5	23,9	26,1	25,9	24,85	24,7	24,2	25,5	24,9	24,0	25,0	24,4	23,5	23,2
5	24,0	26,2	25,9	24,8	-	24,3	25,8	24,9	24,0	25,05	24,45	23,6	23,4
10	24,0	26,1	25,9	-	-	24,3	25,8	24,9	-	24,95	24,4	23,6	23,6
18	24,0	-	-	-	-	-	25,8	-	-	25,05	24,4	-	23,6
27	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Таблица 2 (окончание)

Год	1978					1979				
	Дата	01.12	15.12	21.12	30.12	30.12	06.01	17.01	17.01	07.02
ч мин	12-12	03-34	17-09	05-06	05-33	19-16	07-01	17-12	04-18	13-05
Зона	Нурек	Алай			Дарваз			хр. Петра I	Гиндукуш	Баканас
$\phi^\circ N$	38,2	39,78	38,69	38,54	38,45	38,60	38,65	38,80	36,6	44,5
$\lambda^\circ E$	69,3	74,08	70,46	70,55	70,5	70,4	70,27	70,50	71,5	72,9
h, км	3	-	17	5	-	4	10	9	120	-
$M_{LN}$	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5,6
$m_{pv}$	-	4,7	-	5,0	-	-	-	-	5,1	6,4
K	8,6	-	9,6	12	9,7	9,7	8,6	11,1	-	-
$IgM_0$	20,8	22,8	21,1	-	-	21,45	21,25	22,5	23,45	24,3
Значения $IgM$ при частотах:										
0,14	-	-	-	-	-	-	-	22,4	23,4	24,2
0,28	21,3	23,3	21,6	23,6	22,5	21,95	21,7	22,95	23,95	24,7
0,62	22,0	23,85	22,2	24,0	22,75	22,65	22,4	23,45	24,65	25,5
1,25	22,5	24,1	22,6	24,15	22,9	23,2	22,6	23,8	25,2	25,8
2,5	22,6	24,45	23,1	24,15	23,1	23,25	22,9	24,0	25,55	25,85
5	22,6	24,45	23,3	24,1	23,05	23,25	22,95	24,2	25,7	25,8
10	22,6	-	23,6	24,1	23,1	23,2	23,0	24,2	25,7	-
18	-	-	23,6	-	-	23,15	22,9	24,2	25,7	-
27	-	-	23,6	-	-	-	-	-	-	-

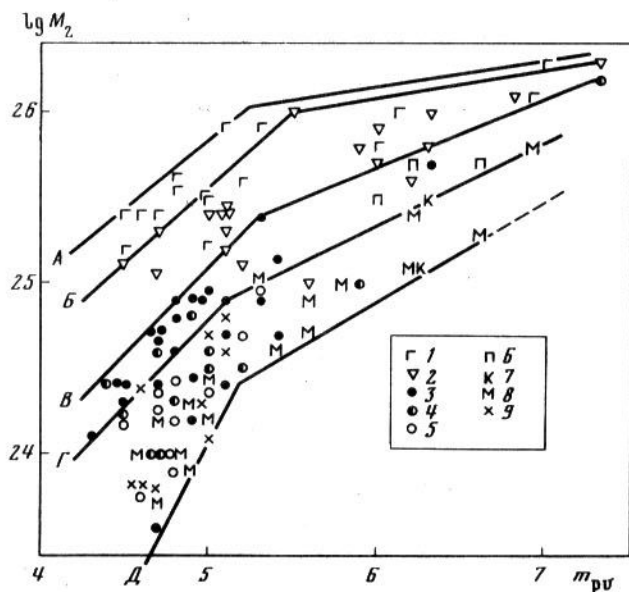


Рис. 3. Зависимость максимума очагового спектра ускорения  $M_2$  от магнитуды  $m_{PV}$

Условными значками показаны землетрясения разных очаговых зон (см. текст); ломаные линии показывают верхние границы возможных значений  $M_2$  для землетрясений А — Газли; Б — Памир и Гиндукуш,  $h > 80$  км; В — Тянь-Шань, Пакистан и Западный Китай; Г — хр. Петра I, Маркансу, Дарваз и Таджикская депрессия; Д — общая нижняя граница  $\lg M_2(m)$

