

6. Пустовитенко Б.Г., Раутиан Т.Г., Саидова В.А. Определение магнитуд и энергетических классов землетрясений по наблюдениям в Крымском регионе // Сейсмологический бюллетень Западной территориальной зоны ЕССН (Крым-Карпаты) за 1978-1979 гг. Киев: Наук. думка, 1983. С. 126-138.
7. Инструкция о порядке производства и обработки наблюдений на сейсмических станциях Единой системы сейсмических наблюдений СССР. М.: Наука, 1981. 272 с.
8. Пустовитенко А.Н., Пустовитенко Б.Г., Смирнов В.Б. Расчет амплитудных и энергетических спектров местных землетрясений экспресс-методом // Методы определения сейсмической опасности. Кн. 1. Киев: Издательство, 1984. С. 120-128.
9. Пустовитенко Б.Г., Пантелеева Т.А. Динамические параметры очагов землетрясений Крыма / Землетрясения в СССР в 1982 г. М.: Наука, 1985. С. 98-104.

УДК 550.348.436 (479)

Э.Б. Агаларова, А.Г. Гасанов, Э.Г. Геладян,
О.Д. Гоцадзе, В.А. Каспаров, В.Г. Палапашвили,
Г.В. Саргсян, Р.Н. Шафадияев, Н.М. Саргсян

ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ КАВКАЗА

В региональной системе инструментальных сейсмических наблюдений Кавказа в 1985 г. произошли некоторые изменения. Азербайджанская республиканская сеть сейсмических станций дополнилась станцией Кельбаджар, которая дала возможность надежно регистрировать сравнительно слабые землетрясения с $K_p \geq 7$, что значительно повысило эффективность республиканской сети сейсмических станций.

В Грузинской республиканской сети взамен станции Джочо со второй половины 1985 г., открыта новая станция Киркати, которая по всем эксплуатационным характеристикам значительно превосходит станцию Джочо. С этого же периода на сейсмической станции Абастумани проводится опытная эксплуатация многоканального измерительного комплекса (МИК) — аппаратуры цифровой регистрации сейсмических сигналов "Гелати".

Методы обработки сейсмологической информации остались те же, что и в предыдущие годы.

Определение координат очага и времени возникновения землетрясения проводятся вручную и с помощью ЭВМ.

Фортран-программа для определения этих параметров на ЭВМ ЕС 1022 составлена сотрудником опытно-методической геофизической экспедиции Института геофизики АН ГССР Я.Т. Аманаташвили, который является одним из авторов соответствующего алгоритма [1].

Суть алгоритма [1] сводится к следующему: рассматриваемый регион покрывается градусной сеткой (шаг сетки не ограничивается). В узловых точках сетки задаются мощности слоев, слагающих земную кору, и скорости распространения продольных и поперечных волн. Земная кора представлена осадочными, гранитным и базальтовым слоями, хотя возможность программы не ограничивает количество слоев. Программа допускает и несогласованность слоев в соседних блоках. В варианте программы, который реализован в Институте геофизики АН ГССР, меняются мощности слоев при переходе от одного блока к другому (внутри блока они остаются постоянными), а скорости продольных и поперечных волн в слоях по всему региону сохраняют одни и те же значения (в км/с):

осадочный слой $V_p = 4,4$ $V_s = 2,6$,
гранитный слой $V_p = 5,7$ $V_s = 3,3$,
базальтовый слой $V_p = 6,4$ $V_s = 3,6$.

60

Средне ниже поверхности Мохоровичича принимаются скорости $V_p = 8$, $V_s = 4,6$ км/с. После того как известны времена вступления сейсмических волн на станциях, вычисляются координаты эпицентров землетрясений. За нулевое приближение принимаются координаты сейсмической станции, которая первой зарегистрировала вступления волн. За нулевое приближение гипотенузы принимается точка на глубине 7 км под эпицентром нулевого приближения. По известному скоростному разрезу рассчитываются теоретические годографы, следовательно, рассчитываются времена пробега сейсмических волн до станций, регистрирующих волны исследуемого землетрясения.

Координаты очага и время возникновения землетрясения определяются путем минимизации функционала F , переводящая гипотетический очаг определенным шагом:

$$F = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m R_{ik} |T_{ik} - T_0 - \Delta T_{ik}| + \sum_{i=1}^n |T_{P_i} - \Delta_{si} - \Delta T_{P_i} - \Delta T_{S_i}|,$$

где R_{ik} — вес P_{ik} -волны; n — число станций; m — число вступлений; T_0 — время в очаге; ΔT_{ik} — время пробега P_{ik} -волны до i -й станции от гипотетического очага. Весовые множители R_{ik} и \bar{R}_i определяются из соотношений

$$R_{ik} = R_k (R_{i1}/R_{i2}), \quad \bar{R}_i = R^1 (R_{i1}/R_{i2}),$$

где $R^1 = 1$, когда оба вступления нечеткие, $R^1 = 2$ — одно из них четкое, $R^1 = 3$ — оба вступления четкие; R_{i1} — вес станции;

$$R_{i2} = 1 + (T_i - T)/5; \quad T_k = \frac{\min T_{ik}}{k}; \quad T = \frac{\min T_{ik}}{i}$$

учитывает удаление станции от очага. Пятёрка в знаменателе означает среднюю скорость пробега волн. Время в очаге определяется по формуле

$$T_0 = \sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m R_{ik} |T_{ik} - \Delta T_{ik}| - \sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{k=1}^m R_{ik}}.$$

Координаты центральной точки, в которой функционал F минимален по сравнению с окружающими ее точками, принимаются за координаты очага землетрясения.

