

Интенсивность в баллах	по данным авторов	по З. З. Сул- тановой
---------------------------	----------------------	--------------------------

3
3
3
3

Не оц.

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

»

данных при

». «Наука»,

А. Х. Барамян, Н. К. Каралегян, Т. М. Лебедева,
С. А. Пирузян, З. З. Султанова, Л. В. Шахсуварян

Зангезурское землетрясение 9 июня 1968 г.

Большая часть Зангезура представляет собою типичную высокогорную страну с расчлененным рельефом, неправильным расположением горных и большим относительным превышением (до 1500 м и более) водораздельных хребтов над дном долин и ущелий. В геологическом строении Зангезурской области принимают участие разнообразные вулканоогенно-осадочные, осадочные и метаморфизованные породы, в различной степени дислоцированные и прорванные крупными и небольшими массивами интрузий. Возраст пород, составляющих сложную тектоническую картину, охватывает диапазон от нижнего палеозоя до четвертичного времени. Современная структура Зангезура представлена крупным антиклинорием северо-западного (общекавказского) простирания, прорванным большими массивами гранитоидных интрузий (Ордубад-Мегринское, Гехинское и др.) и нарушенными региональными разломами северо-западного простирания; с последними сопряжены подчиненные им нарушения северо-восточного и близкитного простирания [1].

Эпицентры Зангезурских землетрясений 1931 г. [2] и 1968 г. находятся в зоне известного Дебаклинского (Гаштунского) разлома северо-западного простирания [1, 3, 4], являющегося, по-видимому, юго-восточным ответвлением Анкаван-Сюникского глубинного разлома.

9 июня 1968 г. в 04 ч. 56 м. 29 с. по местному времени (00 ч. 56 м. 29 с. по гринвичскому) в районе Зангезура произошло сильное землетрясение. В эпицентральной зоне сила его достигла 7—8 баллов. Согласно данным сейсмических станций Кавказа, координаты эпицентра: $\varphi=39^\circ$, $3'N$, $\lambda=46^\circ$, $1'E$, глубина очага 10—15 км, $M \approx 5$.

Предвестников землетрясение 9.VI 1968 г. не имело, но сопровождалось многочисленными повторными толчками (более 200), из которых наиболее сильные были 9 июня в 11 ч. 38 м. ($M=4,2$), 1 сентября ($M=4,9$), 16 сентября ($M=4,2$) и 1 октября ($M=3,6$).

Координаты эпицентра наиболее сильного афтершока главного толчка, происшедшего 1 сентября 1968 г. в 05 ч. 39 м. 42 с. гринвичского времени, по данным обработки записей сейсмических станций Кавказа, получились равными: $\varphi=39^\circ$, $2'N$, $\lambda=46^\circ$, $1'E$, $M=4,9$; глубина очага 5—6 км.

Обследование по свежим следам последствий землетрясения показало, что наиболее повреждены и частично разрушены населенные пункты Кяфаского района Армянской ССР — г. Каджарад, села Кейпашин, Ачафя, Аджебадж, Лернадзор, Гехи, Чайкенд, Гярд, а также Хурс, Нургот и другие селения Ордубадского района Нахичеванской АССР. В этих пунктах, наиболее близко расположенных к эпицентру, интенсивность землетрясения проявилась в 7 баллов по шкале MSK=64 [5]. На отдельных участках вследствие неблагоприятных условий она доходила до 8 баллов. Сотрясения силой в 5—6 баллов охватили площадь приблизительно 9,0 тыс. км².

Помимо повреждения зданий и сооружений, землетрясение вызвало также сейсмические деформации на поверхности земли. В ущельях Вохчи,



с. Ачати (эдакого землетрясения)

ьные осыпи
дин, в боль-
до 0,3—1,0 м
рована одна
ородах (гра-
Кейпашин.
ю 15 м; ази-

рских земле-
озволяющий
рех типов —
структивным
следованном

енами из бу-
Каджаран и
дома такого
образовались
бы. Некото-
сения в до-
ение отделе-

возведенные
кладкой без
этих домах
ших кусков
млетрясения
вых труб —

зерб.ССР, АН

В Каджаране здания типа В (каркасные железобетонные и деревянные дома) повреждены несильно — тонкие трещины в штукатурке при первом землетрясении и умеренные повреждения при втором.

