

Таблица 14.

Макросейсмические данные о землетрясении 6 декабря ($K = 13,6, h = 15$ км)

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
7	баллов		29	Солдатское	110	66	Бахт	130
1	Таваксай	5	30	Сырдарья	120	67	Самсоновка	145
6-7	баллов		31	Джетьсай	120	68	Леннабад	155
			32	Пангаз	125	69	Уртегожайское	160
2	Чирчик	17	33	Баяркум	145	70	Чкаловск	165
3	Комсомольск	25	34	Гулистан	150	71	Караван	180
			35	Хаваст	175	72	Кировское	200
6	баллов		73	Ура-Гюбе		73	Ура-Гюбе	205
			74	Гелля-Арал		74	Гелля-Арал	255
4	Гавалмент	12	40	Богустан	40	3	балла	
5	Трошкое	25	36	Фогчелево	50	75	Белье воды	95
6	Горное	35	37	Чентельды	55	76	Чимкент	95
7	Дурмень	40	38	Янглабад	70	77	Каньшик	120
8	Станция Ке-лес	45	39	Той-Тала	70	78	Ванновка	125
			40	Ангрэн	80	79	Бурно Октябрьское	160
9	Турбат	20	41	Мурат-Али	80	80	Пролетарск	170
10	Ходжикент	30	42	Телю	85	81	Шаульдер	175
11	Кара-Калпак	35	43	Алмалык	90	82	Аркт	200
12	Луначарское	45	44	Бука	100	83	Ленинполь	220
13	Ташкент	50	45	Алтын-Тошкан	110	84	Фергана	230
			46	Адрасман	115	85	Кенгау	235
			47	Ильич	135	86	Анджан	255
			48	Чорух-Дайрон	140	87	Кадамжай	275
			49	Славянка	145	88	Михайловка	445
14	Ленинское	30	50	Чардера	145	2-3	балла	
15	Карагас (Шарахона)	35	51	Кайраккум	155	89	Кантемировка	150
16	Паркент	35	52	Бекабад	165	90	Таш-Кульар	225
17	Заркент	40	53	Зарблор	190	91	Тала	245
18	Янги-Безар	40	54	(Ломакшино)	205	92	Иски Наукет	305
19	Сары-Агач	45	55	Пахтакор	230	93	Самарканд	325
20	Абай	65	56	Ансай	235	2	балла	
21	Тюя-Бугуз	75	57	Джизак	250	94	Исфара	190
			58	Абурдон		95	Карши	460
			59	3-4 балла		80	Ошумалось	
22	Чарвак	25	60	Георгиевка	75	80	Кирда	
23	Степное	25	61	Керауни	80	100	Кельте-Машат	35
24	Бурчмулла	40	62	Кирда	80	115	Сас-Гюбе	50
25	Навай	40	63	Кельте-Машат	100	96	Чимган	
26	Дарбава	50	64	Сас-Гюбе	115	97	Ташкент	
27	Янги-Юль	75	65	Арвась	125		(Чиланзар)	
28	Аккурган	105						

Заключение

В 1977 г. на территории Средней Азии и Казахстана было зарегистрировано и обработано 1628 землетрясений с $K \geq 9$. На основе данных об этих землетрясениях были построены карты эпицентров и гипоцентров, графики поворота и графики выделившейся суммарной сейсмической энергии. Было показано, что сейсмически активные участки, так же как и в 1976 г., находятся в пампир-гиндукушской зоне и приурочены к хребтам Алайскому, Заалайскому, Петра Первого. Началась значительная активизация в ранее слабоактивной области хребтов Актау и Тереклигау. Активизировалась южно-тынь-шаньская зона, где на территории Южно-Ферганских разломов произошли самые сильные землетрясения года - Исфара-Баткенское ($K = 15$) и Хайдарканское ($K = 14$).

