

Сарыкамьшское (Пржевальское) землетрясение 5 июня 1970 г.

(сокращение)

№ эпицентра	Момент возникновения, ч. м. с.	Координаты эпицентра		№ района	Класс точности	№ района	Класс точности	Момент возникновения, ч. м. с.	Координаты эпицентра		№ района	Класс точности
		φ° N	λ° E						φ° N	λ° E		
25	21 26 53,8	44 04	78 40	2	А	8	А	20 34 33,6	42 26	78 40	8	В
27	13 59 14,2	42 56	77 27	4	А	8	А	09 11 54,3	43 35	77 32	2	В
								05 35 22,4	42 36	75 23	40	А
								21 47 55,2	43 03	78 32	5	А
								40 27 45,2	44 52	79 57	41	А
1	42 33 39,0	43 15	77 27	а	а	8	а	17 08 49,4	43 14	75 33	4	А

Декабрь

1938 г. с $M=6,5$ — см. «Атлас землетрясений», 1961) 5.VI произошло сильное землетрясение с магнитудой 6,8 ($K=15,5$). Эпицентр его приурочен к самому южному из хребтов в системе Северного Тянь-Шаня — Терской-Алатау ($\varphi=42^{\circ}28'$ с. ш., $\lambda=78^{\circ}48'$ в. д., $t_0=04$ ч. 53 м. 06,2 с.). Северный Тянь-Шань известен рядом разрушительных землетрясений [1], эпицентры которых были расположены в хребтах Зайлиский и Кунгей-Алатау. Это первое сильное землетрясение, происшедшее в южной системе хребтов Северного Тянь-Шаня. Смещение гипоцентра на юг может указывать на миграцию сейсмичности в сеismoактивные районы, где сильные землетрясения ранее не наблюдались.

Сейсмический режим всего Северного Тянь-Шаня, начиная с 1885 г., можно приблизительно разбить на три периода: 1) с 1885 до 1914 г. — период активизации, в этот период произошло четыре сильнейших землетрясения, каждое из которых сопровождалось огромным количеством повторных толчков; 2) с 1914 г. примерно до 1961 г. — период стабилизации сейсмического режима, в который активность понизилась после периода активизации. В работе [2] дан ход изменения сейсмической активности Северного Тянь-Шаня по инструментальным данным с 1951 по 1957 г.; 3) с 1961 до 1970 г. активность с небольшими колебаниями продолжала оставаться приблизительно на одном уровне. Можно предположить, что это был период подготовки сильного Сарыкамьшского (Пржевальского) землетрясения, происшедшего 5.VI 1970 г. Это землетрясение сопровождалось большим количеством повторных толчков, которые располагались все преимущественно на площади радиусом 25 км. Подробнее описание землетрясения дано в отдельной статье.

Основные параметры графиков повторяемости землетрясений для Северного Тянь-Шаня: а) с учетом афтершоков: $A_{10}=0,18$, $\gamma=0,45$; б) без учета афтершоков: $A_{10}=0,08$, $\gamma=0,43$; в) отдельно для афтершоков: $A_{10}=0,09$, $\gamma=0,42$.

Повышение активности ($A_{10}=0,18$) за счет повторных толчков Сарыкамьшского землетрясения вызвало повышение наклона графика повторяемости. Во всех трех вариантах активность вычислялась относительно всей площади Северного Тянь-Шаня.

ЛИТЕРАТУРА

1. Землетрясения в СССР, т. IV, М., АН СССР, 1964.
2. И. В. Горбунова. «Землетрясения Северного Тянь-Шаня». — В сб. «Землетрясения в СССР в 1966 году». М., «Наука», 1970.

5.VI 1970 г. в 04 ч. 53 м. по григорианскому времени (10 ч. 53 м. местного времени) в восточной части Иссык-Кульской впадины на территории Тюпского района Киргизской ССР произошло землетрясение с $M=6,8$, которое в эпицентральной зоне оупущалось с силой 8 баллов.

Координаты эпицентра этого землетрясения, определенные по инструментальным данным сети сейсмических станций Киргизии и Казахстана: $\varphi=42^{\circ}31'$ с. ш. и $\lambda=78^{\circ}42'$ в. д. Полуточный эпицентр практически лежит в области наибольших разрушений. По размерам очага и по выделенной энергии это землетрясение является крупнейшим в Иссык-Кульской впадине после Кеминского землетрясения 1914 г.

Основной удар землетрясения 5.VI оупущался людьми на площади около 250 000 км², почти на всей территории Киргизии и значительной части Южного Казахстана. Это землетрясение на расстоянии 1000 км оупущалось в Ташкенте с силой 2—3 балла, в Пржевальске сила землетрясения достигала 6 баллов, в Алма-Ате — 5 баллов, во Фрунзе — 4 балла (расстояние от эпицентра соответственно 20, 150 и 400 км). Зона максимальных сотрясений охватила юго-восточную часть горы Кок-Кия, устье р. Джергес и отчасти междуречья Ичке — Джергес. Землетрясение проявилось с наибольшей силой, достигшей 8 баллов, в селениях Сарыкамьш, Кайрма-Арык, Кереге-Таш, а также в удаленных от эпицентра селениях Ойкалча, Раздольное, Шапак и Отрадное.

Первое впечатление жителей селений Сарыкамьш, Кайрма-Арык, Кереге-Таш дает нам довольно ясное представление о характере этого землетрясения в эпицентральной зоне.

5.VI 1970 г. в 10 ч. 42 м. внезапно произошел слабый 3-балльный толчок с подземным гулом. Жители насторожились, вышли из помещений. Спустя 10 мин. началось землетрясение с сильным подземным гулом, как будто все взорвалось. Гул, шум, треск были настолько сильными, что не слышно было, как падали домашние вещи, дымоходные трубы, печи и разваливались стены и крыши домов. Сотрясением подбрасывало сидящих на земле людей, а вставшие не могли устоять на ногах. По словам жителей, в момент землетрясения по земле пробегали «волны», как будто поверхность почвы становилась бугристой и затем выпрямлялась.

Большая часть домов, построенных из кирпича-сырца, была разрушена; дома же из жженого кирпича на хорошем фундаменте и деревянные пострадали в меньшей степени.

В эпицентральной зоне на поверхности земли возникли трещины и в горах отмечались массовые обвалы и оползни. Обвалы и оползни произошли также по уступам речных и озерных террас, особенно значительные — по береговой линии залива в районе предстан г. Пржевальска и по берегам р. Джергалан. Наблюдалось сильное волнение воды в прибрежной части залива и в реках, вода помутнела. Со дна озера клубами поднималась муль. В прибрежной зоне имеются случаи оползней с последующим смещением участков шириной от 1 до 3 м. В отдельных случаях смещения достигали 8 м.

