

Особенности возникновения Гиссарского землетрясения 22.01. Очаг землетрясения возник непосредственно в зоне Илякского надвига в районе с. Окули-Боло. Эпицентральная зона с максимальным проявлением сопутствующих разрушений, разрывных и гравитационных явлений совпадает с дизъюнктивным узлом, образованным пересечением Илякского разлома с его северо-восточной опережающей ветвью и серией более молодых субмеридиональных разрывов. Данный район характеризуется относительно низкой сейсмичностью, хотя в прошлом здесь возникали сильные землетрясения. Известны Гиссарское и Гиссаро-Бабатагское 1958 г. с интенсивностью в эпицентре 5-6 баллов, 6-7-балльные Чимтептинское 1966 г. и Гиссарское 1988 г. [3, 4].

Заметной активизации сейсмических процессов непосредственно перед землетрясением 22.01.1989 г. не наблюдалось. В течение 1988 г. в рассматриваемом районе были локализованы 32 толчка с $K_p = 5-7$, в январе 1989 г. до 22 числа возникло четыре толчка с такой же энергией. Поэтому в данном случае "предвестником" Гиссарского землетрясения 22.01. можно считать сейсмическое "затишье".

Макросейсмика. В результате макросейсмического обследования были получены сведения более чем в 129 населенных пунктах (табл. 2). На основании этих данных построена карта изосейст (рис. 1), которая дает возможность оценить характер распространения землетрясения в различных направлениях.

Т а б л и ц а 2
Интенсивность проявления Гиссарского землетрясения 22.01.1989 г.

№ п/п	Пункт	* Δ, км	№ п/п	Пункт	* Δ, км
7-8 баллов					
I	Окули-Боло	2	20	Саркити	4
2	Каралпчак	2	21	Соркити-Боло	4
3	Первомай	2	22	Сумбула	4
4	Шарора	2	23	Кампиркала	8
			24	Кульмунда	6
			25	Цайнак	7
5	Окули-Поен	3	26	Чимтепа	8
6	Ходжасидик	3	27	Мурутак	8
7	Гиссар (ст. крепость)	4	28	Шураб	8
8	Хапти-Нав	6	29	к-в Джанова	8
			30	Гиссар	9
9	Манзар		31	Тубек	10
10	Уч. Андреева (с/х Дзержинского)	4	32	уч. Комсомол. (к-в Тельмана)	11
			33	Патанина	11
11	Уч. Дзержинского	4	34	Дучинора	12
12	Дурбат	5	35	Ленинский	13
13	Уч. хов	5	36	Аскар Сурх	13
14	Махмудий-Поен	5	37	Питомник	16
15	Янгисбад	5	38	Садринсовхоз	22
16	Джангал	5	39	Заркамар	31
17	Махмудло	6			5 баллов
18	Гульхани	6	40	Джорубсой	8
19	Иттифок	7	41	Водонасосная	8

2. Лукк А.А., Нерсесов И.Л. Глубокие Памиро-Гиндукутские землетрясения // Землетрясения в СССР в 1966 году. М.: Наука, 1970. С. 118-136.
3. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР. М.: Наука, 1977. 536 с.
4. Шварц А.В., Колесникова Р.М., Джанузакоев К.Д. и др. Макросейсмическое описание землетрясений // Землетрясения Средней Азии и Казахстана, 1985. Душанбе: Дониш, 1990. С. 23-41.

УДК 550.341 - 550.34 : 94

Р.У.Джураев, Г.Н.Шакиржанова

ГИССАРСКОЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЕ 22.01.1989 г.

Землетрясение произошло 22.01.1989 г. в 23 ч 02 мин по Гринвичу (в 05 ч 02 мин 23 января по Душанбинскому времени) в южной части Гиссарской долины, оказавшейся обширнее территории Таджикистана. Максимальный макросейсмический эффект 7-8 баллов отмечен в 15 км к юго-западу от столицы республики г. Душанбе в селении Окули-Боло, где разрушено 108 домов (тип А по шкале МК-64). Оставшиеся здания почти все оказались в аварийном состоянии и непригодными для жилья. Разрушено большинство хозяйственных построек. В эпицентральной зоне жертвами стихийного бедствия стали 274 человека.