Максимальную интенсивность землетрясений 9 июня и 1 сентября в эпицентральной области по степени разрушения указанных типов домов, а также по остаточным деформациям в грунтах, согласно шкале MSK-64, можно оценить соответственно в 7 и 8 баллов.

Аналогичным способом была оценена интенсивность проявления землетрясения на оставшейся части сотрясенной площади (таблица).

Зангезурское землетрясение 9 июня 1968 г.

№ п.п.	Пункт	Балл	% п.п.	Пункт	Балл
1	Агарак	5-6	43	Мегри	5-6
2	Азибекгов	5	44	Маранджани	5
3	Апгехот	6	45	Мягьдара	4
4	Арираник	5	46	Малишка	4
5	Ахляян	6	47	Насернав	6-7
6	Аравин	5	48	Нахичевань	4-5
7	Арафса	6	49	Нюрюд	7
8	Багарлу	5-6	50	Нюенос	5-6
9	Бавар-Чай	5	51	Ордубад	5-6
10	Бист	6-7	52	Лазмара	6-7
11	Биченак	6	53	Парагачай	6
12	Вагудк	5	54	Паячан	6-7
13	Варданазор	5	55	Сараван	5
14	Воротан	5-6	56	Сарнакук	5
15	Гемпор	6	57	Сейтав	5
16	Гехи	7	58	Сиспан	5-6
17	Гярд	7	59	Суэт	4
18	Горис	5	60	Ширлу	6
19	Давид-Бек	5-6	61	Татев	6
20	Дагумас	4	62	Ташгун	5-6
21	Дарабас	6	63	Тех	5
22	Миндркенан	4	64	Тивил	6
23	Дастакерт	6	65	Торовлу	5
24	Джиджильли	5	66	Унус	6
25	Джурльфа	5	67	Ферджан	5
26	Дырянк	6	68	Хаджык	4-5
27	Ехегназюр	4	69	Хаянавар	4
28	Забух	6-7	70	Ханата	5
29	Зангелан	4-5	71	Ханлых	4
30	Инчхлы	4	72	Хвалах	4
31	Каджаран	7	73	Хурс	7
32	Карабоб	4-5	74	Хидберд	4
33	Карабаллар	4	75	Цав	5
34	Караундж	6	76	Чайкенд	7
35	Карашен	5	77	Чанахчы	4
36	Кафан	5	78	Чачаноб	4
37	Каялы	5	79	Шахт	6
38	Кейпашин	7	80	Шахбуз	6
39	Лерназюр	6-7	81	Шинахх	5
40	Кюлос	6	82	Шурнах	5
41	Кюкю	5-6	83	Эйпазлар	5-6
42	Мамедбейли	4-5			6

Эпицентр землетрясения 9 июня, определенный по макросейсмическим признакам и в основном по изменениям в рельефе местности, находится около пункта с координатами $\varphi=39^\circ$, 2° N и $\lambda=46^\circ$, 1° E (рис. 2).

Следует указать, что как при главном толчке, так и при сильном афтершоке 1 сентября наиболее сильно пострадал г. Каджаран. В населенных пунктах, находящихся ближе к эпицентру (Гярд, Кейпашин, Ачати, Гехи),

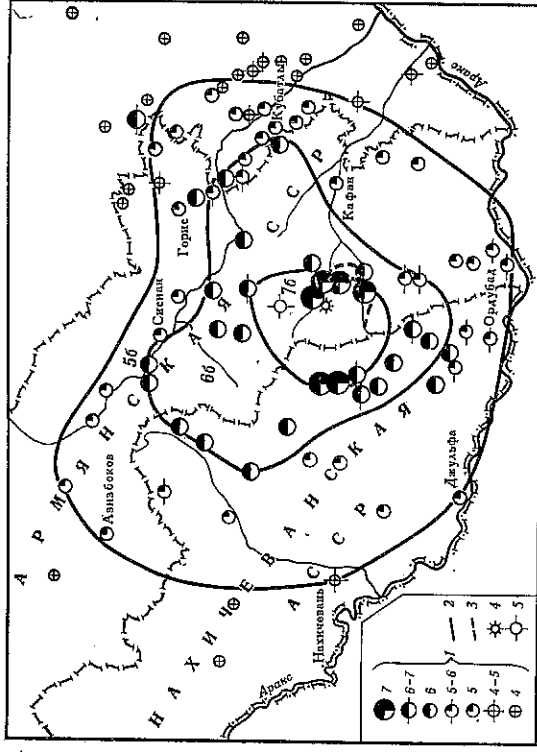


Рис. 2. Изоисейсты Зангезурского землетрясения 9 июня 1968 г.
1 — интенсивность в баллах; 2 — изоисейсты; 3 — граница 8-балльного сотрясения при толчке 1.IX 1968 г.; 4 — эпицентр землетрясения 9.VI по макросейсмическим данным; 5 — эпицентр по интрузивным данным

интенсивность сотрясения была несколько слабее, чем в Каджаране, что, по-видимому, объясняется крайне пестрой картиной грунтовых условий и сложным характером рельефа.