Из числа сильных землетрясений рассмотрены Маркансуйское 1974 г. ( $M=7,2$ ), Газлийские 1976 г. ( $M = 7,0$  и  $7,2$ ), 1977 г. ( $M = 6,1$ ) и 1978 г. ( $M = 6,2$ ), Исфаринское 1977 г. ( $M = 6,4$ ), Тюп-Жаланашское 1978 г. ( $M = 7,1$ ) и Гиндукушские 1972 и 1978 гг. ( $m = 6,2$ ), 1974 г. ( $m = 7,3$ ), 1976 г. ( $m = 6,8$ ) и 1977 г. ( $m = 6,8$ ), а также Пакистанские 1974 г. ( $m = 6,6$ ) и 1975 г. ( $M = 6,8$  и  $6,5$ ), Китайские 1977 г. ( $M = 6,2$  и  $6,1$ ), Алайское 1978 г. ( $M = 6,8$ ), Баканасское 1979 г. ( $m^{CK} = 6,4$ ).

Основная часть спектров получена по данным станции Гарм или по трем станциям Гармской сети КС9 ИФЗ (Гарм, № 6 и 11). Некоторые определены по станциям Талгар и станции Лангар (ТИССС АН ТаджССР), расположенной вблизи высотной плотины Нурекской ГЭС [4, 6]<sup>1</sup>.

Обратимся к рассмотрению полученных результатов.

Данные представлены в виде графика (рис. 3) зависимости максимума очагового спектра ускорений  $\lg M_2$  от магнитуды  $m_{PV}$ . Мы выбрали именно  $m_{PV}$  (а не  $M_{LN}$  или  $K$ ), так как эта величина приводится в официальных сводках (Оперативном бюллетене и сборниках "Землетрясения в СССР") для большого числа землетрясений, как сравнительно небольших, так и наибольших. Магнитуда  $M_{LN}$  определяется значительно реже, энергетический класс  $K$  определен лишь для небольших землетрясений ( $K \leq 13$  или  $M \leq 5$ ), а для больших определяется путем пересчета. Можно было бы рассматривать зависимость  $\lg M_2$  ( $\lg M_0$ ), но сейсмический момент  $M_0$  пока еще не принят в качестве стандартной величины при изучении сейсмичности. Наконец, преимущество магнитуды  $m_{PV}$  состоит в том, что, опираясь на нее, можно совместно рассматривать коровые и подкоровые очаги землетрясений.

Наибольшие из зарегистрированных нами значений  $\lg M_2$  наблюдались при землетрясениях: Газлийском 17 мая 1976 г. (26,3), Гиндукушском 30 июля 1974 г. (26,3) и Жаланаш-Тюпском 24 марта 1978 г. (26,2). Все они имеют магнитуды 7 и более. Однако близкие значения  $\lg M_2$ : 25,8–26,1 наблюдались у многих землетрясений в очень широком диапазоне магнитуд: от 5,1 до 6,9 или сейсмических моментов  $\lg M_0$ : от 23,0 до 26,9.

При фиксированных значениях магнитуды  $m$  величины  $\lg M_2$  варьируют у разных землетрясений очень широко. Так, в интервале от 4,5 до 5,5 значения  $M_2$  могут различаться в 50–100 раз! На фоне этого разнообразия отчетливо видна тенденция

<sup>1</sup> В измерениях и получении очаговых спектров, использованных в настоящей работе, принимали участие В. Л. Голубятников, М. Закиров, О. К. Кунакова, Т. И. Максимова, М. М. Никифорова, А. И. Рузайкин, М. Хайдаров, В. И. Халтурин.

к довольно сильному росту  $M_2$  с магнитудой в интервале  $m_{pV}$  от 4,5 до 5,5. Эта тенденция видна и по верхнему и по нижнему краям облака точек  $M_2(m)$ . Далее по мере роста магнитуды верхний край облака, достигнув значений  $\lg M_2 = 26,0$ , стабилизируется и остается на уровне 25,9–26,1, практически независимо от магнитуды. Что касается нижнего края возможных значений  $\lg M_2$ , он с ростом магнитуды продолжает смещаться к большим значениям. Общая ширина вариаций  $\lg M_2$  при фиксированной магнитуде уменьшается по мере перехода к большим  $m_{pV}$ .