Эпицентры магнитуды. Землетрясение зарегистрировано всей сейсмической сетью республик Средней Азии и Казахстана, многими стационарными станциями ЕССН и отдельными - мировой сети [1]. Результаты определения параметров инструментовального и макросейсмического гипоцентра, энергетического класса и магнитуды по различным системам наблюдений приведены в табл. 1.

Гипоцентр землетрясения (см. табл. 1, №3), определенный способом палеток изохрон с использованием географов В.К.Кулагина [2], принят в качестве окончательного. С учетом неоднозначных определений в-р на записях ближайших к очагу станций Акжуйли и Гиссар (эпицентральные расстояния соответственно 5 и 7 км) при хорошем азимутальном окружении погрешности в нахождении времени в очаге составляют: $\Delta t_0 = \pm 0,5$ с; $\Delta \varphi = \Delta \lambda = \pm 5$ км, глубина очага колеблется в пределах 2,5-5 км. Из табл. 4 видно, что хорошо согласуются между собой макросейсмический эпицентр (№ 4) и инструментальный (№ 3), однако макросейсмические глубинны очага ($h_1 = 5-7$ км и $h_2, M = 10$ км) оказались несколько завышенными.

Магнитуды МРГА и МЛН оценены по данным ЕССН при участии 19 станций [1]. Магнитуда, оцененная по коде, получена по данным четырех станций ОМТЭ.

Т а б л и ц а 1

Основные параметры землетрясения 22.01

№ п/п	Сейсмическая сеть	t_0 , мин с	φ , °N	λ , °E	h, км	K_p	МРГА (MSP) (MS)	МЛН (MS) (MS)	Магнитуда по коду
1	ЕССН	23 02 03,2	38,57	68,69	5	5,5	5,7		
2	ТИССС*	23 02 02,3	38,43	68,65	5-7	14,1			5,5
3	ОМТЭ	23 02 02,8	38,49	68,67	2,5-5,0	14,0			
4**			38,48	68,65	5-10				

*Оперативный сейсмологический бюллетень Средней Азии и Казахстана

**Гипоцентр по макросейсмическим данным.

Продолжение табл. 2

№ п/п	Пункт	* Δ, км	№ п/п	Пункт	* Δ, км
42	совхоз Борзоб	9	84	Орджоникидзебад	38
43	район МЛК	9	85	Турсунбаде	36
44	Гипрозем	10	86	Даханакик	32
45	Тиллобад	10	87	Сабазор	33
46	Риссовхоз	10	88	Шурманка	35
47	Учкуль	11	89	Болак	35
48	Чорьяккорон	12	90	Шаймузафар	35
49	Ляур	12	91	Чучалы	36
50	Лятобан	13	92	Богбон	37
51	Тайланбад	13	93	Джарат	37
52	Зафар	14	94	Кунгур	38
53	Касимбад	14	95	к/з Москва (Турсун-задевского района)	38
54	совхоз Россия	14	96	Асбоб	39
55	Алабайтал	14	97	Яван	40
56	Шаамбары	15	98	Варзоб	41
57	Навад	15	99	Джерино	42
58	Душанбе (центр)	16	100	Комсомол	42
59	Калинина	16	101	Сурхтеппа	45
60	Чагатай	16	102	Такоб	51
61	Дарози	19			
62	Чинор	23			
63	Тезгар	24			
64	Теплисамарканди	25			
65	Уч. Комсомол (к-з Ленина) Турсунзадевского района	27			
66	Сельбур	25			
67	к-з Ленина Гиссарско-го района	27			
68	Аккуртан	32			
69	Килчак	18			
70	Шохон	21			
71	совхоз Расулова	22			
72	Чорбог	22			
73	Бурма	24			
74	Джетькар	26			
75	Оксулок	26			
76	Нефтяник	26			
77	Султанабад	26			
78	Карасу	27			
79	Рохаты	28			
80	Шахринав	29			
81	Карагог	31			
82	Багаш	32			
83	Долонсой	33			
78					

Окончание табл. 2

№ п/п	Пункт	* Δ, км	№ п/п	Пункт	* Δ, км
123	Куляб	117	127	Айна	100
124	Хорог	175	128	Комсомолабад	122
			129	Шаартуз	142
125	Обитарм	95			
126	Рарз	100			

Землетрясение в эпицентральной зоне проявилось в виде резкого вертикального толчка, перешедшего в горизонтальные колебания преимущественно широтного направления. Землетрясение предшествовало сильной подземной гул. Происшедшие в результате землетрясения оползни на склонах хр. Уртабоз (рис. 2) усугубили разрушительную силу подземного толчка. Под 10-15-метровым завалом оказались частично пос. Шарора, Окули-Боло и полостью Окули-Доен. Была нарушена система электро-снабжения, водопровод, телефонная связь, повреждены мосты, 40 км автомобильной дороги. Помимо оползневых явлений, в этой зоне образовались многочисленные трещины в грунте. Размеры отдельных трещин достигали сотни метров в длину при ширине раскрытия от 2-3 до 5-7 см.