Параметры землетрясений с $K_p \geq 10$ для всего Кавказа рассчитывались машинным способом. Для слабых землетрясений в основном применялись годографы: для всего Кавказа [2], Джавахетского нагорья [3] (район №6), для Западной Грузии [4] (район № 1.2). В отдельных случаях использовались методы эпицентралей, изохрон, средних линий, а также Вадати. Сейсмические параметры подавляющего большинства землетрясений определялись методом засечек. Координаты эпицентров турецких и иранских землетрясений, расположенных далее 100 км от границы СССР, а также для землетрясений Каспийского моря определялись с помощью годографов Джеффриса-Буллена (для ближней зоны). При подготовке регионального каталога использовались данные сейсмологического бюллетеня [5].

Для землетрясений с $K_p \geq 8,6$ широко привлекались данные оперативного сейсмического бюллетеня Кавказа, который составляется на однородной информационной и методической основе. Этим значительно повышена степень однородности каталога землетрясений с $K_p \geq 8,6$.

Энергетический класс землетрясений определяется по сумме максимальных амплитуд продольных и поперечных волн по методике, разработанной Т.Г. Раутиан [6]. Магнитуда по объемным волнам определяется по номограмме [7], механизм очагов землетрясений — по методике А.В. Введенской, основанной на теории дислокации. [8], а магнитуда по реализации проводилась по алгоритму [9].

Базисным материалом для оценки сейсмичности Кавказа за 1985 г. служат каталог землетрясений с $K_p \geq 8,6$, карта эпицентров землетрясений с $K_p \geq 9$, данные о механиз-

61

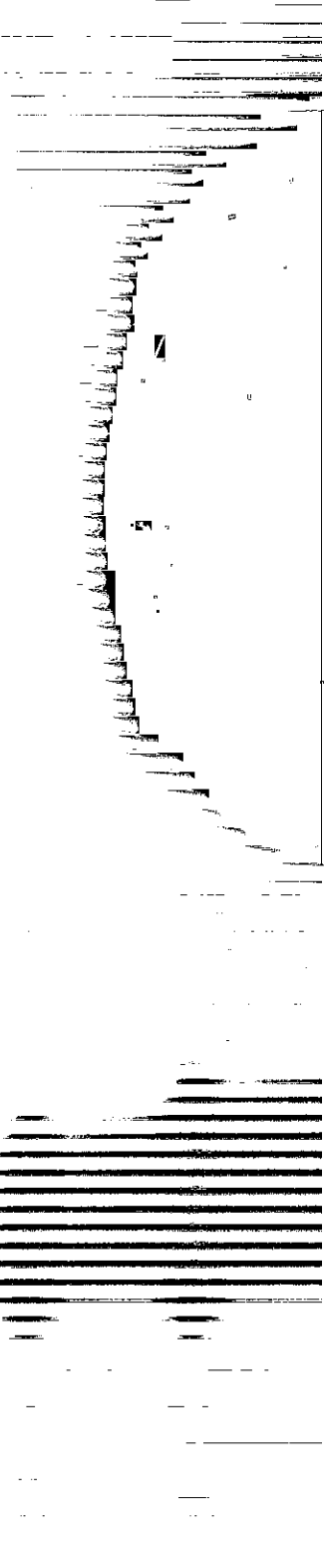


Таблица 1

Распределение числа землетрясений по энергетическим классам и суммарная сейсмическая энергия по районам