Таблица 1
Макросейсмические данные о Сарыкамышском землетрясении 5. VI 1970 г.
Населенные пункты, для которых имеются наиболее полные данные

№	Пункт	Эпикентральное расстояние, км	Максимальное расстояние, км	Общее количество пострадавших	Тип построек	Повреждения, %					Средняя степень повреждения	Направление удара	Сила сотрясения, балл	Примечание
						5 - обвалы	4 - разрушения	3 - сильные	2 - средние	1 - легкие				
1	3-9 Баллов Сарыкамыш	6	Н	391	А	20	80	ед.	ед.	—	Верх. С-З	4,2 8-9	Дома развалились конвектом. Сильное повреждение в северо-западных и юго-восточных стенах и углах домов	
2	Кайрма-Арык	5	Н	179	А	ед.	80	ед.	ед.	—	Верх. С-З и С	3,8 8	Во многих домах разрушились все стены независимо от их ориентации. Очень сильно разрушены северо-западные и юго-восточные углы домов	
3	Оградное	11	НВ	363	А	5	85	ед.	ед.	—	С. частично шпоро-ный	4,0 8-9	Усиление эффекта за счет неогладрированных грунтовых условий с выхоном стонием грунтовых вод	
4	Шапак	12	НВ	151	А	8	80	ед.	ед.	—	То же	3,9 8-9	То же	
5	Раздольное	14	НВ	205	А	10	85	ед.	ед.	—	С-З, частично С	4,0 8-9	То же	
6	Оймалча	8	НВ	69	А	5	80	ед.	ед.	—	С-З, частично С	3,8 8	То же	
7	7-8 Баллов Плюнер	5-6	Н	81	А	ед.	25	65	10	—	С-З	3,2 7-8	Разрушены старые постройки, сильно повреждены восточные и юго-восточные стены	
8	Икпе-Джергес	6	Н	196	А	ед.	20	70	10	—	С-З	3,1 7-8	Сильное разрушение отмечено в центральной части поселка	
9	Ново-Константиновка	7	Н	177	А, Б	ед.	20	75	5	—	С-З	3,2 7-8	Сильно повреждены северные и южные стены	
10	Чон-Джергес	9	Н	—	А	—	50	—	—	—	3,5 7-8	Разрушены старые постройки и мувалы		
11	Ордаино	16	Н	245	А	ед.	20	75	5	—	С-З	3,2 7-8	Сильно повреждены северные и южные стены	
12	Кереге-Таш	8	Н	563	А, Б	ед.	20	70	10	—	С-З, частично С	3,1 7-8	Здание школы имеет только тонкие трапины в плукаатуре, сильные разрушения на восточной и северо-восточной окраинах поселка. Отмечены развалы башен мазаров	
13	7 Баллов Теплоключенна	13	Н	2141	А, Б	ед.	15	70	10	5	С-З	3,0 7	В единичных случаях полное разрушение старых зданий	
14	Учайнар	18	Н	150	А	ед.	10	70	10	5	С-З	2,8 7	То же	
15	Огуз-ул	18	Н	145	А	ед.	15	70	10	5	С-З	3,0 7	То же	

(продолжение)

№	Пункт	Эпикентральное расстояние, км	Максимальное расстояние, км	Общее количество пострадавших	Тип построек	Повреждения, %					Средняя степень повреждения	Направление удара	Сила сотрясения, балл	Примечание
						5 - обвалы	4 - разрушения	3 - сильные	2 - средние	1 - легкие				
16	Караржал	21	Н	32	А	ед.	10	80	5	5	С-З	3,0 7	В единичных случаях отмечено полное разрушение старых зданий	
17	Тегизил	22	Н	151	А	ед.	10	75	15	15	С-З	3,0 7	То же	
18	С-З «Каракөл»	17	Н	754	А, Б	ед.	10	60	15	15	С-З	2,7 7	То же	
19	Соколочка	21	Н	233	А	ед.	8	70	20	2	С-В	2,8 7	То же	
20	Ново-Вознесенка	12	Н	638	А, Б	ед.	10	70	15	5	С	2,9 7	Сильно разрушены северные и южные стены	
21	Бозулук	10	Н	169	А	ед.	10	60	20	10	С-З, С-В	2,7 7	Сильное разрушение зданий и поклада	
22	Лесхоз	12	Н	7	А	—	20	70	10	10	С	3,2 7-8	Старый деревянный дом поклада	
23	Долон	23	НВ	99	А	ед.	10	60	20	10	С, С-В	2,7 7	Усиление эффекта за счет грунтовых условий	
24	Минбулак	29	НВ	78	А	ед.	15	50	30	5	То же	2,7 7	То же	
25	Арал	28	НВ	101	А	ед.	10	60	20	10	»	2,7 7	То же	
26	Карау	27	НВ	63	А	ед.	10	50	20	20	»	2,5 7	То же	
27	Токтоян	24	НВ	125	А	ед.	10	60	15	15	»	2,6 7	То же	
28	6-7 Баллов Кок-Тыя	24	Н	3-4	Строенный	—	20	80	—	—	—	2,2 6-7	Сведения получены от чабанов	
29	Урочище Таптанбектор	24	Н	нет	нет	—	10	70	20	20	С	1,9 6-7	В южной части курорта разорвано кологу шпирт-ной пружерно 10 м	
30	Лесхоз «Турген»	20	Н	10	А, Б	—	15	75	5	5	С-В	2,0 6-7	Дом из жженого кирпича, высота стен порядка 10 м	
31	Ак-Булак	19	Н	233	А	—	5	60	35	35	С-В	1,7 6-7	На второй террасе р. Каракөл эффект не более 3-6 баллов, в пойме р. Каракөл разрушения соответствуют ветру 8 баллам	
32	Зяндан	22	Н	155	А	—	15	65	20	20	С	2,0 6-7	Дом из жженого кирпича, высота стен порядка 10 м	
33	Чолпон	23	Н	133	А	—	5	60	35	35	С	1,7 6-7	Дом из жженого кирпича, высота стен порядка 10 м	
34	Ферма № 2	26	Н	162	А	—	20	70	10	10	С	2,1 6-7	Благоприятные грунтовые условия	
35	Курбу	27	Н	122	А	—	20	70	10	10	В	1,2 6-7	В южной части курорта разорвано кологу шпирт-ной пружерно 10 м	
36	36а Деше	25	Н	126	А	—	10	60	30	30	В	1,8 6-7	Дом из жженого кирпича, высота стен порядка 10 м	
37	Курорт Джергелан	26	НВ	20	Б	—	10	60	30	30	В	6-7	Дом из жженого кирпича, высота стен порядка 10 м	
38	Бозбулак	27	Н	1	Б	—	100	—	—	—	С-Ю	6-7	На второй террасе р. Каракөл эффект не более 3-6 баллов, в пойме р. Каракөл разрушения соответствуют ветру 8 баллам	
39	Музей Пржевальского	30	Н	150	А, Б	—	10	60	30	30	С-Ю	1,2 6-7	Сильно повреждена восточная окраина поселка	
40	Пристань г. Пржевальска	32	НВ	30	А	—	20	60	20	20	С	2,0 6-7	Повреждены основания северных и южных стен	
41	Бирбаш	26	Н	180	А	—	10	70	20	20	С-З	1,9 6-7	То же	
42	Джанарык	24	Н	171	А, Б	—	10	60	30	30	С	1,6 6-7	То же	
43	Маман	19	Н	232	А	—	20	60	20	20	С	2,0 6-7	То же	
44	Курорт Ак-Су	11	Н	10	Б	—	5	60	35	35	С-З, Ю-В	1,7 6-7	То же	
45	Таш-Булак	34	НВ	32	А	—	10	70	20	20	С-З	1,9 6-7	То же	