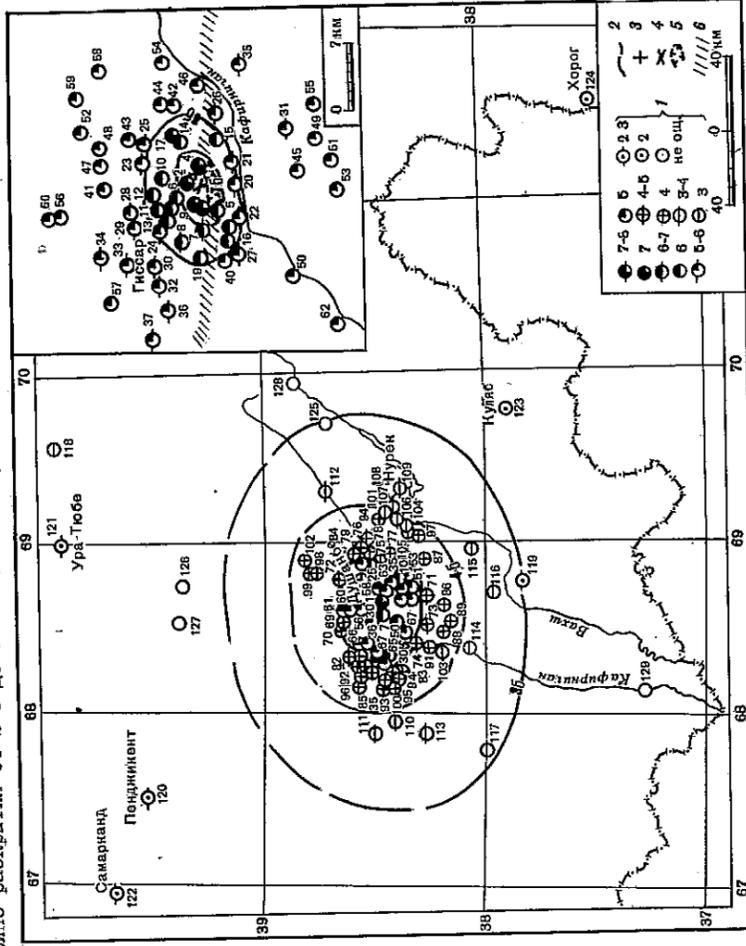
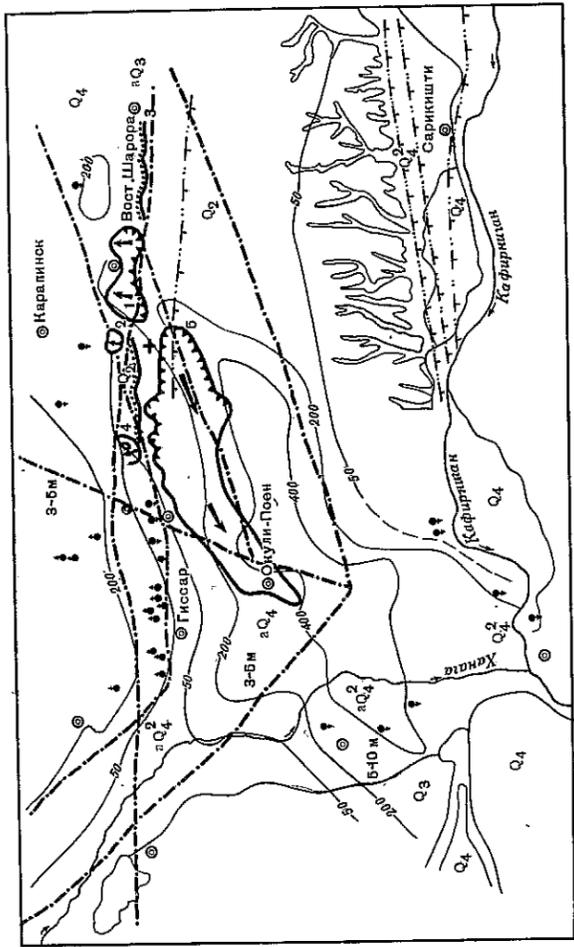