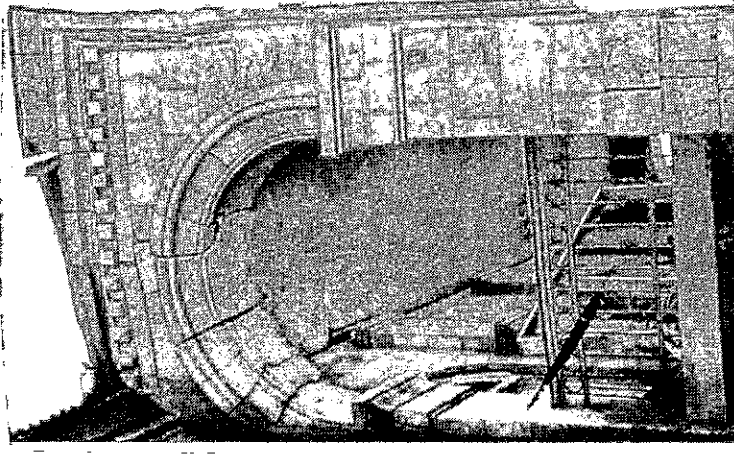
ЛИТЕРАТУРА

1. С. С. Мертвич, Зангезурская рудноосная область Арм. ССР. Ереван, Изд-во АН Арм. ССР, 1958.
2. Г. Д. Горшков, Геологические условия Зангезурского землетрясения 27 апреля 1931 г. — Труды Сейсмолог. ин-та АН СССР, № 34, 1933.
3. А. Т. Асаян, Региональная геология Арм. ССР. Ереван, «Айстап», 1958.
4. А. А. Габриелян и др. Тектоническая карта и карта интрузивных формаций Арм. ССР. Ереван, «Митк», 1968.
5. С. В. Медведев, В. Карник, Шпайзоуер. Международная шкала сейсмической интенсивности MSK-64. М., 1967.

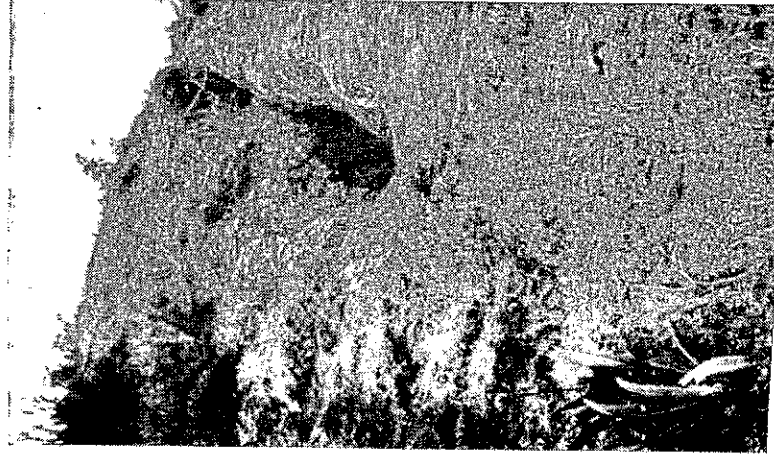
Очаговая зона Зангезурских землетрясений 9 июня и 1 сентября 1968 г. и особенности ее проявления на поверхности земли