№	Пункт	Эпичентральное расстояние, км	Линейно-геологическое состояние	Общее количество построев	Тип построев	Повреждения, ** %					Направление ушара	Средняя степень повреждения	Сила соприкосновения	Примечание
						5 - обвалы	4 - разрушения	3 - сильные	2 - средние	1 - легкие				
46	Кочлюбе	28	Н В	69	А					40	2,1	6-7		
47	Чертегай	28	Н	72	А	20				70	2,0	6-7		
48	Тогузбай	25	Н	112	А	15				65	1,9	6-7		
49	Чок-Тогузбай	25	Н		А	15				60				
50	Котур	27	Н		А									
51	Сартолгай	27	Н		А									
6 баллов														
52	Рабочий поселок	20	Н		А								С-Ю	
53	Пржевальск	22	Н		А, В					40	0,8	6	Колебания почвы в меридиональном направлении	
54	Дейши	31	Н		А	20				40	0,8	6	То же	
55	Калпозка	23	Н		А	20				40	0,8	6	»	
56	Черяк	36	Н		А	20				40	0,8	6	»	
57	Кылай	36	Н		А	20				40	0,8	6	»	
58	Конгураг	37	Н		А	20				40	0,8	6	»	
59	Липенка	39	Н		А	20				40	0,8	6	»	
60	Кызыл-Туя	38	Н		А	20				50	0,8	6	»	
61	Михайловка	31	Н	714	А, Б	20				50	0,9	6	Колебания почвы, дощитые меридиональном направлении	
62	Песчаный	43	Н		А					50	0,9	6	»	
63	Николаевка	37	Н		А					50	0,9	6	То же	
64	Тюп	36	Н	2200	А, Б	20				60	0,8	6	»	
65	Ферма	21	Н		А, Б	40							»	
66	Кашка	23	Н		А								»	
67	Кок-Джон	24	Н		А								»	
68	Советское	24	Н	149	А					50	0,8	6	»	
69	Село им. Фрунзе	48	Н	250	А	10				60	0,8	6	»	
70	Курманга	50	Н	400	А	8				50	0,7	6	»	
71	Сары-Булак	45	Н	300	А	10				60	0,8	6	»	
72	Шагы	40	Н	148	А	5				55	0,6	6	»	
73	Ичкесу	37	Н	137	А	6				50	0,6	6	»	
74	Талды-Су	36	Н	370	А	5				50	0,6	6	»	
75	Курчи	34	Н	218	А	5				50	0,6	6	»	
76	Корулку	33	Н	242	А	5				50	0,6	6	»	
77	Човлаш	31	Н	135	А	8				55	0,7	6	»	
78	Джилбулак	30	Н	145	А	10				50	0,7	6	»	
79	Кара-Чункур	28	Н		А	5				45	0,6	6	»	
80	Кенсу	29	Н		А	5				45	0,6	6	»	
81	Тамытаты	31	Н		А	5				45	0,6	6	»	
82	Лесхоз Ченбет	30	Н		А	5				45	0,6	6	»	
83	Ферма № 2	34	Н		А	5				45	0,6	6	»	
84	Ферма № 3 Сан-ган	33	Н		А	5				45	0,6	6	»	
85	Карара	48	Н		А	5				45	0,6	6	»	
86	Перевал Санлаш	33	Н		А	5				45	0,6	6	»	
87	Жергалаш	32	Н		А	5				50	0,6	6	»	
88	Солхоз Карара	62	Н	400	А	5				50	0,6	6	»	
89	Кенсу, Каз. ССР	49	Н	50	А	20				60	1,0	6	»	
5-6 баллов														
90	Джегыл-Огуз	39	Н		А, Б	5				35	0,4	5-6	»	
91	Джамтобе	40	Н		А	3				35	0,4	5-6	»	
92	Мундук	44	Н		А	5				25	0,3	5-6	»	
93	Чырак	42	Н		А	4				30	0,4	5-6	»	
94	Ак-Дубе	47	Н		А	3				30	0,4	5-6	»	

* Н - нормальные грунтовые условия; НВ - неблагоприятные.
 ** Степень повреждения (по шкале МСБ-4964): 5 (обвалы) - полное разрушение зданий; 4 (разрушения) - сквозные трещины и проломы в стенах, обрушение частей зданий, обрушение внутренних стен и стен каркаса; 3 (сильные повреждения) - большие и глубокие трещины в стенах, падение лямовых труб; 2 (средние повреждения) - небольшие трещины в стенах, отслаивание больших кусков штукатурки, падение провольных черенки, трещины в лямовых трубах, падение частей лямовых труб; 1 (легкие повреждения) - тонкие трещины в штукатурке [1].