ЛИТЕРАТУРА

1. Уломов В.И., Фленова М.Г., Каток А.П. и др. Землетрясения Средней Азии и Казахстана. - В кн.: Землетрясения в СССР в 1976 году. М.: Наука, 1980, с. 27-39.
2. Захарова А.И., Каток А.П., Розова Е.А. и др. Землетрясения Средней Азии. - В кн.: Землетрясения в СССР в 1969 году. М.: Наука, 1973, с. 41-80.
3. Каток А.П. Сейсмичность Таджикистана в 1962 году. - В кн.: Землетрясения в СССР в 1962 году. М.: Наука, 1964, с. 79-84.

К.Д. Джанузак, Х.М. Мирзабаев, С.М. Касымов,
Р.Ш. Альбаев, А.М. Мурашев

**Исфара-Баткенское землетрясение
31 января 1977 г.**

31 января 1977 г. в 14 ч 26 м 13,5 с по гринвичскому времени (20 ч 26 м по местному времени) в юго-западной части Ферганской долины произошло землетрясение с магнитудой $M = 6,1$, охватившее соприксающимися обширную пограничную зону Кыргызии, Таджикистана, Узбекистана. В эпицентральной зоне интенсивность сотрясений достигала 7-8 баллов. По размерам очага и по выделенной энергии оно является крупнейшим в юго-западной части Ферганской долины.

Координаты эпицентра этого землетрясения, определенные по инструментальным данным сети сейсмических станций Средней Азии и Казахстана, следующие: $\phi = 40,05^\circ$ с.ш., $\lambda = 70,52^\circ$ в.д.; значения глубины очага, вычисленные по инструментальным и макросейсмическим данным, практически совпадают и равны 25 ± 5 км. В эпицентральной зоне зарегистрировано более 150 повторных толчков с $K = 6-11$. Распределение повторных толчков, происшедших с момента возникновения землетрясения до конца 1977 г., по энергетическим классам приведено ниже:

K	9	10	11	12	13
31.I-31.III	13	5	1	3	1
1.IV (до конца года)	4	2	1		

Очаговая область (если полагать, что она соответствует области афтершоков) находится между реками Исфара и Сох, причем центр ее сместился примерно на 7 км на северо-запад относительно главного толчка. Площадь области эпицентров афтершоков $S \approx 9$, происшедших до 25 марта, составляет 200 км^2 . Далее с течением времени она несколько расширилась.

Самые сильные повторные толчки достигали интенсивности 5-6 баллов (см. рис. 3 в статье "Землетрясения Средней Азии"). Основной толчок ощущался на большей части территории Кыргызии и на значительных площадях Таджикистана, Узбекистана, а также юго-западных районов Казахстана. Во Фрунзе оно проявилось с силой 3 балла, а в Ташкенте - 5-6, в Оше - 5, в Душанбе - 3-4 балла. Максимальные сотрясения охватили районы между реками Сох и Исфара.

В результате макросейсмического обследования были получены сведения об ошумности землетрясения более чем в 357 населенных пунктах (см. таблицу, Δ - расстояние от эпицентра, определенное по инструментальным данным). На основании этих данных построена карта изосейст, которая дает возможность оконтурить положение очага и плейстоценовую область, а также оценить характер распространения землетрясения в различных направлениях (рис. 1, вкл; рис. 2).

Плейстоценовая область Исфара-Баткенского землетрясения, обрисованная изосейстой 7 баллов, имеет форму вытянутого эллипса, большая ось которого ориентирована с северо-запада на юго-восток (рис. 1). Длина эллипса 30-35 км, средняя ширина около 15 км. В пределах плейстоценовой области, занимающей площадь около 500 км^2 , расположено более 25 населенных пунктов, что свидетельствует о большой плотности населения на территории, где землетрясение проявилось с наибольшей силой.

Максимальная зона сотрясения, равная 7-8 баллам, не имеет четких границ. В плане эту зону можно условно выделить в виде узкой прерывистой полосы шириной 1-2 км широтной ориентации охватили районы протяженностью около 22 км.