Рис. 1. Схема изосейст Гиссарского землетрясения 22.01.1989 г.
1 - балльность; 2 - изосейста; 3 - эпицентр по инструментальным данным;
4 - макросейсмический эпицентр; 5 - граница оползневых процессов; 6 - Иллекский разлом



Р и с. 2. Схема распространения оползневых явлений в эпицентральной зоне Гиссарского землетрясения 22.01.89 г. (по данным Ю. Тажикгеология)

В населенных пунктах, где сила сотрясения равнялась 7 баллам, наблюдалось частичное и полное обрушение глинобитных домов, выпадение частей стен. В стенах глинобитных домов образовались значительные трещины. Менее повреждены здания из жженого кирпича (тип Б).

В населенных пунктах Хааги-Нав, Ходжасидик, Окули-Поен, Гиссар (район старой крепости) степень разрушения построек соответствовала 6-7-балльному сейсмическому эффекту, согласно шкале балльности MSK-64. В Окули-Поен гравезам почти полностью разрушены 86 домов.

Плейстосейстовая 7-балльная область Гиссарского землетрясения имеет форму вытянутого эллипса, большая ось которого ориентирована в широтном направлении. Длина большой оси эллипса 8 км, малой — 4 км. В пределах этой области, занимающей площадь 25 км², расположены населенные пункты Окули-Боло, Карачинок, Первомай, Шарора, Окули-Поен. В этих селениях наблюдалось наибольшее число разрушений.

Изосейсты низших баллов в плане повторяют форму 7-балльной изосейсты. Однако наблюдается резкое увеличение площади 5-балльной зоны по сравнению с 7- и 6-балльными. Так, площадь 6-балльной зоны, в пределах которой расположены 12 населенных пунктов, составляет 125 км², а 5-балльной — 1700 км².

6-балльные колебания вызвали в жилых домах и общественных зданиях (школы, больницы и т.д.) глинобитного строения сквозные трещины в стенах, чаще в угловых сопряжениях. В отдельных случаях наблюдалось обрушение частей глинобитных дувалов и стен подсобных построек.

В этой зоне землетрясение также предшествовал сильный подземный гул.

5-балльная зона сотрясения включает в себя достаточно большое количество населенных пунктов (см. рис. 1), в том числе и г. Думанбе. В отдельных старших, преимущественно глинобитных, постройках этой зоны образовались тонкие трещины в стенах, в штукатурке стен, значительно увеличилась ранее существовавшая трещина в стенах домов. Подземный гул был слышен лишь в отдельных селениях, расположенных ближе к эпицентральной зоне.

Землетрясение интенсивностью 3-4 балла ощущалось на расстоянии 120 км (в западном направлении) в г. Денау, Шаруне, Сари-Оне и в восточном направлении на расстоянии 60-70 км в г. Нураке, пос. Рамит. 3-балльные колебания ощущались в Шурчи, Суликте, 2-балльные — в Кудябе и Хороге.

Гиссарское землетрясение сопровождалось большим числом афтершоков, семь из которых ($K = 7+10$) проявились на поверхности интенсивностью от 2-3 до 4-5 баллов.

По данным карт изосейст рассчитаны некоторые характеристики очага. Средние радиусы соответствующих изосейст составили (в километрах): 4 (1), 6,5 (2), 25 (3), 48 (4), 79 (5).

