

Восемь месяцев (январь-август 1979 г.), предшествовавших изучаемым сильным декабрьским землетрясениям 1979 г., наблюдалось постепенное спадание активности. Рой землетрясений в районе Речхи-Саберио подтвердил отмеченные выше особенности сейсмического режима, возникнув после относительного затишья в зоне коллоидно-образного изгиба Ткварчельской флексуры (15-20 км к юго-западу от плотины Ингури ГЭС), куда переместились эпицентры предшествующих толчков.

Записи 97 землетрясений энергетического класса $K \geq 6$, сделанные в период развития роя в декабре 1979 - январе 1980 г. сейсмостанцией Худони, позволили выявить уменьшение наклона трафика повторяемости по сравнению со средним по предыдущим годам уровнем $\gamma = 0,5 \pm 0,05$ сначала до величины $\gamma = 0,32 \pm 0,05$ в трехнедельный период нарастания активности, а затем до $\gamma = 0,23 \pm 0,05$ в течение недели между первым сильным землетрясением 21 декабря и главным толчком 27 декабря 1979 г. В период спада сейсмической активности (январь 1980 г.) значение γ повысилось до $0,4 \pm 0,05$.

Вблизи эпицентральной зоны исследуемого землетрясения в 1930 г. произошло сильное Мегрело-Сванское землетрясение ($M = 4,8$; $\varphi = 42,7^\circ N$; $\lambda = 42^\circ E$; $h = 20 \pm 30$ км), проявившееся в эпицентре с силой $6 \pm 0,5$ балла [3]. А.Д. Цхакая, специально исследовав последствия этого землетрясения с учетом новой шкалы MSK-64, пришел к выводу, что отмеченные эффекты соответствуют семибалльному сотрясению [4].

Эпицентральной зона землетрясения 27 декабря 1979 г. в геологическом плане приурочена к резкому изгибу Ткварчельской флексуры, разделяющей Абхазско-Гачинскую зону (складчатая зона южного склона Большого Кавказа) и Центральную-Мегрельско-Джавскую зоны (Рионская впадина). Ткварчельская флексура входит в состав Гагрско-Джавской зоны [5]. Флексура разбита многочисленными разрывами, наиболее крупные из которых - продольный Ткварчельский взброс, круто (80°) падающий на юг, и поперечный Ингурицкий взброс с дивергентным меридиональным простиранием с поднытым восточным крылом.

Изучение последствий землетрясения проводилось специальным отрядом, состоящим из сотрудников отдела геофизических изысканий и ингуриской геофизической партии института "Гидропроект" и ИФ АН ГССР (Н.И. Калинин, Н.Н. Леонов, А.Г. Петров, Л.А. Рыбаков, А.Л. Стром, Н. Чантурия). Для установления интенсивности использовались как данные, полученные в результате непосредственного осмотра последствий землетрясения и устного опроса жителей, так и сведения, собранные с помощью опросных листов. В некоторых случаях, когда опросные листы содержали противоречивые данные и расходились с результатами непосредственного обследования, предпочтение отдавалось результатам непосредственного обследования. При определении балльности по макросейсмическим признакам использовалась описательная часть проекта нового варианта шкалы MSK-64, предложенного С.В. Медведевым и др. [6]. Подавляющее большинство зданий в районе обследования соответствует типу Б согласно типизации, принятой для шкалы MSK-64; обычно двухэтажные или одноэтажные на высоком цоколе, они строятся из бетонных микроблоков $20 \times 20 \times 40$ см на цементном растворе хорошего качества. Повреждения в эпицентральной зоне характеризовались, как правило, образованием трещин с раскрытием 1-2 мм и более в цоколе зданий и более крупными трещинами до 10-20 мм на вторых этажах - в углах и у оконных и дверных проемов, а также повреждением каминов (кирпичных на глинистой связке). Кроме поврежденных каминов, наблюдавшихся в большинстве домов, во многих домах были обнаружены повреждения или полное разрушение дымовых труб; в одном случае (школа в с. Речхи) были полностью разрушены все десять печей в здании. Другой вид зданий в семибалльной зоне - трехэтажные панельные дома в поселке гидростроителей, Саберио - также соответствует типу Б; в них отмечены вскрытия швов между панелями и у оконных и дверных проемов. В этом же поселке в двухэтажном здании школы на стыке железобетонного каркаса возникли трещины шириной до 10-15 мм и раскрылся шов между основным зданием и пристроенным крылом. Наблюдались некоторые геологические "следы": оползания склонов дорожной выемки обрешетом в первые сотни кубических метров вблизи Речхи-Саберио, просадки в кровле карстовых полостей вблизи с. Речхи.