Таблица (окончание)

№ п/п	Пункт	Δ, км	№ п/п	Пункт	Δ, км	Пункт	Δ, км	
2 балла								
344	Бирлик	464	349	Канемех	485	354	Новотроицкое	465
345	Байкадам	413	350	Китаб	356	355	Низен	470
346	Гузэр	426	351	Мубарек	494	356	Токмак	478
347	Дехканабад	420	352	Московский	288	357	Шейрхан	536
348	Касан	465	353	Мерке	364			

В этой зоне располагаются наиболее разрушенные селения: Кызыл-Пилал, пос. Больница, Офтобуй и Дагана, Кызылбел, Булакбаши, Базарбаши и Карабак. Эпицентр, определенный по инструментальным данным, находится в 5-7 км северо-восточнее г. Багкен, примерно в середине 6-балльной зоны, и не совпадает ни с одним участком максимальных разрушений. В его районе сила землетрясения не превышала 7 баллов. Изосейста, ограничивающая 6-7-балльную зону сотрясений, имеет ту же конфигурацию и простирание, что и 7-балльная зона.

Шестибалльная зона в целом вытянута в юго-восточном направлении и имеет конфигурацию первой изолинии. Ее общая площадь 4300 км², длина около 90 км, ширина примерно 50 км.

Зона 5-балльного сотрясения составила 52 335 км², 4-балльного - 79 910 км². Общая площадь сотрясений свыше 4 баллов была равной 135 015 км². Изосейста 5-балльной зоны имеет сложную конфигурацию, особенно в ее северных границах. Наблюдается резкое расширение площади 5-балльного сотрясения, а направление простирания длинной оси изосейсты снова возвращается к широтному. На юге 5-балльная изосейста близко прижимается к 6-балльной, в то время как на севере эта граница отходит на значительное расстояние.

Четырехбалльная изосейста в целом повторяет сложную конфигурацию 5-балльной изосейсты. Продолжается расширение 4-балльной зоны на севере и на северо-западе по сравнению с южной и юго-западной частями. Большая ось 4-балльной изосейсты продолжает унаследованный поворот и имеет уже северо-восточное направление.

Землетрясение в илейской области проявилось в виде резкого, кратковременного вертикального толчка, горизонтальные колебания были выражены слабее. За мгновение до основного толчка землетрясения слышался гул. Многие заметили свечение над горизонтом. Направление источника гула и свечения, по свидетельству большинства очевидцев, в общем совпадает. Источник гула и свечения тяготеет к вершинам и южным склонам западного продолжения гор Гузан. Однако положение этого источника не совпадает ни с макросейсмическим, ни с инструментальным эпицентрами землетрясения. Характер гула изменился в зависимости от интенсивности землетрясения. Так, в эпицентральной зоне гул был подобен гуду надвигающегося порыва сильного ураганного ветра, а на удалении по мере ослабления разрушительной силы землетрясения он напоминал гул мощного подземного взрыва или звук быстрого движения большого числа гусеничных машин. Замечалось беспокойство животных перед землетрясением. Интересно также отметить редкое звуковое явление, предшествовавшее основному гулу. Рассказавший об этом явлении житель кишлака Кулькент сидел во дворе под навесом, на котором был сложен стог сена. Из стога слышался шелест. Ему показалось, что шелест вызван залегавшими и шевелившимися в сене птицами, покой которых он нарушил. Только после этого он услышал гул надвигающегося порыва ураганного ветра.