№ п/п	Район	Кр												Σ E, Дж			
		5	6	7	8	9	10	11	12								
1	Кавказ																
2	Западный	-	8	4	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,39 \cdot 10^{10}$
3	Центральный	-	20	45	45	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$1,40 \cdot 10^{10}$
4	Восточный	-	18	99	103	67	20	3	1	-	-	-	-	-	-	-	$0,20 \cdot 10^{13}$
5	Колхидская низменность	-	-	5	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,15 \cdot 10^{10}$
6	Аджаро-Триалети	-	1	10	14	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,27 \cdot 10^{11}$
7	Джавахетское нагорье	8	212	266	80	9	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,66 \cdot 10^{11}$
8	Куринская депрессия	1	14	54	40	24	8	5	-	-	-	-	-	-	-	-	$4,98 \cdot 10^{11}$
9	Восточная часть Малого Кавказа	5	94	137	53	16	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,42 \cdot 10^{12}$
10	Армянское нагорье	-	25	44	4	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,70 \cdot 10^{11}$
11	Черное море	-	-	6	5	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	$0,43 \cdot 10^{11}$
12	Каспийское море	-	2	16	13	12	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	$3,05 \cdot 10^{11}$
13	Ставропольская возвышенность	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$2,51 \cdot 10^9$
14	Восточное Предкавказье	-	-	-	-	1	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	$5,56 \cdot 10^9$
15	Талыш	-	5	10	8	9	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$2,80 \cdot 10^{11}$
16	Восточно-Понтийские горы	-	-	-	8	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	$6,31 \cdot 10^8$
17	Турия	-	2	10	45	22	8	4	1	-	-	-	-	-	-	-	$3,90 \cdot 10^{12}$
18	Иран	-	10	14	25	19	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	$3,76 \cdot 10^{11}$

ме очагов, карта аномальных значений некоторых характеристик сейсмичности, данные макросейсмического поля оцутимых землетрясений.

Всего в 1985 г. определены сейсмические параметры 1840 кавказских землетрясений. Информация об их распределении по районам и энергетическим классам содержится в табл. 1 (рис. 1). Число землетрясений и суммарная реализованная сейсмическая энергия 1985 г. значительно отклоняется от среднедолготных значений. После всплеска активности в 1983 г. последовал период "нормальной" активности.

Исходя из тех соображений, что в зоне подготовки сильного землетрясения насту-

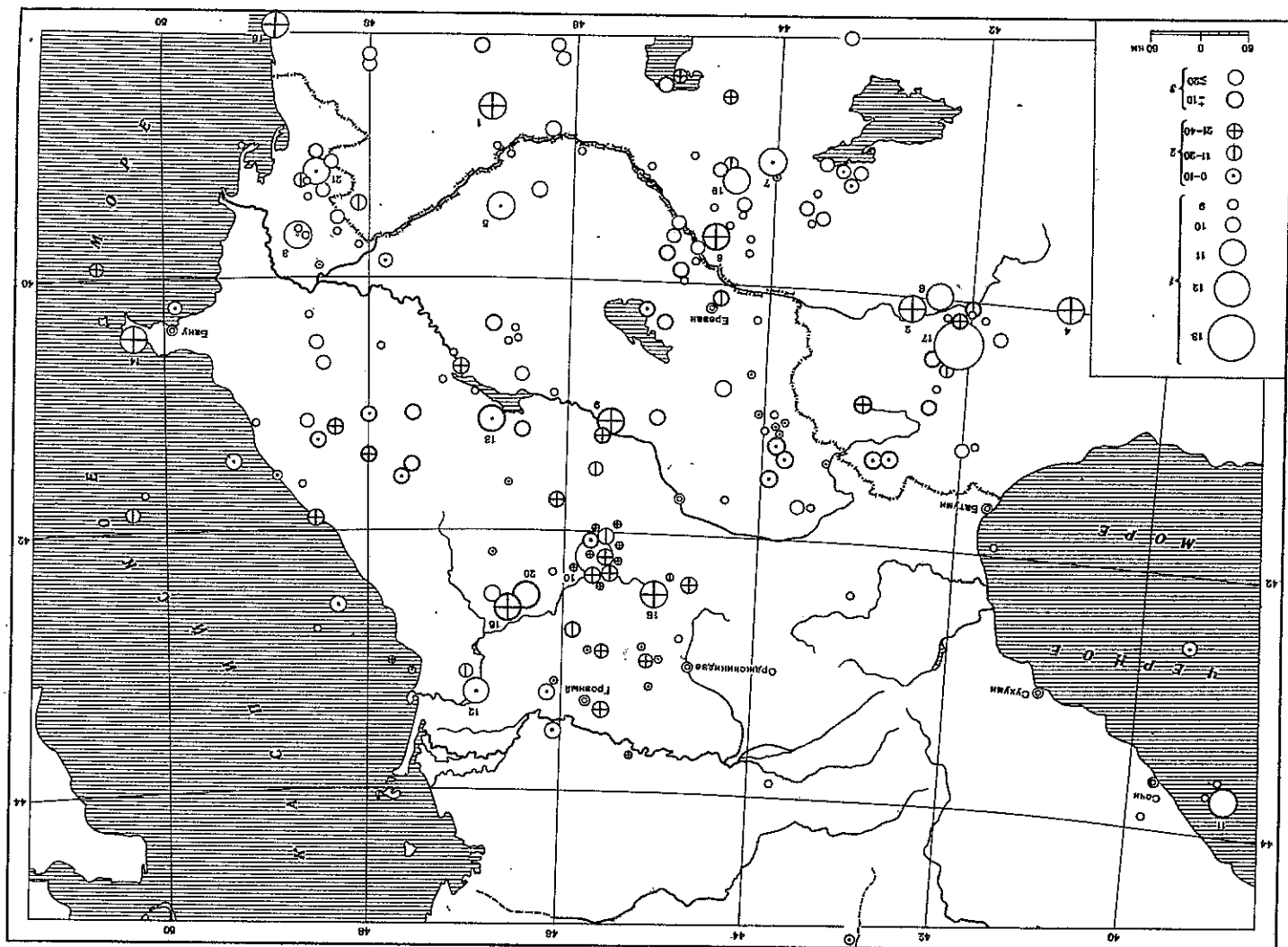


Рис. 1. Районирование территории по энергетическому классу $K_p \geq 9$
1 — энергетический класс K_p ; 2 — глубина, км; 3 — точность определения эпицентра