№	Пункт	Эпичентральное расстояние, км	Линейно-геологическое состояние	Общее количество построев	Тип построев	Повреждения, ** %					Направление ушара	Средняя степень повреждения	Сила соприкосновения	Примечание
						5 - обвалы	4 - разрушения	3 - сильные	2 - средние	1 - легкие				
95	Кокуй-Коль	50	Н		А					30	0,4	5-6		
96	Богааровна	44	Н		А					30	0,4	5-6		
97	Кур-Койсар	49	Н		А					30	0,4	5-6		
98	С-з «Иссык-Куль»	45	Н		Б					30	0,4	5-6		
99	Метеостанция	50	Н		А					30	0,4	5-6		
100	Прозерский	48	Н		А					30	0,4	5-6		
101	Кутурга	53	Н		А					30	0,4	5-6		
102	Ой-Тал	60	Н		А					30	0,4	5-6		
103	Курменгы, Каз. ССР	67	Н		А					30	0,4	5-6		
104	Саты, Каз. ССР	67	Н		А					30	0,4	5-6		
105	Кара-Булак, Каз. ССР	64	Н		А					30	0,4	5-6		
106	Жалапах, Каз. ССР	60	Н		А					30	0,4	5-6		
107	Тогузбулак	59	Н		А					30	0,4	5-6		
5 баллов														
108	Курорт Джегыл-Огуз	40	Н		Б					10	0,2	5		
109	Лесхоз Джегыл-Огуз	40	Н		А					10	0,2	5		
110	Шалба	44	Н		А					5-10	0,2	5		
111	Светлая Поляна	53	Н		А					5-10	0,2	5		
112	Покровка	58	Н		А, Б					5-10	0,2	5		
113	Таушинский леспромхоз	66	Н		А, Б					5-10	0,2	5		
114	Алтабас	77	Н		А					5-10	0,2	5		
115	Октябрь	69	Н		А					5-10	0,2	5		
116	Жилысай	74	Н		А					5-10	0,2	5		
117	Молочно-товарная ферма	59	Н		А					5-10	0,2	5		
118	Чирганак	61	Н		А					5	0,2	5		
119	Кеген	71	Н		А					5	0,2	5		
120	Кызыл-ту	73	Н		А					5	0,2	5		
121	Лесхоз с. Чаркудук	5	Н		А					5	0,2	5		
122	Покровка	57	Н		А					5	0,2	5		
124	Баркун	89	Н		А					5	0,2	5		
125	Каянч-Сай	129	Н		А, Б					5	0,2	5		
126	Ойтал	63	Н		А					5	0,2	5		
127	Анаьве	83	Н		А, Б					5	0,2	5		
128	Чолпон-Ата	132	Н		А, Б					5	0,2	5		
129	Чон-Сарай	159	Н		А					5	0,2	5		
130	Алма-Ата	165	Н		А					5	0,2	5		
131	Жалапах	62	Н		А					5	0,2	5		
132	Алга-Бас	78	Н		А					5	0,2	5		
133	Чилык	128	Н		А					5	0,2	5		
134	Кеген	72	Н		А					5	0,2	5		
135	Чунджа	129	Н		А					5	0,2	5		
136	Ак-Тал	138	Н		А					5	0,2	5		
137	Акшыйрак	74	Н		А					5	0,2	5		
138	Майдаар	63	Н		А					5	0,2	5		

Таблица 2

Макросейсмические данные о Саркымышском землетрясении 5.VI 1970 г.
Населенные пункты, для которых имеются неполные данные
(грунтовые условия нормальные)

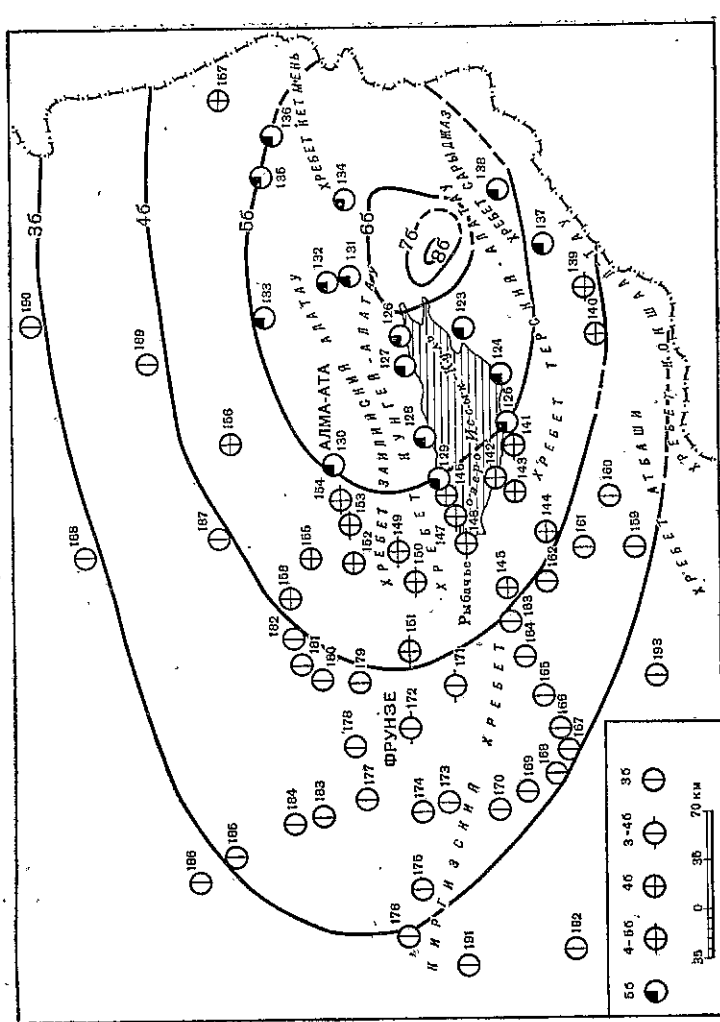
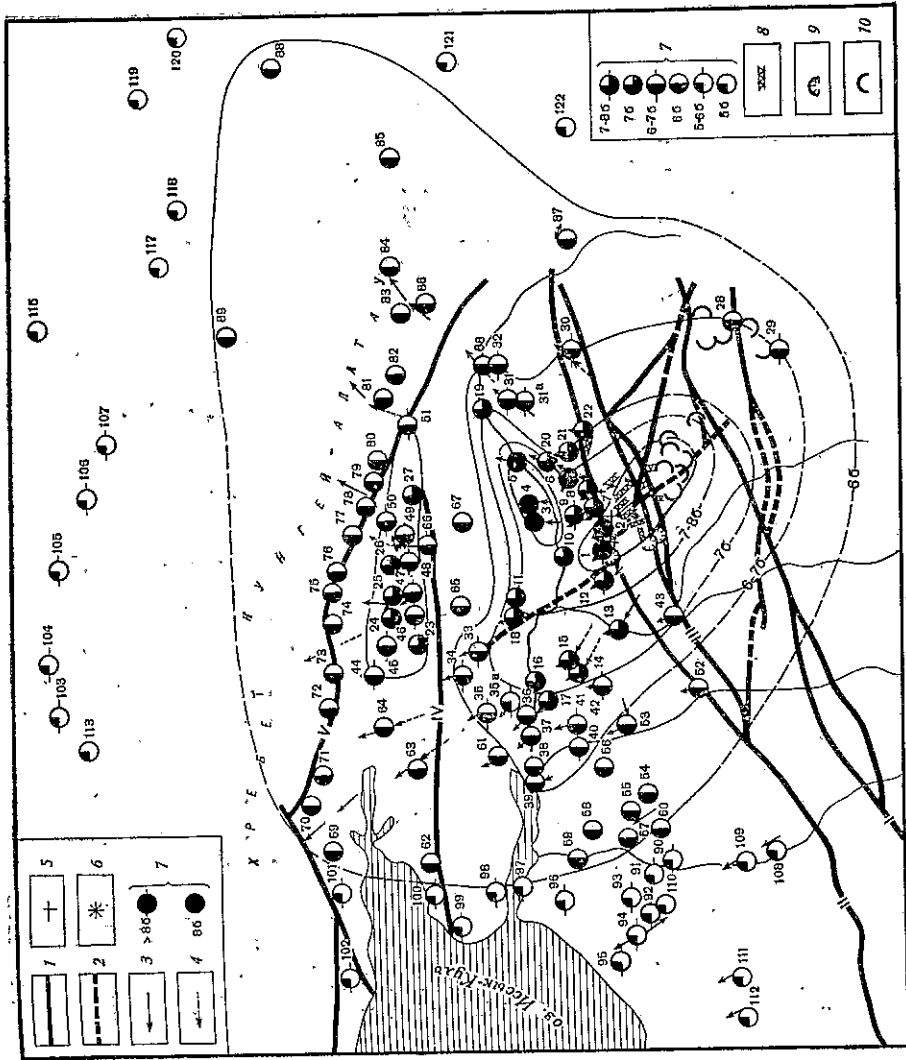
№	Пункт	Δ, км	№	Пункт	Δ, км	№	Пункт	Δ, км
139	Иптык (4-5б.)	406	157	Дубинская	185	173	Сосновка	390
140	Карасай	126	158	Копя	264	174	Калининское	398
141	Бокымбаевское (4-5б.)	145		3 балла		175	Мерке	452
142	Актарек	166	159	Нарын	250	176	Луговое	486
143	Донгала	477	160	Колхоз им. Кн	211	177	Стенное	390
144	Тарасу	243	161	рова	234	178	Успенское	360
145	Коккорка	171	162	Сарабулак	247	179	Актал	309
146	Тамчи	186	163	Чолпон	266	180	Перевал Курдай	314
147	Торайгыр	207	164	Перевал Кызарт	294	181	Отгар	308
148	Рыбачье	207	165	Тутельсай	324	182	Чильбастау	291
149	Ак-Тов (4-5б.)	213	166	Чаек	348	183	Энбектен	407
150	Бурулдай	234	167	Арал	365	184	Ворошиловка	417
151	Томак (4-5б.)	282	168	Кызыл-Ой	407	185	Кенес	450
152	Кастек, Каз.ССР	227	169	Сусамыр	407	186	Актана	464
153	Фабричный	201	170	Перевал Тюя-Ашу	398	187	Акши	232
154	Каз.ССР (4-5б.)	186	171	Курорт Иссык-Ата (3-4б.)	309	188	Баканас	324
155	Кав.ССР	233	172	г. Фрунзе (3-4б.)	338	189	Сары-Узек	215
156	Илти	195				190	Талды-Курган	282
						191	Талас	505
						192	Токтогул	504
						193	Дюрбөлдэкин	338