В зоне 7-8-балльного сотрясения произошло разрушение жилых и общественных зданий, построенных без учета антисейсмических норм. Следует отметить, что как в 7-8-балльной, так и в 7-балльной зонах подавляющее большинство строений возведены без учета норм сейсмостойкого строительства; разрушение

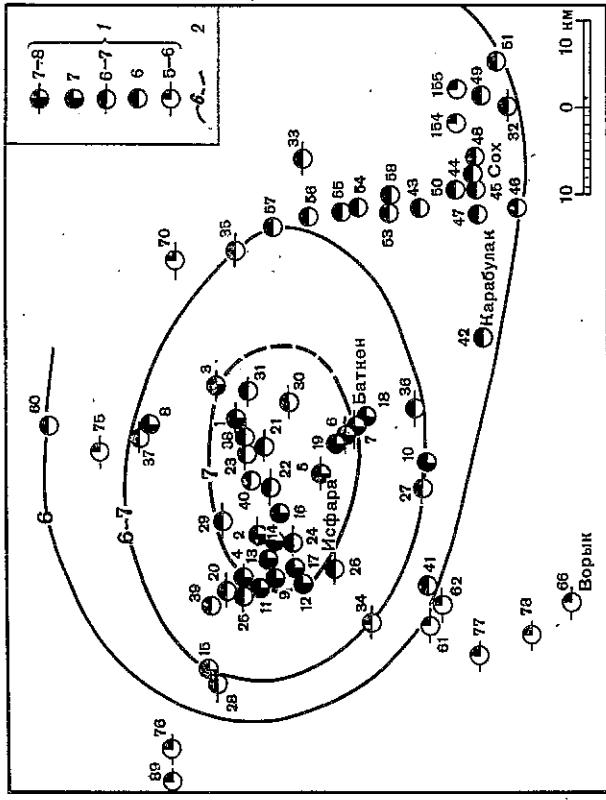


Рис. 2. Эпицентральная зона Исфара-Баткенского землетрясения
Условные обозначения см. рис. 1

их привело к значительному материальному ущербу. В селениях Офтобуй, Дагана, Кызыл-Пилал и в пос. Больница сооружения преимущественно относятся к типу А, реже - к типу Б (в соответствии с классификацией шкалы MSK-64). К сооружениям типа А относятся дома из кирпича-сырца, из рваного камня, а также глинобитные постройки "сидж", "лоха", "сидж-лоха", "кулохи". Повреждения в сооружениях типа А - четвертой степени, реже - пятой: сквозные трещины и проломы в стенах, обрушение частей зданий, иногда - полное обрушение зданий. В обычных кирпичных зданиях, возведенных из естественного тесаного камня (тип Б), - повреждения третьей, реже четвертой степени: сквозные трещины в стенах, разрушение связей между отдельными частями зданий, падение дымовых труб. Обрушение стен зданий типа А происходило наружу. Во многих домах по всем четырем углам образовались открытые трещины, расширяющиеся вверху, и все четыре стены "падали" наружу "конвертом".

В 7-8-балльной зоне произошло трещинообразование на естественных грунтах, деформация насыпных грунтов. Трещины, образовавшиеся на супесчано-суглинистых, волоньесыпных грунтах в условиях равнинного рельефа, достигли длины нескольких метров и имели субширотное простирание. Они прослеживались в илейской области землетрясения на протяжении 20-22 км. Часть из них - зияющие, с выходом грунтовых вод.

В 7-балльной зоне в зданиях типа А произошли повреждения третьей степени, реже - второй и четвертой, в зданиях типа Б - второй, реже - третьей степени, в зданиях типа В - первой степени. В зоне наблюдаются деформации искусственных насыпных грунтов в откосах дорожных полотна, а также остаточные сейсмогравитационные деформации на склонах гор Гузан и в уступах речных террас. В 6-балльной зоне дома типа А получили повреждения первой степени, в 5-балльной зоне изредка встречаются повреждения в домах типа А первой степени.

Отмеченное выше насовиаление инструментального эпицентра с зоной максимальных повреждений обусловлено инженерно-геологическим, гидрогеологическим и тектоническим строением территории землетрясения.

Одним из определяющих факторов возрастания интенсивности землетрясения при этом явилась глубина залегания уровня грунтовых вод, особенно в суглинистых грунтах. Наиболее близко к поверхности земли грунтовые воды нахо-

дятся в районе кишлаков Офтобруй, Дагана, пос. Больница и в районе северо-восточнее кишлака Чильгазы, где уровень грунтовых вод находится на глубинах 0-3 м.