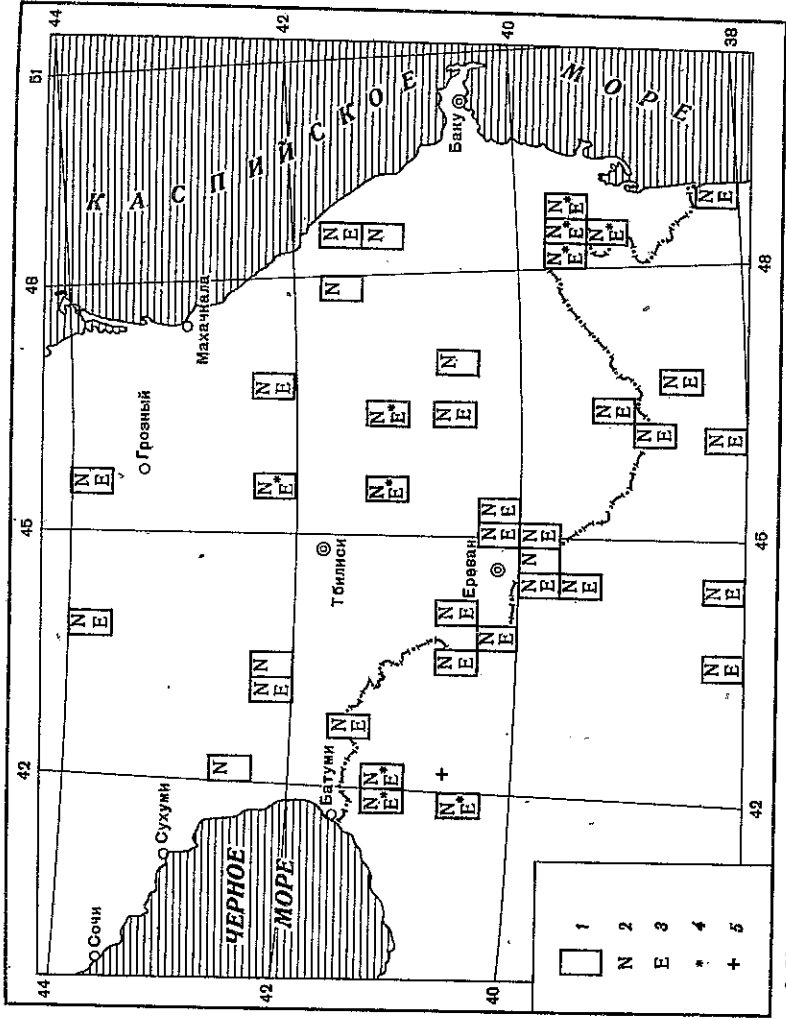


Рис. 2. Карта участков с аномальным проявлением сейсмичности за 1984–1985 гг.
1 — участки с аномальными значениями количества землетрясений (M) и реализованной сейсмической энергии (E); 2 — аномалия по N ; 3 — аномалия по E ; 4 — область афтершоковой активности; 5 — Эреванское землетрясение 30 октября 1983 г.

пает период неустойчивого равновесия среды, которое порой проявляется в виде роя слабых землетрясений, и что участки аномально высокой активности склонны мигрировать вдоль оживших разломов в районе эпицентра ожидающегося землетрясения, нами на основе ежегодных наблюдений строились карты участков аномальной активности.

Принцип построения карты заключается в следующем: рассматриваемый регион Кавказа покрывается градусной сеткой шагом $\Delta\varphi = 20'$, $\Delta\lambda = 20'$. Для каждого элементарного четырехугольника по работе [10] оценивается энергетический уровень представленных землетрясений K_0 за рассматриваемый интервал времени (в нашем случае 1962–1985 гг.). Для каждого j -го года считаем количество землетрясений с $K_p \geq K_0$. Участок считается аномально активным за j -й интервал времени, если $|n_j - \bar{n}| > 2\sigma$, где n_j — количество землетрясений за j -й интервал времени, \bar{n} — среднее годовое число землетрясений:

$$\bar{n} = \frac{1}{24} \sum_{t=1962}^{1985} n_t; \quad \sigma = \left[\frac{1}{23} \sum_{t=1962}^{1985} (n_t - \bar{n})^2 \right]^{1/2}$$

Аналогичная процедура проводится и для реализованной сейсмической энергии. Заслуживает особого внимания участок, оживление которого наступает после длительного затишья.