Во многих местах наблюдалось увеличение разрушительного эффекта в определенных грунтовых и гидрогеологических условиях. Так, пос. Ойкалча, расположенный в междуречье Шанак и Газольное, находящийся на рыхлых отложениях (увлажненный суглинок) с высоким стоянием грунтовых вод (от 1 до 4 м), пострадал гораздо сильнее, чем пос. Пионер, Ново-Константиновка и Ак-Булун, Советское, — по крайней мере на 1—1,5 балла. Особенно сильно сказалось влияние гидрогеологических условий в районе пристани Пржевальска. Здания, расположенные в пойме р. Каракол, гидравлическим ударом грунтовых вод выведены из строя, при этом разбиты трещинами и разрушены не только деревянные и цементные полы, но и бетонные фундаменты. Сейсмический эффект в этом месте соответствовал 8 баллам, тогда как в зданиях на плотных необводненных грунтах сила сотрясения уменьшалась. В результате макросейсмического обследования были получены сведения об осязаемости землетрясения из 193 населенных пунктов (табл. 1 и 2).

На основании этих данных построены карты изосейст, ограничивающие 8—9, 7—8, 6—7, 5, 4, 3 балльные зоны (рис. 1). Они дают возможность оценить характер распространения силы землетрясения в различных направлениях и определить охватываемые области различной балльности. Плейстоценовая область охватывает часть Саркымышского землетрясения охватила юго-восточную часть горы Кок-Кия, ущелье р. Джергес, отчасти междууречье Итке — Джергес и примыкающие с севера участки

Рис. 1. Схема изосейст Саркымышского землетрясения 5.VI

а — ближняя зона; б — дальняя зона, I — разломы; II — Центральный Терскийский, III — Северный предгорный, IIII — Южный предгорный, IV — Сухоребинский, V — Пржевальский; 2 — предпологаемые разломы; 3 — преобладающее направление уара; 4 — направление гуга; 5 — вертикальный уар; 6 — главный толчок по инструментальным данным; 7 — балльность; 8 — трещины; 9 — осыпи; 10 — наметки и обвалы



долины. Область максимальных сотрясений имеет форму вытянутого эллипса, большая ось которого ориентирована с юго-востока на северо-запад. Ее протяженность 15—18 км, средняя ширина не более 6 км. Плотность 8-балльной зоны равна 90 км². В пределах этой области расположены два населенных пункта Сарыкамыш и Кайрма-Арык; в центральной и юго-восточной частях области населенные пункты отсутствуют.

В центральной и южной частях плейстоценовой области зафиксировано множество остаточных деформаций земной поверхности. Самые значительные из них произошли в районе южнее горы Кок-Кия и вдоль р. Джергес. Здесь на рыхлых отложениях, на склонах водоразделов возникли трещины шириной от 0,2 до 1 м и реке до 1,5 м и наблюдались многочисленные срывы. В отдельных местах трещины прослеживаются на расстоянии до 4,5 км. Вдоль р. Джергес в приводораздельных частях хребтиков к юго-востоку от горы Кок-Кия, а также по тракту в непосредственной близости от Сарыкамыша возникли трещины всевозможного направления, к югу от горы Кок-Кия трещины ориентированы преимущественно вдоль склонов, имеются трещины близиротного направления, большинство трещин ориентировано в северо-западном направлении. Наблюдались массовые обвалы и оползни по берегам р. Джергес и в отдельных случаях по берегам рек Ичке, Джергес, Бозучук и Аксу. Имеется множество обвалов, обнаженных скал и вершин. Некоторые валуны сместились почти на ровном месте; создается впечатление, что во время главного толчка они были подброшены. В некоторых местах выкорчеваны большие деревья, вершины стволов многих сухих деревьев сломаны.