В пос. Больница, расположенном на лёссовидных суглинках мощностью свыше 1,0-1,5 м при уровне грунтовых вод 0-5 м, землетрясение произошло на один балл выше, чем в пос. Ляккан (6-7 баллов). Последний расположен на валунно-галечниковых отложениях с щебнем и суглинками заполнителем при уровне грунтовых вод 3-5 м и ниже. В кишлаке Офтобруй интенсивность землетрясения достигала 7-8 баллов, на участке оцеводческой фермы колхоза им. Кудыбашева, находящейся в 4 км северо-восточнее от кишлака, - 6-7 баллов. Кишлак Офтобруй расположен на лёссовидных серых суглинках с включением гравия при уровне грунтовых вод менее 1 м. Такое же увеличение интенсивности сопряжено с связанной с уровнем грунтовых вод, происходило и в пос. Кызыл-Пилал, Дагана и т.д.

Таким образом, можно отметить, что распространение наиболее значительных остаточных деформаций на грунтах и разрушение многих поселков в северной части Исфара-Баткенской впадины и горах Гузан вызваны инженерно-геологическими условиями пород и уровнем залегания грунтовых вод.

Характерными особенностями карты изосейст этого землетрясения являются, с одной стороны, сравнительно малая область наибольших разрушений и относительно небольшие размеры площадей, ограниченных 6- и 7-балльными изосейстами, а с другой - значительные размеры областей суглинков.

Наибольшие концентрации максимальных сотрясений в районе над очаговой зоной, а также чрезмерно большие различия между площадями, ограниченными изосейстами высших и низших баллов, дают основание предположить, что Исфара-Баткенское землетрясение возникло на поверхности круглого разрыва, имеющего глубокое залегание. О круглом погружении очага в глубину свидетельствуют также одинаковые расстояния между изосейстами высших баллов по отношению к осевой части илеистосейстовой зоны. И наконец, анализ распределения афтершоков по глубинам показывает, что очаги афтершоков погружаются под круглым углом (75-80°) в южном и юго-восточном направлениях до глубины 1,5-2,0 км. При этом наблюдается очевидная тенденция к вытягиванию зоны афтершоков почти в широтном направлении. Из изложенного следует, что плоскость очага Исфара-Баткенского землетрясения, по всей вероятности, имеет круглой (75-80°) наклон в южном и юго-восточном направлениях.

Механизм очага, определенный Т.А. Лопатиной по записям 37 сейсмических станций, также показывает, что разрыв происходил по плоскости примерно широтного простирания и падает почти на юг под углом 37° к горизонту (53° к вертикали). Подвижка по этой плоскости направлена к северо-западу под углом 16° к горизонту. Высшее крыло поднимается. Происходит надвигообразование.

Сейсмический момент M_0 рассчитывался по формуле: $M_0 = \mu S D$, где μ - модуль упругости сдвига, равный $3 \cdot 10^{11}$ дин/см²; S - площадь разрыва, равная $L \cdot h$. Длина разрыва $L = 35$ км и его ширина $h = 15$ км определены на основании макросейсмических данных и пространственного размещения афтершоков. Средняя величина подвижки по плоскости разрыва $D = 40$ см взята по корреляционному графику Чиннери [1]. При этом для данного землетрясения $M_0 = 0,35 \cdot 10^{26}$ дин/см.

Величина сброшенного напряжения $\Delta \sigma$, рассчитанная по формуле, приведенной в работе [2], равна $1,15 \cdot 10^7$ дин/см² $\approx 11,5$ бар.

Найденные величины M_0 и $\Delta \sigma$ хорошо согласуются с данными для неглубоких землетрясений с $M = 6,5-6,7$ [1]. Горизонтальная и вертикальная протяженность очага оценены по размещению повторных толчков и макросейсмическим данным [3]. Глубина до верхней части очага равна 1,0 км, до основной части - около 2,5 км. Ближайшее простирание плоскостей разрыва уверенно определяется как по положению области афтершоков, так и по вытянутости первых изосейст.