Анализ карты областей аномальной активности показывает, что в 1983–1984 гг. обширная область Эреванского землетрясения оставалась высокоактивной. В 1985 г. в

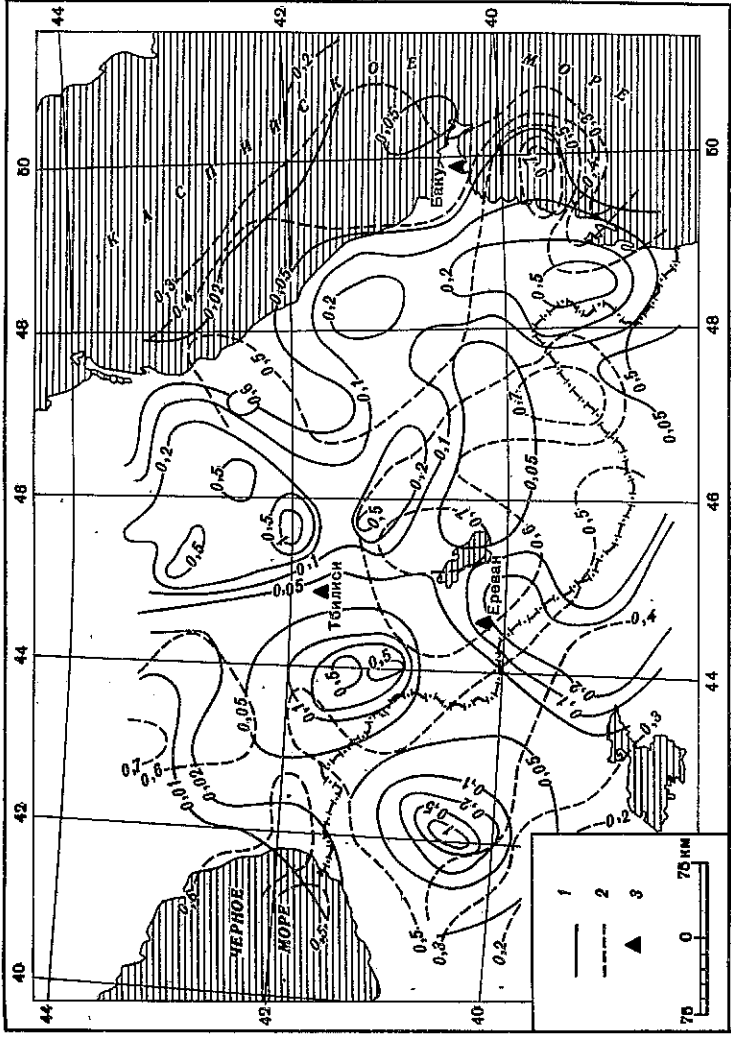


Рис. 3. Карта сейсмической активности. Сост. В.А. Каспаров
1 — изолиния A_{10} ; 2 — изолиния γ ; 3 — сейсмическая станция

ее центральной части активности снизилась до средневекового значения и область аномально высокой активности сместилась к северу от эпицентра Эреванского землетрясения 1983 г. (рис. 2). В работе [14] в районе Грозного была выделена область со значительным "дефицитом" реализованной сейсмической энергии. Она интерпретировалась как область наиболее вероятного возникновения сильного землетрясения. Действительно, в 1984 г. область значительно оживилась. Было зарегистрировано несколько сильных землетрясений (среди них одно с $M_{LN}=5.2$). В 1985 г. в этом районе повышена активность уступила место глубокому затишью и зона аномально высокой активности сместилась к югу (см. рис. 2). Привлекает внимание оживление крупного разлома северо-восточного простирания, пересекающего оз. Севан. И этот район характеризуется "дефицитом" реализованной сейсмической энергии.

С учетом группирования число основных представленных землетрясений класса $K_p = 9, 10, 11, 12$ на территории Кавказа ($556 \times 886 \text{ км}^2$ при $38^\circ \leq \varphi \leq 44^\circ \text{ N}$ и $52^\circ \leq \lambda \leq 39,5^\circ \text{ E}$) равно $N_K = 161, 49, 17, 3$ соответственно. Уравнение графика повторяемости землетрясений имеет вид

$$\lg N_K^* = 4,10 - 0,515 K_p,$$

где N_K^* — число землетрясений, нормированное на 1000 км^2 и 1 год. Средний уровень сейсмической активности $A_{10} = N_K^* = 0,089$. Карта сейсмической активности $A_{10}(\varphi, \lambda, \gamma_{cp})$ Кавказа представлена на рис. 3. Она составлена способом распределения с посто-янной точностью [11, 12]. При этом учитывалось изменение по площади величины γ_{cp} — среднего многолетнего значения углового коэффициента графика повторяемости. Кар-та γ_{cp} также представлена на рис. 3. Она составлена по данным А.Д. Завьялова, рас-считанным на ЭВМ по разработанной им программе [13] для элементарных площадок размером $100 \times 100 \text{ км}$. Значения γ для площадок были рассчитаны для трехгодовых интервалов периода 1982–1984 гг.