Д. Н. Русланович

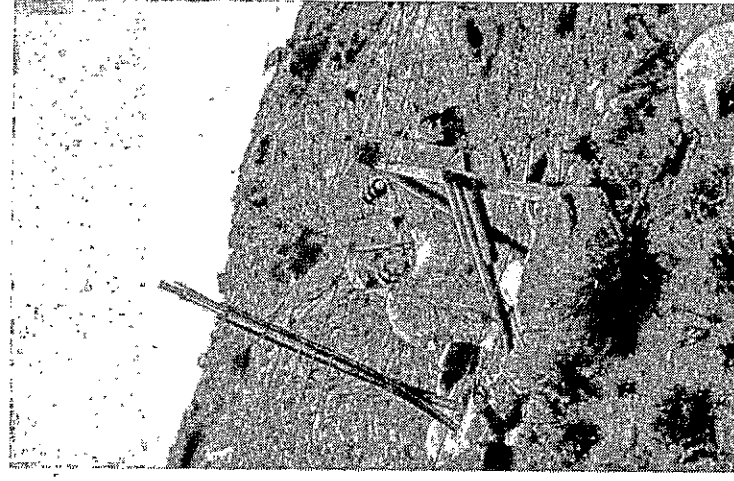
Землетрясение 9 июня ($M=5,0$) распространилось на значительную территорию. Ущерб нанесен селениям Кафанского, Мегринского, Горисского, Сисианского, а также Азизбековского и Ехегнадзорского районов Арм.ССР. Разрушительным эффектом интенсивностью в 7—8 баллов охвачена площадь более 75 км². В зоне максимальных сотрясений, кроме серьезных повреждений строений (рис. 1) и промышленных объектов, на поверхности земли отмечаются многочисленные остаточные деформации в виде трещин, оползней, сбросов, обрывов (рис. 2). К западу от Кейнапша в коренных породах открылась значительная трещина (рис. 3). Здесь интенсивность сотрясений местами достигала 8 баллов.



1



3



2

Рис. 1. Повреждения здания больницы в г. Каджаран

Рис. 2. Нарушение склона в эпицентральной зоне

Рис. 3. Трещина в коренных породах (возможно, раскрытие старого нарушения)

Макросейсмическое обследование землетрясения было проведено автором и геологом Н. Н. Леоновым, в результате была построена карта изосейст (рис. 4). На эту карту для удобства сопоставления разрушительных последствий с сейсмическим событием прошлого нанесены изосейсты землетрясения 1931 г. [1].

В целях выявления очаговой зоны землетрясения и изучения сильных движений почвы при повторных толчках большой интенсивности Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта АН СССР направил в район землетрясения эпизентральную сейсмическую экспедицию для проведения инструментальных наблюдений.

Регистрация афтершоков большой интенсивности началась на станции Каджаран с 13 июня. На этой станции, оборудованной осциллографом ИСО-2 и сейсмометрами С5С на трех уровнях увеличения, каналов (2,5; 10; 50), можно было регистрировать землетрясения интенсивностью от 2—3 до 7—8 баллов в действующей полосе пропускания частот от 1,7 до 10 *гц*.

Сейсмические наблюдения за фокальной областью очага землетрясения проводились с 15 июля и обеспечивались пятью сейсмическими станциями: Каджаран, Гярд, Дастакерт, Тагев (с 15 октября — Давид-Бек) и постоянной станцией Института физики Земли Горис (см. рис. 4). Регистрация землетрясений проводилась круглосуточно на осциллографах ОСБ-VI. Датчиками служили сейсмометры С5С и ВЭГИК. Станции работали на двух уровнях увеличения: 30 и 42 000. За период наблюдений с 13 июня по 5 декабря станциями зарегистрировано более 400 землетрясений: различного энергетического класса: от 6 до 14.

<i>K</i>	6	7	8	9	10	11	12	13—14	14
Число землетрясений	44	167	158	72	27	41	7	1	1

Для 150 землетрясений определены координаты эпицентров и глубины очагов. Расположение эпицентров приведено на рис. 5. Глубина толчков варьировала от 2—3 до 6—7 *км*, причем очаги тяготели к почти вертикальной плоскости, которую, вероятно, можно отождествить с плоскостью разрыва главных землетрясений.

1 сентября в 5 ч. 39 м. гринвичского времени произошло второе сильное землетрясение ($M=4,8$). Эпицентр его находился на краевой части эпизентральной зоны землетрясения 9 июня. В этой части территории до землетрясения 1 сентября не регистрировалось ни одного слабого толчка, т. е. разрывная зона увеличилась вследствие дальнейшего впаивания в направлении к востоку-юго-востоку. Эпицентр землетрясения, по данным экспедиционных станций, имеет координаты $\varphi=39,26$ N; $\lambda=46,23$ E.