Принимая интенсивность в эпицентре равной 7-8 баллов, из уравнений макросейсмического поля [5] получаем $r_1 = 5+7$ км, $r_2 = 10$ км. Геометрические размеры очага рассчитывались на основе соотношений, приведенных в работах [6, 7]. Горизонтальная l_x и вертикальная l_z протяженности очага определены из эмпирических уравнений:

$$l_x = 0,5M - 1,8; \quad l_z = 0,3M - 0,8.$$

Длина плоскости (L) главного разрыва очага по простиранию, а также ширина по падению (W) рассчитаны на основе соотношений $l_x L = 0,44OM - 1,289$,

$$l_x W = 0,401M - 1,448.$$

При $M = 5,5$ следует, что $l_x = 9$ км, $l_z = 7$ км, $L = 12$ км, $W = 6$ км. Тогда площадь разрыва в форме эллипса $S_0 = 56$ км². Согласно механизму очага, землетрясение характеризуется горизонтальной ориентацией главных осей сжатия и растяжения соответственно в юго-восточном и юго-западном направлениях. Возможные плоскости разрыва ориентированы в субмеридиональном ($\Delta\lambda = 18^\circ$) и субширотном ($\Delta\lambda = 108^\circ$) направлениях.

Сопоставление схем изосейст и механизма очага Гиссарского землетрясения позволило назвать плоскость субширотного простирания ($\Delta\lambda = 108^\circ$), круто падающую к югу (угол с горизонтом 78°), плоскостью разрыва в очаге. Тип подвижки — правосторонний сдвиг.

Афтершоки. Землетрясение сопровождалось большим числом слабых повторных толчков, которые регистрировались до конца 1989 г., среди которых три имели энергетический класс $K_r = 9$ и одно — $K_r = 10$. В первые сутки произошло 72 афтершока, за период с 22.01 по 31.01 их было 179. За 1989 г. зарегистрировано более 500 афтершоков. Наиболее сильный из них ($K_r = 10,5$) произошел 25.01. Подавляющее большинство гипоцентров афтершоков расположено на глубинах 2,5-5 км, на остальных глубинах число их незначительно.

Аналогично способу, описанному в работе [8], рассмотрено развитие афтершокового процесса в течение года. С этой целью составлены числовые эпицентрально-ные поля афтершоков, построенные за январь (после основного события) и за весь период до конца года. Оконтурены области (рис. 3 а, б), наиболее залповые эпицентрами (до 95% всех отмеченных событий). По сути это поля плотности афтершоков в пределах элементарных площадок $1 \text{ км} \times 1 \text{ км}$. Большая часть эпицентров внут-

ри выделенного контура отражает многочисленные группы, объединяющие эпицентры с одинаковыми координатами.

Зона афтершоков по конфигурации представляет собой сложную фигуру преимущественно юго-западного простирания. Примерно третья часть всех локализованных афтершоков сконцентрировалась в зоне основного события (на рис. 3 - кружок), причем эта зона максимальной плотности толчков сформировалась уже в первые часы и дни (см. рис. 3, а). В ней преобладают в основном слабые толчки с $K \leq 7$. С последующей стадией формирования эпикентрального поля площадь, занятая эпицентрами, увеличилась, и возникли новые участки повышенной плотности (см. рис. 3, б).

Далее рассматривалось последовательное (по времени) "заполнение" эпицентрами афтершоковой области и примыкающей территории (рис. 4, а). Выделенная площадь с центром в эпицентре основного события была поделена на восемь секторов в соответствии с определяющими направлениями: на север (С), северо-восток (СВ), восток (В), юго-восток (ЮВ), юг (Ю), юго-запад (ЮЗ), запад (З) и северо-запад (СЗ). Рис. 4, б. В пределах каждого сектора определялись частоты возникновения повторных толчков в течение единичного интервала наблюдений. Временное распределение повторных толчков по разным направлениям следующее:

22.01 - 31.01.89 г.		22.01 - 31.12.89 г.	
Направление	Число толчков	Направление	Число толчков
С	1	С	5
СВ	-	СВ	3
В	1	В	9
ЮВ	8	ЮВ	14
Ю	48	Ю	85
ЮЗ	8	ЮЗ	81
З	27	З	165
СЗ	-	СЗ	2

Для сопоставления полученных результатов использованы круговые диаграммы (рис. 5 а, б). На январь (22.01 - 31.01) проведено 10 концентрических окружностей (см. рис. 5, а), на весь год проведено - 12 (см. рис. 5, б) радиусами 1, 2, 3 и т.д. Каждое кольцо соответствовало единичному временному интервалу: в первом случае - сутки, во втором - месяц. "Насыщенность" эпицентрами того или иного интервала наблюдений определялась шириной закрашенной полосы в пределах каждого кольца.

Как видно, в первые дни наметилась концентрация сейсмической деятельности в южном направлении, на пятые сутки определяющим стало западное направление в юго-западной ориентации, в других направлениях концентрация толчков незначительна.