5 февраля в 22 ч 19 мин в Имишлинском районе АЗССР с $K_p = 11,3$ произошло землетрясение. Параметры землетрясения по инструментальным данным: $\varphi = 39,6^\circ N$; $\lambda = 48,7^\circ E$; $h = 5$ км; $M_p = 5,0$. Координаты макросейсмического эпицентра $\varphi = 39,8^\circ N$, $\lambda = 48,0^\circ E$, резко отличаются от координат инструментального. В районе этого эпицентра до 23 февраля зарегистрировано пять землетрясений, среди которых одно с $K_p = 8$, остальные 9-го и 10-го классов. Эпицентры их расположены вдоль одной полосы, являясь афтершоками этого землетрясения. С максимальной интенсивностью (5-6 баллов) землетрясение ощущалось в Имишли, где многие спящие проснулись, многие люди в испуге покинули помещения, во многих домах, построенных из рваного камня, кирпича-сырца, имели место повреждения в виде тонких трещин, откалывания небольших кусков штукатурки. Землетрясение с силой 5 баллов ощущалось в населенных пунктах Расулу, Бир-Май, Каралар. Исследование этого землетрясения проведено макросейсмической группой ОМГЭ ИГ АН АЗССР (табл. 2, рис. 5).

На макросейсмической карте средние радиусы 5-, 4- и 3-балльных изосейст составляют 9, 36 и 75 км соответственно. Землетрясение ощущалось на площади около 17 600 км². Коэффициент затухания интенсивности сотрясения 3,0 в продольном направлении и 2,2 вкрест простирания. Среднее значение коэффициента затухания, вычисленное с учетом радиусов изосейст и размеров площадей, ограниченных изосейстами, 2,6. Глубина очага $h_1 = 8$ км и $h_{1M} = 12$ км. Очаг землетрясения характеризуется сбросо-сдвиговыми подвижками (см. рис. 4). Ось напряжения сжатия была ориентирована на юг, ось растягивающего напряжения близгоризонтальна и ориентирована на восток. Судя по координатам эпицентра, очаг землетрясения приурочен к пересечению продольного Предталянского и крупного поперечного Араксинского разломов. Изосейсты макросейсмическо-

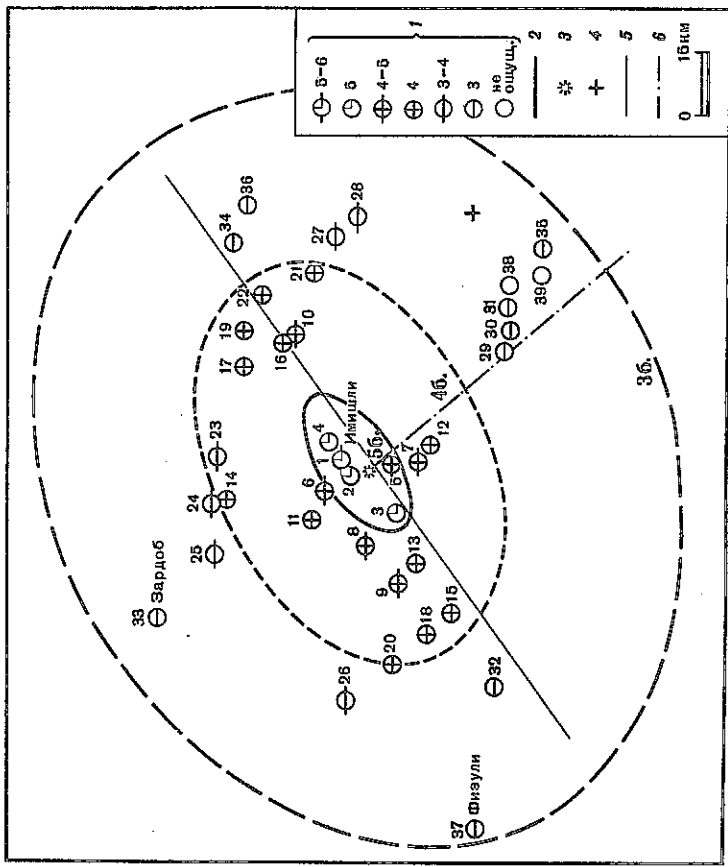


Рис. 5. Схема изосейст землетрясения 5 февраля. Сост. Р. Н. Шафадиев.
1 — балльность; 2 — изосейста; 3, 4 — макросейсмический и инструментальный эпицентры; 5 — Предталянский продольный разлом; 6 — Араксинский поперечный разлом