На фоне шестибалльных проявлений в соседнем поселке в этом здании отмечены повреждения, которые с учетом сейсмостойкости здания ГЭС могут быть отнесены к характерным для 7-8 баллов; система глубоких, местами сквозных трещин в пристройке машинного зала, ориентированных вертикально в стенах второго и первого

Макросейсмические данные о землетрясении 27 декабря

№ п/п	Пункт	А, км	№ п/п	Пункт	Δ, км
1	Речхи (восточная часть)	0-2	12	Поххо-Эери	17
2	Отрог гряды г. Гвайляра	0-2	13	Джаври	17
3	Саберио (пос. Ингури ГЭС)	1-2	14	Джаварзени	19
4	Перепадная ГЭС-1	5	15	Чубурхинджи	10
5	Пахулани	10		4 балла	
6	Поселок Перепадной ГЭС-1	5			
7	Речхи (западная часть)	3-5			
8	Саберио (восточная часть)	5			
9	Худони (обсерватория)	21	21	Ткварчели	21
10	Чквалери	21	22	Зутидли	17
11	Окуми	8	23	Цаленджакха	20
			24	Плотина Ингури ГЭС	18

этажей и горизонтально в цоколе и простенках второго этажа. В эпицентральной области обследовались и дома, наименее пострадавшие от землетрясения. В них обнаружены волосные трещины в углах оконных и дверных проемов и в штукатурке.

Как было указано И.В. Анашкиным при устном обсуждении результатов макросейсмического обследования, два последовательных толчка сопоставимой интенсивности должны вызвать больший макросейсмический эффект на зданиях и в грунтах, чем один. Действительно, в тех случаях, когда последствия землетрясений 21 и 27 декабря было трудно разделить, оценка интенсивности достигала 7-8 баллов. В этих случаях она искусственно снижалась до семи. В шестибалльной зоне, где интенсивность оценивалась в основном по поведению предметов и ощущениям людей, "эффект наложения" не проявлялся.

Что касается макросейсмического эффекта на створе Ингури ГЭС, то он оказался на два балла ниже (три балла) по сравнению со значением интенсивности в средних пунктах. Такое различие сейсмического эффекта может объясняться, во-первых, выгодным топографическим положением площадки строительства как внутренней точки каньона и, во-вторых, наличием слабоземных пород на створе.

В таблице обобщены макросейсмические проявления в различных пунктах. Кроме того, была сделана попытка оценить балльность по методике Н.В. Шебалина [7]. Согласно этой методике интенсивность определялась по степени реакции отдельно для каждой из трех групп объектов: сооружения, предметы, люди для двух пунктов - с. Речхи и пос. Саберио, интенсивность по совокупности признаков оценена в 7-8 и 7 баллов соответственно.

Изосейсты (см. рисунок) носят довольно условный характер вследствие скудности данных, однако с достаточной уверенностью можно отметить такие особенности пространственного распределения интенсивности, как вытянутость изосейст вдоль простирания Ткварчельской флексуры и региональных геологических структур, а также быстрое убывание балльности с удалением от эпицентральной области в направлении поперек структур, к юго-востоку.

Для сопоставления значения глубины очага $h = 3$ км, полученного по инструментальным данным ИФ АН ГССР [2], с оценками по распределению интенсивности в эпицентральной области были использованы уравнения для Кавказа Э.А. Джибладзе $I_0 = 1,5M - 4,0 \lg h + 4,25$ [1] и Н.В. Шебалина $I_0 = 1,5M - 3,1 \lg h + 2,4$, а также среднее уравнение Н.В. Шебалина $I_0 = 1,5M - 3,5 \lg h + 3,0$ [8]. Определенные h по площади шестибалльной изосейсты (188 км^2) дают по уравнениям для Кавказа Э.А. Джибладзе $h = 5,3$ км, Н.В. Шебалина $h = 4,2$ км, по средней зависимости $h = 4,7$ км. Подставим среднюю из этих величин $h = 4,7$ км и $M = 4,3$ в уравнения макросейсмичес-