Исфара-Баткенское землетрясение произошло в пределах Южно-Ферганской сейсмогенной зоны, выявленной и нанесенной на новую карту сейсмического районирования масштаба 1:2 500 000 совместными усилиями специалистов Кир-

гизии, Узбекистана и Таджикистана. Магнитуда этого землетрясения совпадает с указанной на карте сейсморастворения для этой зоны [4].

Эпицентр основного толчка и подавляющая масса эпицентров последующих толчков приурочены к зоне Южно-Ферганского глубинного разлома, в том числе и к западному флангу одной из его составляющих - Северо-Катранскому разлому [5]. Плотное "облако" эпицентров афтершоков практически полностью перекрывает узел на стыке Северо-Катранского разлома с северо-западными разрывами западного простирания.

Выше было отмечено, что гипоцентр основного толчка расположен на глубине 25±5 км. В структурном отношении он занимает место в южной части зоны Южно-Ферганского глубинного разлома, готовая к плоскости Северо-Катранского краевого разлома, имеющего здесь крутое падение.

На основании геоструктурного анализа Г.Н. Винниченко и Л.М. Лысков пришли к заключению, что рассматриваемый сейсмический акт связан с реализацией напряжений по Южно-Ферганскому разлому [6].

Таким образом, возвращаясь к большому количеству геологов о генетической связи возникновения Исфара-Баткенского землетрясения с подвижками в Южно-Ферганском разломе совпадают.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ризниченко Ю.В. Размеры очага корового землетрясения и сейсмический момент. - В кн.: Исследования по физике землетрясений. М.: Наука, 1976, с. 9-27.
2. Ризниченко Ю.В., Джавидов Э.А., Болкванде И.Н. Спектры колебаний и параметры очагов землетрясений Кавказа. - В кн.: Исследования по физике землетрясений. М.: Наука, 1976, с. 74-86.
3. Шабалин Н.В. Очаги сильных землетрясений на территории СССР. М.: Наука, 1975, с. 79-86.
4. Джанузакоев К.Д., Ильясов Б.И., Кнауф В.И. и др. Сейсмическое районирование Киргизской ССР. Фрунзе: Илим, 1977.
5. Калмураев К.Е., Кнауф В.И., Юдахин Ф.Н. и др. Предварительные результаты изучения Исфара-Баткенского землетрясения 31 января 1977 года. - Изв. АН КиргССР, 1977, № 5, с. 11-19.
6. Винниченко Г.Н., Лысков Л.М. Геологические условия возникновения Исфара-Баткенского землетрясения 31 января 1977 года. - Сильные землетрясения Средней Азии и Казахстана, 1980, № 5.

УДК 550.341-550.34:91

И.В. Ананьин, С.М. Касымов, А. Джураев, П. Малатов, С.А. Абдурахманов,
Г.Л. Голлинский, Ч. Мурадов, А.Р. Рахимов, В.К. Иодко,
А.Ф. Краснова

Макросейсмические данные газлийских землетрясений

Землетрясения 8 апреля и 17 мая 1976 г. ошущались почти на всей территории Узбекской и Туркменской ССР, частично на территории Таджикской, Киргизской и на юге Казахской ССР, охватив площадь около 1,5 млн. км². Последствия этих землетрясений изучали: на территории УзССР - экспедиция Института сейсмологии АН УзССР: С.М. Касымов - руководитель работ, А. Джураев, П. Малатов, С.А. Абдурахманов; КиргССР - К.Н. Джанузакоев; КазахССР - А. Досымов. Кроме того, отдельные маршрутные поездки по территории УзССР были совершены И.В. Ананьин (ИФЗ АН СССР).

Изучение характера проявления землетрясений на территории ТССР проводилось сейсмологической экспедицией Института сейсмологии АН ТССР, возглав-