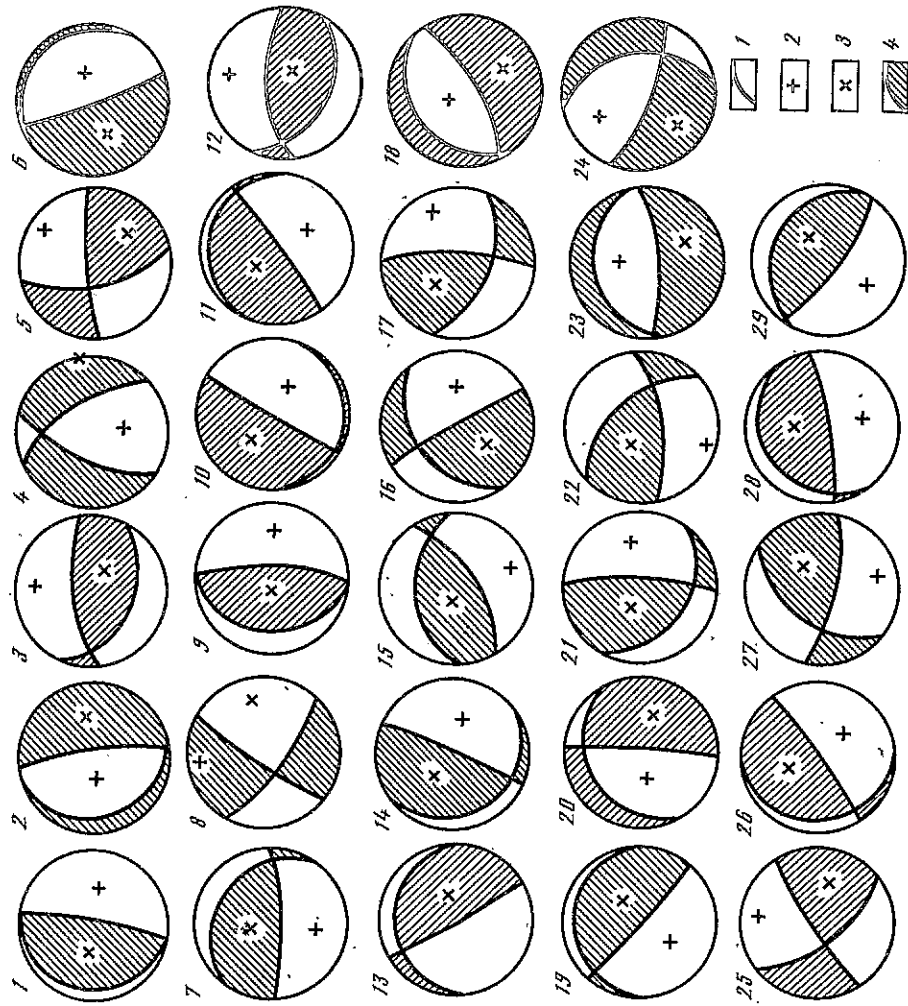


Рис. 4. Механизмы очагов землетрясений
1 — нодальные линии; 2 — ось сжатия P, 3 — ось растяжения T; 4 — область волны сжатия

На карте А₁₀ выделяются шесть зон высокой сейсмической активности в 1985 г. Две из них располагаются за пределами СССР: одна в Турции, другая в основном вдоль границы между Турцией и Ираном. Небольшая активность отмечалась на площади Восточного Кавказа. Здесь выделяется зона, охватывающая северо-западные части Главного и Бокowego хребтов, а также зоны известнякового Дагестана.

Следующая по размерам субмеридиональная зона отмечается вдоль Западно-Каспийского разлома с небольшой активизацией юга Тальпи-Вандамского поднятия.

Зоны высокой активности выделяются также юго-западнее Тбилиси, в районе Ахал-калакского вулканического плато, и юго-восточнее, на площади Средне-Куринской впадины.

В 1985 г. наиболее активная была Куринская депрессия. По сравнению с прошлым годом в этом районе значительно возросли как число землетрясений, так и их энергия. Максимальная суммарная сейсмическая энергия, выделившаяся в этом районе, — 4,98 · 10¹¹ Дж значительно выше, чем в 1984 г. В Каспийском море и прилегающих районах Ирана наблюдается значительный спад активности. По сравнению с прошлым годом суммарная сейсмическая энергия, выделенная в этих районах, понизилась в 10 раз. Хотя в 1985 г. число землетрясений в восточной части Малого Кавказа и в Тальпе понизилось, выделенная энергия в этих районах незначительно возросла.

Механизмы очагов землетрясений региона представлены на рис. 4.