Обратимся теперь к влиянию расположения очага в той или иной зоне на значения  $M_2$ . На рис. 3 разными значками показаны землетрясения из следующих зон: 1 – Газли; 2 – Гиндукуш и Памир; 3 – Южный и Западный Тянь-Шань; 4 – Северный и Центральный Тянь-Шань; 5 – хр. Петра I; 6 – Пакистан; 7 – Западный Китай; 8 – Маркансу; 9 – Дарваз и Таджикская депрессия. Рассмотрение графика показывает, что наибольшие значения  $M_2$  имеют землетрясения Газли, чуть меньшие – подкорковые очаги Гиндукуша и Памира. Тяньшанские землетрясения занимают середину облака точек. Наименьшие значения имеют землетрясения Таджикской депрессии, Дарваза, хр. Петра I и Маркансу. Совокупность точек каждой из групп землетрясений тоже образует сравнительно широкие полосы шириной 0,5–0,7 лог. ед. Однако для каждой из них довольно уверенно видна верхняя граница возможных значений  $M_2$ . Положение этих границ приближенно показано в виде ломаных линий.

Итак, какой же вывод можно сделать из такого предварительного рассмотрения наших данных об очаговых спектрах ускорения? Интенсивность высокочастотного излучения, измеряемая величиной максимума очагового спектра ускорения  $M_2$ , обнаруживает весьма четкую зависимость от того, в которой из зон расположен очаг землетрясения. В диапазоне магнитуд от 5 до 6,5 величина  $M_2$ , пожалуй, сильнее зависит от локализации очага, чем от магнитуды. Поэтому всякого рода оценки сейсмической опасности, особенно в форме акселерограмм и спектров сильных движений, сотрясаемости и т. д., обязательно должны учитывать особенности очагового излучения каждой из зон. По-видимому, выявленные различия не могут не проявиться и в форме разных уравнений макросейсмического поля, а именно сейсмическая интенсивность при одинаковых магнитудах и расстояниях, по-видимому, может сильно различаться. И, наконец, одинаковая повторяемость землетрясений в форме  $N(m_{pV})$  в разных зонах соответствует различной повторяемости в форме  $N(M_2)$ , и, по-видимому, разной повторяемости сейсмической интенсивности  $N(J)$ .

#### Литература

1. Раутиан Т. Г., Халтурин В. И., Закиров М. С. Изучение условий в очаговых зонах по сейсмической коде. – В кн.: Физические процессы в очагах землетрясений. М.: Наука, 1979, с. 224–256.
2. Rautian T. G., Khalturin V. I. The use of the coda for determination of the earthquake source spectrum. – Bull. Seismol. Soc. Amer., 1978, vol. 68, N 4, p. 923–948.
3. Зотовский К. К. Частотно-избирательная станция ЧИСС. – В кн.: Экспериментальная сейсмология. М.: Наука, 1971, с. 20–36.
4. Раутиан Т. Г., Никифорова М. М. Изучение огибающих записи и затухания максимальных амплитуд землетрясений вблизи Нурекской плотины. – В кн.: Сейсмостойкость плотин. Душанбе: Дониш, 1978, вып. 4, с. 35–53.
5. Моляев П., Раутиан Т. Г., Халтурин В. И. Влияние пути распространения волн и места регистрации на ЧИСС-спектры местных землетрясений Гармского района. – В кн.: Сборник советско-американских работ по прогнозу землетрясений. Душанбе: Дониш, 1976, т. 1, кн. 1, с. 159–170.
6. Голубятников В. Л., Тарасов Г. Г. Частотно-избирательная аппаратура в системе инженерно-сейсмометрических наблюдений на плотинах. – В кн.: Сейсмостойкость плотин. Душанбе: Дониш, 1972, вып. 2, с. 33–44.