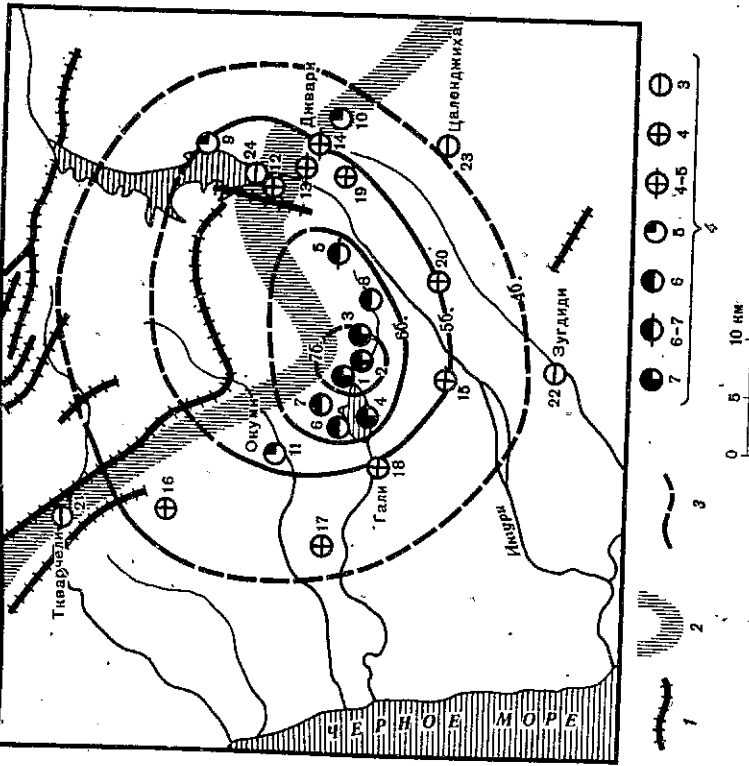


Схема изосейст землетрясения 27 декабря 1979 г.
1 — разлом; 2 — кварцельская флексура; 3 — изосейста; 4 — балльность

кого поля. По формуле Э.А. Джигладзе $I_0 = 8,0$ балла, по формулам Н.В. Шибалина $I_0 = 6,8$ (для Кавказа) и $7,1$ балла (по усредненной зависимости). Наблюдаемый сейсмический эффект наиболее близок к оценке по формулам Н.В. Шибалина, а формула Э.А. Джигладзе превышает интенсивность в эпицентре. Оценка коэффициента затухания балльности S в ближней зоне очага землетрясения (радиус $r = 2 \div 3 h$) по И.В. Ананьину [9]: $S = 0,6 M + \lg h$ — дает величину $S = 3,3$, что близко к значению $S = 3,5$ в усредненной формуле Н.В. Шибалина.

Пространственная и временная приуроченность роя землетрясений к заполнению Ингурского водохранилища приводит к мысли о возможном влиянии водохранилища на изменение сейсмического режима, выразившемся в возникновении всплеска относительной преобладания числа более сильных ($K \geq 10$) землетрясений, и быстрое затухание сейсмической активности во времени говорят в пользу тектонической природы роя землетрясений.

Возможно, влияние водохранилища сказалось на приближении момента возникновения роя землетрясений, подготовленного тектоническими процессами и развивавшегося после "провоцирования" естественным путем.

ЛИТЕРАТУРА

1. Джигладзе Э.А., Дарахвелидзе Ц.А., Табуцадзе Ц.А. Сравнение энергетического класса и макросейсмической интенсивности землетрясений Кавказа. — В кн.: Магнитуда и энергетическая классификация землетрясений. М.: ИФЗ АН СССР, 1974, т. 2, с. 125—132.
2. Мурусидзе Г.Я., Хелашвили Р.А., Хеладзе Т.В., Литанишвили И.З. Землетрясения 21 и 27 декабря в районе Ингури ГЭС. — Наст. сборник.
3. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР с древнейших времен до 1975 года / Под ред. Кондорской Н.В., Шибалина Н.В. М.: Наука, 1977. 535 с.
4. Духая А.Д. Уточнение сейсмичности района строительства Ингуурской ГЭС. — В кн.: Арочно-плотностное строение. М.; Л.: Энергия, 1965, с. 158—163.
5. Милановский Е.Е. Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра, 1968. 482 с.