На основании материалов наблюдений и опроса жителей Сарыкамыш и Кайрма-Арыка можно сделать вывод, что преимущественное направление основного удара было с юго-востока на северо-запад и имело почти вертикальный характер. Это подтверждается характером разрушения зданий и направлений падения, движения и лаворотов предметов во время землетрясения.

Область 7—8-балльного сотрясения и, непосредственно окружающая плейстоценовую зону, в первом приближении имеет форму эллипса, вытянутого с юго-востока на северо-запад; длина по большой оси — 30 км, по малой — 15 км. Площадь области 7—8-балльных сотрясений около 240 км². Северная часть зоны в районе пос. Отрадное, Шапак и Раздольное расширяется и изолиния вытягивается в северо-восточном направлении вдоль р. Джергалан. Такое расширение зоны объясняется усилением сейсмического эффекта до 8 баллов за счет неблагоприятных грунтовых и гидрогеологических условий этого участка. В пос. Ой-Калча многие дома были разрушены. В отдельных строениях появились крупные трещины, выпали стены, разрушились крыши.

На северо-востоке и западе описываемой зоны в поселках Пионер, Ичке-Джергес, Константиновка и Керете-Таш, так же как и в плейстоценовой области, наиболее интенсивно проявился вертикальный толчок, в результате которого во многих домах произошло оседание или проваливание крыш, разваливание и частичное разрушение стен и выпадение углов зданий. На севере 7—8-балльной зоны на правом берегу р. Джергес в пос. Орлиное были сильно повреждены или разрушены старые дома из сырца и глинобитные. Новые постройки были повреждены в меньшей степени. По берегам р. Джергалан в этом районе возникли трещины в грунте и произошли обвалы и оползни.

В целом в 7—8-балльной зоне отмечались лишь отдельные небольшие трещины в грунте, срывы суглинков, горные осыпи и камнепады с крутых склонов.

Изюмная 7-балльная зона имеет ту же форму и конфигурацию, что и 7—8-балльная зона, и вытянута также в северо-западном направлении. Однако зона, где землетрясение проявилось силой 7 баллов, охватывает большую площадь, чем 7—8-балльная, и при-

мерно составляет 463 км². Большая ось изосейсты — 40 км, малая — 20 км. В ее пределах расположены десятки кишлаков и сел, а также ряд крупных поселков. Эти населенные пункты сконцентрированы в северной и северо-западной частях 7-балльной зоны и почти полностью отсутствуют в южной и юго-восточной ее частях. В связи с этим южная граница 7-балльной зоны проведена весьма ориентировочно, путем экстраполяции изолиний балльности. На востоке в районе пос. Ново-Вознесенка, Бозучук и Лесхоза происходит резкое сближение 7—8- и 7-балльных изосейст, что, по видимому, и связано с наличием Бозучукского разлома северо-западного простирания. При пересечении этого разлома, возможно, происходили большие потери энергии сейсмических волн. Аналогичная картина наблюдается на севере в зоне Госминского разлома. В этом районе ширина 7-балльной зоны резко уменьшается до 2—3 км.

В целом в 7-балльной зоне сила сотрясения во всех населенных пунктах, расположенных внутри этой зоны, имеет почти одинаковую степень пореждений и разрушений. Следует отметить, что в поселках, расположенных в западной и северо-западной частях 7-балльной зоны, отмечается преимущественное обваливание дымоходов, углов и стен зданий, обращенных на юго-восток и северо-запад, тогда как на северо-восточных и юго-западных стенах и углах зданий появилась лишь сеть мелких трещин. Эти данные свидетельствуют о преобладающем направлении удара с юго-востока на северо-запад. В населенных пунктах, расположенных в северной и северо-восточной частях 7-балльной зоны, преимущественно направление удара, по-видимому, было на север и северо-восток.

6—7-балльная зона в целом вытянута в северо-западном направлении и почти сохраняет форму и конфигурацию высокобалльных зон.

Отметим некоторую особенность проявления силы сотрясения в отдельных участках этой зоны. Так, в восточной части зоны, в районе между пос. Бозучук и лесхозом «Гурген», наблюдается значительное увеличение ширины 6—7-балльной зоны по сравнению с расстоянием между изосейстами 7- и 7—8-балльных сотрясений. Этот факт, возможно, свидетельствует о небольшой глубине залегания Бозучукского разлома.

На территории, охватываемой 6—7-балльной изосейстой, сильно повреждены были лишь старые постройки, сарай, а в новых зданиях образовались легкие повреждения. Преобладающее направление удара в 6—7-балльной зоне имеет различную ориентировку. В восточной и северо-восточной частях зоны удары ориентированы на север и на северо-восток, а в западной части зоны удары в основном направлены на северо-запад. Исключение составляют пункты, расположенные в долине р. Джергалан, где удары направлены на запад.

Общая площадь 6—7-балльной зоны 530 км², ее длина около 50 км, ширина примерно 30 км.

6-балльная зона охватывает всю восточную часть Иссык-Кульской впадины и прилегающей к ней горной системы Кунгей-и Терскей-Алатау и на северо-востоке южную часть территории Казахстана. По конфигурации изосейст можно полагать, что сейсмические колебания в 6-балльной зоне распространялись преимущественно в двух направлениях: северо-западном и северо-восточном. Это подтверждается характером повреждения зданий (нарушение стен и углов зданий, дымоходов, колебанием лампочек, а также показаниями жителей (очевидцев).

Во всех населенных пунктах западной части зоны, а также расположенных вдоль южного и северного берегов оз. Иссык-Куль наблюдались преимущественно поперечные колебания, т. е. примерно по направлению юг—север.

На севере рассматриваемой зоны в населенных пунктах, расположенных вдоль поймы р. Топ, отмечено увеличение силы землетрясения до 6—7, а в отдельных поселках до 7 баллов. На этом участке наиболее сильно

пострадали пос. Долон, Арал, Токтоян, Минбулак и Карасу. Силой 6—7 баллов землетрясение проявилось во многих пунктах, расположенных на берегу р. Тюп. Появление 7-балльного участка в пределах 6-балльной зоны, по-видимому, объясняется крайне неблагоприятными инженерно-геологическими условиями: высоким уровнем грунтовых вод, наличием заболоченных участков в центральной части долины р. Тюп.

На территории, охватываемой 6-балльной изостейстой, почти во всех строениях наблюдались легкие повреждения, а в отдельных зданиях группы А отмечены значительные повреждения. Для 6-балльной зоны (по обследованию) характерны повреждения штукатурки, образования трещин в потолках и стенах, повреждение дымовых труб, легкие несквозные трещины в углах зданий. Кроме того, сильные качание виселиц выбегали метров, падение с полок книг, посуды и т. д. Почти все жители выбегали из помещений. Во всех обследованных пунктах был слышен гул. Площадь 6-балльной зоны примерно 3786 км², ее протяженность по направлению северо-запад около 80 км, а по направлению северо-восток — 90 км.