О миграции афтершоков свидетельствует тот факт, что разность момента наступления S-P на ближайших станциях (Акуули, Гиссар) колебалась от 0,6 до 2,0 секунд. Радиус расхождения афтершоков - примерно 16 км. К югу от Илкско-Валхского разлома зона афтершоков распространялась на 12-15 км.

Высвобождение накопленной потенциальной энергии упругой деформации происходило относительно малыми актами, поэтому афтершоковая деятельность растянулась на несколько месяцев. Как уже отмечалось, наибольшее число повторных толчков локализовано в первые сутки, далее частота их повторения становилась все реже и реже. Возникновение 25.01 наиболее сильного афтершока ($M_p = 10,5$) на увеличение

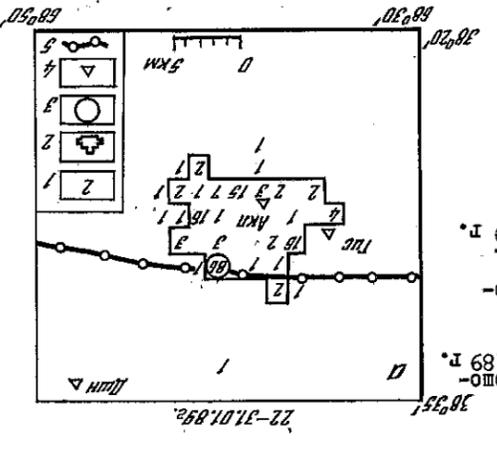
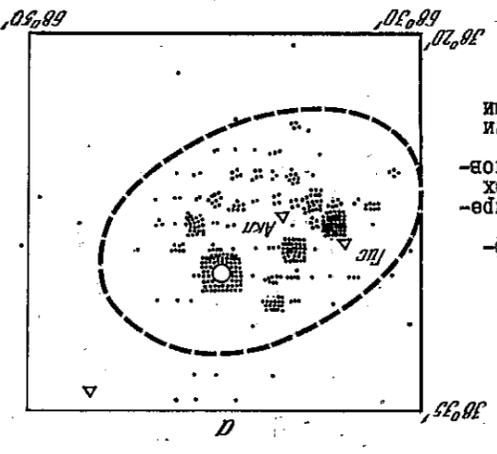
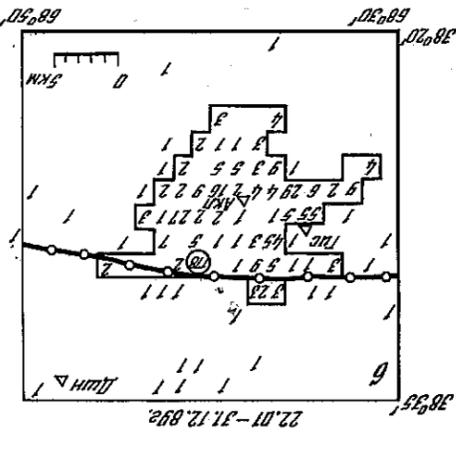
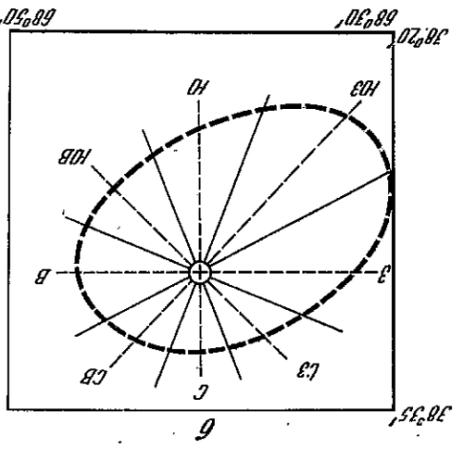
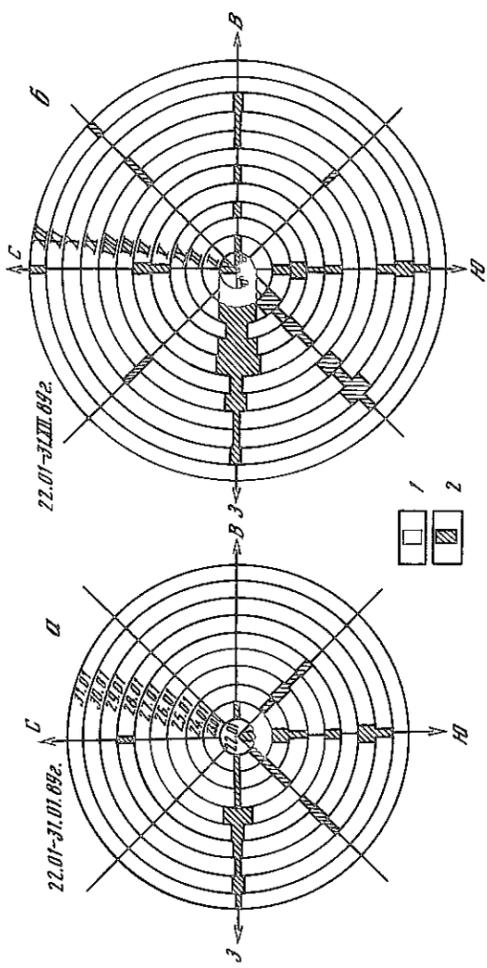