6. Медведев С.В., Ершов И.А., Попова Е.В. Проект шкалы для определения интенсивности землетрясений. — В кн.: Сейсмическая шкала и методы измерения сейсмической интенсивности. I. М.: Наука, 1975, с. 11—39.
7. Шибалин Н.В. Об оценке сейсмической интенсивности. — Там же, с. 87—109.
8. Шибалин Н.В. Методы использования инженерно-сейсмологических данных в сейсмическом районировании. — В кн.: Сейсмическое районирование СССР. М.: Наука, 1968, ч. I, гл. IV, с. 95—111.
9. Ананьин И.В., Ельцова Г.П., Егорова Г.А. и др. Затухание интенсивности землетрясений Средней Азии и связь его с сейсмичностью и геологическим строением. — В кн.: Геофизические поля и сейсмичность. М.: Наука, 1975, с. 114—126.

УДК 550.341-550.34:91

Г.Л. Голинский, Т.Н. Горюкова, А.Р. Рахимов
Землетрясения Копетдага

В 1979 г. наблюдения проводились на 14 сейсмических станциях, расположение которых показано на рис. 1. Для определения параметров очагов слабых землетрясений, происшедших на территории Ашхабадского сейсмоактивного района, использовались данные станции "Земля" Управления геологии ГССР. При обработке, кроме метода засечек с использованием годографа [1], в отдельных случаях применялся метод гипербола. Магнитуда землетрясений определялась по поверхностным волнам, а энергетический класс, как и прежде, по палетке Г.Г. Раутиан [2].

Всего в 1979 г. было зарегистрировано 969 землетрясений с $K = 3 \div 13$ (табл. 1). Это самое большое число зарегистрированных землетрясений за последние шесть лет. Общая сейсмичность изучаемой территории оказалась ниже, чем в 1978 г. С целью более детального изучения особенностей расположения очагов карты эпицентров строились отдельно для землетрясений с $K \geq 10$ (рис. 1) и $K = 9$ (рис. 2).

Самым значительным событием 1979 г. было землетрясение 6 октября 1979 г. в 11 ч 55 мин 40 с $M = 4,9$, после которого прошла серия афтершоков. Произошло оно в 25 км к югу от районного центра Бахарден, в районе горы Гагарек. В сейсмо-тектоническом отношении этот район расположен в месте сочленения зон трех главных сейсмоактивных разломов — Мешкедского, Эльбрус-Копетдагского и Предкопетдагского [3]. На протяжении нескольких месяцев велись наблюдения за изменением величины ΣE^* в районе землетрясения 6 октября (рис. 3) в различных зонах: I — будущего очага площадью 2 тыс. км²; II — в зоне, окружающей первую, площадью 3 тыс. км²; III — во всей зоне площадью 5 тыс. км².

23 января произошло землетрясение с $K = 11$ ($\varphi = 38,2$; $\lambda = 57,2$), сопровождавшееся повторными толчками. Возможно, это была форшоковая деятельность очага землетрясения 6 октября, отражающая начальный процесс накопления сейсмической энергии (рис. 4). Вместе с тем было замечено, что с января 1979 г. в течение пяти-шести месяцев наблюдался резкий дефицит выделения энергии в зоне будущего землетрясения. По указанному признаку (и по ряду других) была предположена возможность возникновения землетрясения в районе Бахардена с магнитудой, равной примерно пяти, которое и произошло 6 октября. В описании сейсмичности Туркмении за 1978 г.

Таблица 1

Распределение землетрясений Копетдага по энергетическому классу K

Район	Энергетический класс K													Всего
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13			
Ашхабадский	46	55	94	54	74	79	18	6	4	2	432			
Западная Туркмения	46	57	97	60	87	126	54	26	5	2	562			
Северный Иран	—	—	9	14	69	142	98	47	20	6	407			
Итого	46	57	106	74	156	268	152	73	25	8	969			