Этим землетрясением были вызваны разрушения зданий, сбросы в горных массивах и остаточные деформации в грунтах в виде значительных трещин; сила его 8 баллов. После него в течение двух недель рой эпицентров его афтершоков концентрировался только в восточной-юго-восточной части области нарушения. В дальнейшем очаги слабых землетрясений регистрировались уже со всей разрывной зоны нарушения протяженностью около 9 *км*.

Кроме того, за время экспедиционных наблюдений были определены очаги трех землетрясений с $K=8-10$, эпицентры которых расположены в 2—3 *км* юго-западнее Дастакерта, в области восьмидесятибалльной изосейсты Загезурского землетрясения 1931 г.

В ходе работы эпизентральной экспедиции было получено большое число записей опутемых землетрясений (таблица). На рис. 6 представлено ряд записей, полученных на станции Каджаран.

Землетрясения 9 июня и 1 сентября 1968 г., в отличие от землетрясения 1931 г.; охватившего весь массив интрузии, оказались более локальными и приурочены к северному склону Пиро-Самсарского хребта.

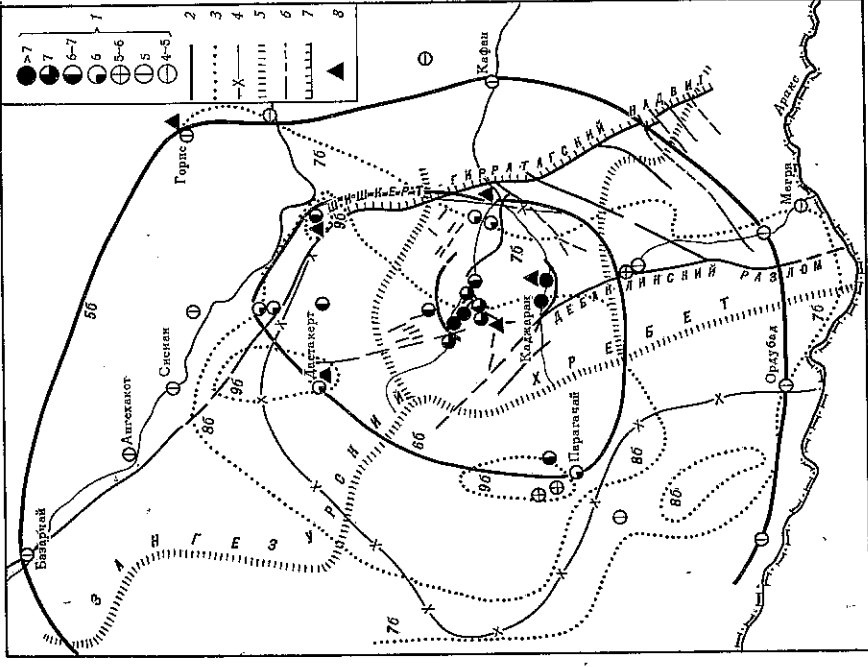


Рис. 4. Изосейсты Загезурских землетрясений 9 июня 1968 г. (по Д. Н. Рустановичу и Н. Н. Леонову) и 1931 г. (по данным Г. П. Горшкова)
1 — интенсивность землетрясения в баллах; 2 — интенсивность землетрясения 1968 г.; 3 — то же, 1931 г.; 4 — граница тектонического массива; 5 — основные хребты; 6 — разломы; 7 — линия нальвига; 8 — сейсмические станции; 9 — интрузии

Рис. 5. Повторные толчки Загезурского землетрясения 9 июня 1968 г.

1 — $K=7-8$; 2 — $K=9-10$; 3 — $K=11-12$. Глубина очага: 4 — 2—3 *км*; 5 — 4—5 *км*; 6 — 6—7 *км*; 7 — разломы; 8 — сейсмические станции; 9 — интрузии



Рис. 6. Повторные толчки Загезурского землетрясения 9 июня 1968 г.

Напряженное состояние и возможное направление разрыва в очагах Зангезурских землетрясений

Два наиболее сильные землетрясения Зангезурской группы — 9.VI и 1.IX 1968 г. — были исследованы с точки зрения определения механизма их очагов. При этом использовалась методика, общепринятая в СССР, в основу которой положена дислокационная модель очага землетрясения [4, 2], т. е. принято, что в очаге происходит скольжение одной грани разрыва относительно другой. Указанная методика позволяет по знакам смещения объемных волн определить ориентацию осей главных напряжений, две возможные плоскости разрыва и направление движения по разрыву.