Рис. 4, а, б. Карта эпицентров афтершоков Гиссарского землетрясения 22.01.89 г. в пределах эпицентральной площади (или 1 x 1°).
1 - число афтершоков на элементарной площадке; 2 - контуры участков повышенной плотности афтершоков; 3 - эпицентр основного толчка 22.01.1989 г. ($M_p = 14$); 4 - сейсмическая станция; 5 - Илкско-Валхский разлом.

Рис. 5, а, б. Карта эпицентров афтершоков Гиссарского землетрясения 22.01.89 г. в пределах эпицентральной площади (или 1 x 1°).
1 - число афтершоков на элементарной площадке; 2 - контуры участков повышенной плотности афтершоков; 3 - эпицентр основного толчка 22.01.1989 г. ($M_p = 14$); 4 - сейсмическая станция; 5 - Илкско-Валхский разлом.



Р и с. 5 а, б. Диаграммы распределения чисел афтершоков Гиссарского землетрясения 22.01.1989 г. по секторам основных направлений

1 - "насыщенное" (больше 40 толчков) распределение афтершоков в интервалах времени (дни, месяцы); 2 - менее плотное (меньше 40 толчков) распределение афтершоков в интервалах времени (дни, месяцы). Минимальная ширина заштрихованной полосы соответствует 1 землетрясению в единицу времени (день, месяц) в области данного направления

числа толчков не повлияло; кроме того, его эпицентр расположился в менее активном юго-восточном направлении.

Таким образом, сравнение приведенных распределений показало, что сейсмический процесс в очаговой зоне Гиссарского землетрясения 22.01 происходил не в ограниченном пространстве, а во всех направлениях от Илякско-Вахшского разлома. При этом определяющим в развитии и расхождении афтершоковой активности было направление юг-запад.

Л и т е р а т у р а

1. Сейсмологический бюллетень (ежедекадный), 21-31 января 1989, ОмЗ ИФЗ АН СССР. Г. Обнинск, 1989. С. 30-34.
2. Кулагин В.К. Стрoение земной коры Вахшского района Таджикской ССР по сейсмическим данным / Диссертация на соискание ученой степени канд. физ.-мат. наук, Иркутск, 1970.
3. Княпина Т.А. Чмттепильское землетрясение 1966 г. // Сильные землетрясения Средней Азии и Казахстана. Душане: Дониш, 1970.
4. Мирзобаев Х.М., Княпина Т.А., Джураев Р.У. и др. макросейсмическое описание землетрясений // Землетрясения Средней Азии и Казахстана, 1980. Душане: Дониш, 1982. С.46-65.
5. Шебалин Н.В. Методы использования инженерно-геологических данных в сейсмическом районировании // Сейсмическое районирование СССР, М.: Наука, Ч. I, тл. I, 1966.
6. Шебалин Н.В. Очаги сильных землетрясений на территории СССР. М.: Наука, 1974. 54 с.
7. Шебалин Н.В. Оценка размеров и положения очага Ташкентского землетрясения по макросейсмическим и инструментальным данным // Ташкентское землетрясение 1966 г. Ташкент: Фан, 1971. С. 68-79
8. Ангареканский рой землетрясений в Байкальской рифтовой зоне / Под редакцией О.В. Павлова. Новосибирск: Наука, 1967. С. 15-17.