Характерной особенностью 5-балльной изостейстой Сарыкамьшского землетрясения является, с одной стороны, значительный размер охватываемой площади (по сравнению с 6—8-балльной) — 50 660 км², с другой — заметное отклонение ориентации осей эллипса от общей ориентации 6—8-балльных изостейст.

Изостейста, ограничивающая 5-балльную зону, вытянута с востока на запад в близширотном направлении, согласно с просигранием хребтов Терскей-и Кунгей-Алатау. Большая ось изостейсты равна 300 км, малая — 190 км.

В пределах 5-балльной зоны были обследованы и получены макросейсмические сведения более чем в 50 населенных пунктах. Отмечаются только отдельные случаи незначительных повреждений в старях или некачественных зданиях.

Изостейсты 3-х и 4-балльных сотрясений также вытянуты с востока на запад в субширотном направлении в соответствии с просигранием горных систем Северного Тянь-Шаня. Большие оси 3- и 4-балльных изостейст равны соответственно 750 и 520 км, малые оси — 420 и 300 км.

Переходим к общему анализу карты изостейст Сарыкамьшского землетрясения.

Характерной особенностью изостейст этого землетрясения является, с одной стороны, малая область наибольших разрушений и относительно небольшие размеры площадей, ограниченных 6—8-балльными изостейстами, а с другой — значительные размеры области опустимости, достигающей 250 000 км² (см. рис. 4).

Изостейсты высших (6—8) баллов расположены довольно близко между собой и в целом вытянуты с юго-востока на северо-запад, почти вкрест простирания к основной геологической структуре Терскей-Алатау. В то же время расстояния между изостейстами малых (3—5) баллов значительно велики, и изостейсты вытянуты в близширотном направлении, согласно с простиранием главных геологических структур Северного Тянь-Шаня (см. рис. 4). При этом обращает на себя внимание тот факт, что изостейсты высших баллов как бы равномерно «прижатые» с запада и востока к осевой части плейстоценовой области и расстояния между ними оказались малы, а в северо-западном направлении ширина изостейст увеличивается.

На конфигурацию и ориентацию изостейст высших (6—8) баллов Сарыкамьшского землетрясения и их расположение больше влияние оказывали глубина очага, его размеры, протяженность и направленность излучения.

Для 3—5-балльных изостейст влияние вышеуказанных факторов можно пренебречь, так как размеры очага значительно малы по сравнению с расстоянием до соответствующих изостейст. В этом случае форма и ориен-

тация изостейст малых баллов в значительной степени зависели от особенностей расположения геологических структур.

В табл. 3 приведены данные из карт изостейст Сарыкамьшского землетрясения о величинах площадей зон различной балльности, распространении интенсивности от эпицентра по различным азимутам, а также соотношении расстояний между изостейстами высших и малых баллов.

Анализируя данные табл. 2 и учитывая результаты наблюдений за областью афтершоков, попытаемся оценить параметры очага главного толчка, а также затухание балльности в различных направлениях от эпицентра.

Очаг землетрясения. В дальнейшем будем считать, что очаг сильного землетрясения представляет собой область, которая содержит внутри себя основной разрыв, в зоне которого произошли неотрагические деформации. В первом приближении можно полагать, что зона очага совпадает с областью афтершоков.

Наибольшие концентрации максимальных сотрясений в районе над очаговой зоной, а также чрезмерно большие различия между изостейстами высших и малых баллов как по площади, так и по расстоянию дают нам основание предположить, что Сарыкамьшское землетрясение, вероятно, возникло на поверхности круглого разрыва, имеющего глубокое заложение. О круглом погружении очага в глубину свидетельствуют также одинаковые расстояния между изостейстами высших баллов от осевой части плейстоценовой зоны к востоку и западу (см. рис. 1 и табл. 3). И, наконец, анализ распределения афтершоков по глубинам указывает, что очаги афтершоков погружаются под крутым углом 15—20° (от вертикали) в северном и северо-восточном направлении до глубины 20—25 км. При этом наблюдается очевидная тенденция вытягивания зоны афтершоков в восточно-восточном и запад-северо-западном направлениях. Из вышеизложенного следует, что плоскости очага Сарыкамьшского землетрясения по всей вероятности имеют крутой наклон порядка 15—20° и погружаются в глубину в север-северо-восточном направлении.

Вертикальную протяженность очага обозначим через l_z , которая, согласно схеме (рис. 2), должна равняться разности глубин основной и верхней части очага, умноженной на коэффициент порядка 1,5 [2, 4].

$$l_z \approx 1,5(h_0 - h_2) \quad (1)$$

Для Сарыкамьшского землетрясения величина h_0 , возможно, колеблется в пределах от 0 до 5 км, так как в отдельных участках плейстоценовой зоны разрывы почти выходили на дневную поверхность. К этому

Parameters earth

Таблица 3

Размеры областей различной опустимости Сарыкамьшского землетрясения

I, балл	Северо-западное направление		Запад-юго-западное направление		Восток-северо-восточное направление		Диаметр и поглубь			
	Расстояние, км	между изостейстами	Расстояние, км	между изостейстами	Расстояние, км	между изостейстами	S_I км ²	d_{max}	r_{min}	r_{max}
8	3	17,5	3	17,5	3	17,5	90	18	6	9
7,5	10	19	7	18	7	18	209	28	14	14
7	18	24	13	20	11	19	460	38	22	19
6,5	24	29	18	24	14	24	527	48	34	24
6	46	48	32	37	24	37	3780	80	68	40
5	165	167	67,5	69	45	127	50 660	—	195	165
4	285	286	120	126	52,5	197	—	—	315	292
3	480	482	165	167	45	270	—	—	390	482

* S_I — площадь, ограниченная изостейстой I-го балла.

центре со снятым локальным эффектом верхней части очага 7 и 7.5. Теперь из формулы (1), подставляя значения глубины очага, определим ориентировочно вертикальную протяженность очага Сарыкампышского землетрясения

$$l_z = 1,5 (18 - 5) = 19,5 \text{ км.}$$

Практически одинаковый результат получается, если определить l_z по формуле Н. В. Шебалина [2]

$$\lg l_z = 0,3 M - 0,8, \text{ или } l_z = 10^{0,3M - 0,8} = 19 \text{ км,}$$

Горизонтальную протяженность очага (см. рис. 1) можно оценить по формуле, учитывающей размеры первой изосейсты [2, 3]

$$l_{xe} \approx 2 (r_{\max} - r_{\min}) = d_{\max} - d_{\min} = 18 \text{ км; } d_{\min} = 6 \text{ км}$$

и тогда $l_{xe} \approx 18 - 6 = 12 \text{ км,}$

Аналогичным образом определяется протяженность основной части очага по более далеким изосейстам, свободным от влияния верхней его части. Значение протяженности основной части очага l_x для 3-й от эпицентра изосейсты получим 18 км, для 4-й изосейсты $l_x = 24$; в среднем $l_x = 21 \text{ км.}$ Сопоставим это с другими данными.