При обработке землетрясения 9.VI использованы данные о направлении первых смещений продольных волн на 36 станциях. Расположение станций по отношению к эпицентру таково, что позволяет надежно и однозначно провести подальные линии Р-волн, которые, как известно, определяют все характеристики очага. При определении механизма очага землетрясения 1.IX 1968 г. использованы направления смещения продольных волн на 17 станциях. Расположение их допускает некоторую неопределенность в проведении подальных линий, что влечет за собой изменение ориентации осей напряжений до $\pm 10^\circ$. Результаты определения параметров очага сведены в таблицу. В ней приведены данные об ориентации плоскостей разрыва (азимут и угол с горизонтальной плоскостью вектора падения — графы 2 и 3, 6 и 7 соответственно), величины, пропорциональные компонентам подвиге по простиранию и падению плоскостей разрыва (графы 4, 5 и 8, 9), и данные об ориентации напряжений сжатия, промежуточного напряжения и напряжения растяжения. Для каждого из напряжений указывается азимут и угол с горизонтальной плоскостью. Знак плюс в графе 4 означает правосторонний, а знак минус в графе 8 — левосторонний сдвиг. Знак плюс в графах 5 и 9 указывает на то, что верхнее крыло разрыва двигалось вверх.

Из таблицы следует, что параметры очагов рассматриваемых землетрясений очень близки. Различие в углах наклона осей главных напряжений и плоскостей разрыва не превышает 10° .

На рис. 1, а, б показаны следы плоскостей разрыва на горизонтальную плоскость, проходящую через очаг, и ориентация проекции напряжений сжатия в этой плоскости (1, а — землетрясение 9 июня; 1, б — землетрясение 1 сентября). Сходящимися стрелками показаны направления сжатия, расходящимися — напряжений растяжения. Азимут стрелки равен азимуту оси соответствующего напряжения; величина стрелки пропорциональна косинусу угла, образованного осью с горизонтальной плоскостью.

Параметры очагов землетрясений 9 июня и 1 сентября

Дата землетрясения *	Плоскость разрыва I			Плоскость разрыва II			Напряжения сжатия	Напряжения растяжения		
	вектор падения Az°	компоненты подвиги		вектор падения Az°	компоненты подвиги				Az°	
		по простиранию	по падению		по простиранию	по падению				
26.VI 2 ч. 08 м. (е)	197	+0,71	+0,71	309	-0,88	+0,47	88	42	243	45
1.IX 46 ч. 43 м. (б)	198	+0,84	+0,54	306	-0,82	+0,57	84	46	253	43

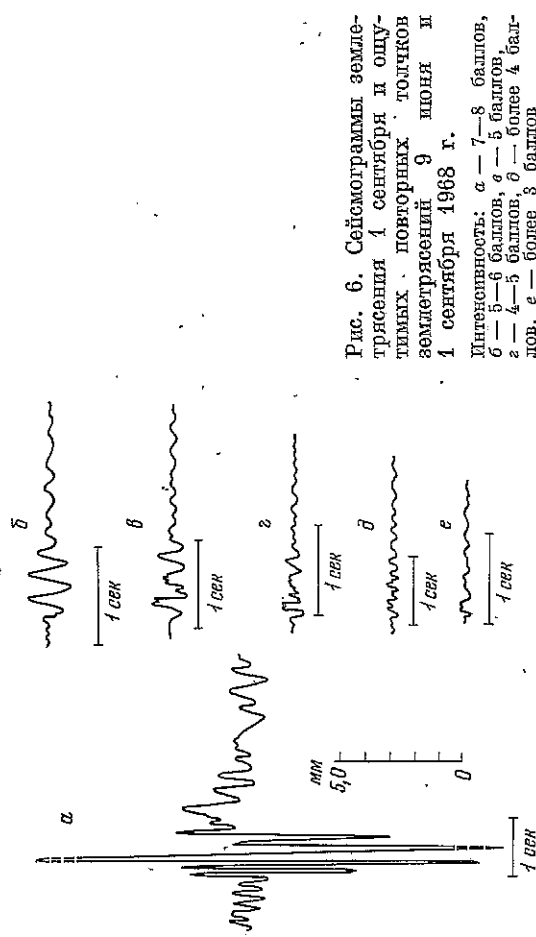


Рис. 6. Сейсмограммы землетрясения 1 сентября и других повторных толчков землетрясений 9 июня и 1 сентября 1968 г.
Интенсивность: а — 7—8 баллов, б — 5—6 баллов, в — 5 баллов, г — 4—3 баллов, д — более 4 баллов, е — более 3 баллов

Говоря о сеймотектонической обстановке землетрясений 1968 г., можно указать, что их очаговая зона характеризуется областью глубокого (2—7 км) тектонического нарушения почти широтного простирания, протягивающегося в направлении с запада-северо-запада на восток-юго-восток. Это нарушение — разлом — проходит через Гери-Гярдский интрузивный массив вблизи узла тектонического пересечения северо-западного, северо-восточного и ранее гипотетического, а ныне подтвержденного эпицентральной зоной субширотного направления.

Наличие в данном месте полосы гравитационной аномалии подтверждает тектоническую неуравновешенность этой зоны. Узел пересечения осей магнитных отрицательных аномалий и грави-тационного минимума вблизи Дастакерга совпадает с местом проявления сейсмичности. Этот район по геофизической обстановке аналогичен Гери-Гярдскому, что позволяет считать его потенциально опасным.

Результаты вычисления колебательной скорости и ускорения при различной балльности

Дата и время землетрясения *	T max	X _{max} , мм	X _{max} , см/сек	X _{max} , мм/сек ²	I, балл
26.VI 2 ч. 08 м. (е)	0,264	0,25	6,0	140	> III
1.IX 46 ч. 43 м. (б)	0,27	0,35	8,0	190	> IV
3.IX 1 ч. 38 м. (е)	0,25	0,46	11,5	293	IV—V
4.IX 20 ч. 14 м. (е)	0,27	0,67	15,6	370	V
27.VII 8 ч. 22 м. (б)	0,264	0,76	18,0	445	V—VI
1.IX 5 ч. 39 м. (а)	0,36	12,0	220	3400	VII—VIII

* Буквы в скобках соответствуют сейсмограммам на рис. 6.

Л И Т Е Р А Т У Р А
1. Г. Д. Горшкова. Геологические условия Зангезурского землетрясения 27 апреля 1931 г. — Труды Сейсмолог. ин-та АН СССР, № 31, 1933.

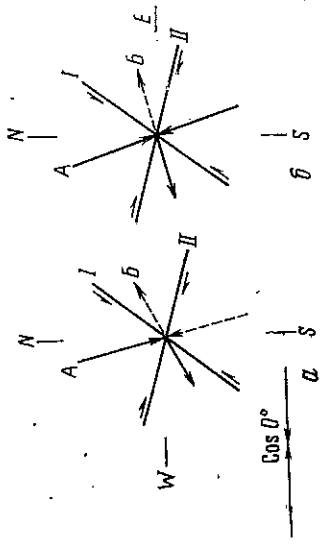


Рис. 1. Ориентация осей напряжений и плоскостей разрыва в горизонтальной плоскости

a — землетрясение 9.VI 1968 г.;
b — землетрясение 1.IX 1968 г.
A — ось сжатия; *B* — ось растяжения; I и II — возможные плоскости разрыва

Пунктирная стрелка означает, что ось напряжения расположена ниже горизонтальной плоскости, проходящей через очаг. Отрезки прямых с цифрами I и II изображают следы двух возможных плоскостей разрыва (азимут плоскости разрыва отличается от азимута вектора падения на 90°). Из рис. 1 и таблицы следует, что оба землетрясения произошли в условиях горизонтально действующих напряжений сжатия примерно меридионального простирания. Одна из возможных плоскостей разрыва (I) ориентирована примерно широтно. Ее простирание совпадает с полосой эпицентров афтершоков землетрясения 9 июня. Эта плоскость круто падает к югу. По-видимому, при землетрясении разрыв произошел по плоскости I. При этом верхнее, южное крыло разрыва поднялось и сдвинулось на северозапад.

ЛИТЕРАТУРА

1. А. В. Введенская. Определение полей смещений при землетрясениях с помощью теории дислокаций. — Изв. АН СССР, серия геофиз., 1956, № 3.
2. А. В. Введенская. Об определении напряжений, действующих в очагах землетрясений, по наблюдениям сейсмических станций. — Изв. АН СССР, серия геофиз., 1960, № 4.

42°
 смин
 реги
 Рас
 с и
 зем
 кот
 гет
 то
 ре