Область очагов афтершоков Сарыкампышского землетрясения в целом ориентирована в восток-юго-восточном и запад-северо-западном направлениях и имеет протяженность 25—30 км. Учитывая возможное расширение области афтершоков (порядка 3—5 км), видим, что длина горизонтальной протяженности нижней части очага будет около 20—25 км. Попытаемся использовать некоторую эмпирическую зависимость между протяженностью очага и выделившейся сейсмической энергией E или магнитудой M , полученные разными авторами.

В работе [7] приводится формула $r_0 = 15^{5,3/E}$, где E — энергия на поверхности-сфере, r_0 — радиус очага (здесь радиус представляется в виде шара). Для Сарыкампышского землетрясения радиус составляет около 10 км, а диаметр, или протяженность очага, около 20 км.

При учете несферичности очага протяженность последнего должна быть несколько больше.

Если принять формулу Н. В. Шебалина [2]

$$\lg l_x = 0,5 M - 0,4 \lg h_m - 1,3, \text{ получим } l_x \approx 25 - 30 \text{ км.}$$

Средняя полученные значения по двум формулам, а также имея в виду размеры области очагов афтершоков, можно полагать, что горизонтальная протяженность нижнего края основного разрыва, по-видимому, была не менее 20—25 км.

ЛИТЕРАТУРА

1. С. В. Медведев, Н. В. Шебалин. С землетрясением можно спорить. М., «Наука», 1967.
2. Н. В. Шебалин. Макросейсмическое поле и очаг сильного землетрясения. М., 1969. (Автореф. докт. дисс.)
3. Н. В. Шебалин. О макросейсмической основе сейсмического микроайрирования. — Встр. инж. сейсмологии, вып. 13. М., «Наука», 1970.
4. Н. В. Шебалин. Оценка размеров и положения очага Ташкентского землетрясения по макросейсмическим и инструментальным данным (Ташкентское землетрясение 26 апреля 1966 года). Ташкент, Изд-во ФАН УЗб. ССР, 1971.
5. Н. В. Шебалин. Бальность, магнитуда и глубина очага землетрясения. — В сб. «Землетрясения в СССР». М., Изд-во АН СССР, 1964.
6. В. И. Улюмов. Деформация горных пород в области очага Ташкентского землетрясения 26 апреля 1966 года. — Изв. АН СССР, серия физико-математические науки, 1970, № 9.
7. В. И. Буца и др. Методы детального изучения сейсмичности. Труды Ин-та физики Земли, 1960, № 9 (176).

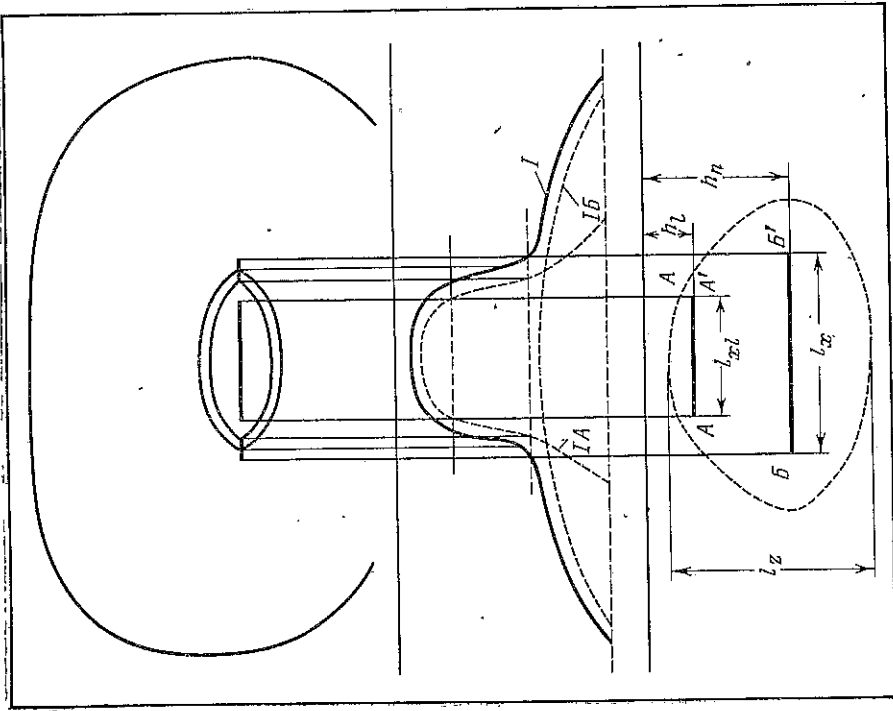


Рис. 2. Примерная модель очага [3]

можно добавить, что глубины расположения очагов афтершоков были также от 0—5 и 8—10 до 20—25 км. Можно определить h_n по первым изосейстам, используя палетку Шебалина [2, 4, 5] при коэффициенте затухания $k=5$, получим для верхней части очага $h_n = 5—7 \text{ км.}$

Для многих сильных и разрушительных землетрясений разрыв либо выходит на поверхность земли, либо находится под ее поверхностью. Например, для Ташкентского землетрясения вспарывание пород очага началось на глубине 8 км и распространялось в сторону земной поверхности до глубины порядка 3 км [6].

Согласно работам [2, 4], вертикальная протяженность очага l_z должна быть меньше или равна $1,5 h_n$, т. е.

$$l_z \leq 1,5 h_n. \quad (2)$$

В случае равенства $l_z = 1,5 h_n$ очаг должен выходить на поверхность земли, и тогда $h_n = 0$.

Глубину очага Сарыкампышского землетрясения по инструментальным данным определить не удалось ввиду отсутствия записи на близких станциях. Поэтому для определения глубины усредненной части очага будем использовать макросейсмические сведения этого землетрясения.

Для учета части очага, лежащей ниже его центра, используем данные о далеких изосейсах [2, 4]. Получим в предположении $J_{\text{от}} = 7,5$ баллов $h_n = 15 \text{ км,}$ в предположении $J_{\text{от}} = 7,0$ баллов $h_n = 20 \text{ км.}$ Тогда среднее значение $h_n \approx 18 \text{ км,}$ где $J_{\text{от}}$ — значение «нормальной» интенсивности в эпи-