Макросейсмические данные о землетрясении 5 февраля

№ п/п	Пункт	Δ^* , км	№ п/п	Пункт	Δ^* , км	№ п/п	Пункт	Δ^* , км
1	Имишли	6	13	Ахмедлы	22	27	3-4 балла	
	5 баллов		14	Мамедлы	30	28	Фаталикенд	54
2	Расулу	3	15	Орджоникидзе	35		Кировкенд	58
3	Бир-Май	10	16	Нариманов	35	29	3 балла	
4	Каралар	10	17	Ахтачы	36	30	Самедабад	41
	4-5 баллов		18	Каграманлы	37	31	Наримановка	46
5	Мизралли	6	19	Елчубейли	41	32	Новотроицкое	49
6	Джафарлы	10	20	Жлановск	42	33	Ахмелбейли	54
7	Полтавка	12	21	Сабирбад	46	34	Зардоб	55
8	Сарыханлы	14	22	Красносельск	46	35	Будуг	59
9	Бунядлы	24				36	Хармандалы	63
10	Саатлы	33				37	Гошмханлы	65
	4 балла		23	Моллаккенд	32		Физули	80
			24	Кехюкло	34		Не ощуща-	
11	Мурадханлы	14	25	Альванд	37	38	лось	
12	Суворовка	16	26	Оранкала	48	39	Кировкенд	52
						40	Пушкино	59
							Джаллабад	78

го поля вытянуты вдоль простирания Предталянского разлома, что свидетельствует о приуроченности фокальной плоскости к данному разлому. А, судя по глубине залегания, очаг приурочен к верхней части кристаллического фундамента.

Землетрясение с $K_p = 11,3$ 9 апреля в 03 ч 31 мин произошло на юге Армянской и Азербайджанской ССР.

Инструментальный эпицентр располагался в 15 км к юго-востоку от сеймостанции Карракер. Гипоцентр определен по данным сети сейсмических станций Кавказа методом засечек ($\varphi = 39,33^\circ \text{ N}$, $\lambda = 46,57^\circ \text{ E}$, $h = 10 \text{ км}$). Максимальная интенсивность сотрясения в эпицентре оценена в 7 баллов.

Очаговая область известна в прошлом сильными и разрушительными землетрясениями 1308, 1622, 1881, 1889, 1896, 1909, 1931 и 1968 гг. (рис. 6).

Эпицентральные зоны землетрясений в районе Загезура пространственно и генетически приурочены к районам сочленения и тектонических разломов различного порядка и простирания. Возникновение землетрясений в изучаемом и смежных с ним районах связано с оживлением старых дислокационных линий.

В пределах района выделяются три крупные тектонические структуры [3]: Кафанская блок-антиклиналь, Зантезурское мозаично построенное блок-антиклинальное поднятие, Воротанский прогиб и группа меньших приразломных прогибов. Границы между землетрясениями расположены в Кафанской блок-антиклинали.

Специальная эпицентральная экспедиция провела макросейсмическое обследование последствий по определению сейсмического эффекта по повреждению сооружений и ощущению людей по шкале MSK-64 в 72 населенных пунктах по территории Армянской и Азербайджанской ССР (рис. 7, табл. 3).

Площадь 7-балльной зоны составляет 25 км², 6-балльной — 390 км², 5-балльной — 2240 км², а 4- и 3-балльных — 1400 км², 19300 км² без учета проявления макросейсмического эффекта на территории Ирана. Форма площади сотрясения близка к эллипсу,

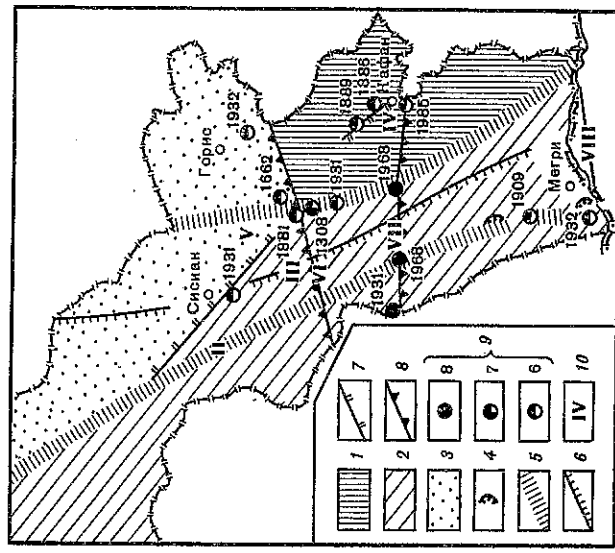


Рис. 6. Схематическая карта сейсмогенных зон Юго-Восточной Армении
1 — Кафанский антиклинорий; 2 — Зантезурский антиклинорий; 3 — Воротанский прогиб; 4 — приразломные впадины; 5 — зоны круглых глубинных разломов; 6 — взбросопадины; 7 — сбросы; 8 — взбросопадины; 9 — макросейсмический эпицентр землетрясения с максимальной интенсивностью; 10 — номер разлома

большая ось которого в плейстоценовой области имеет северо-восточное простирание. В этом направлении сотрясение распространилось на 80 км. Макросейсмический эпицентр и глубина, определенная по методике Н.В. Шибалина, $h_T = 6 \pm 1 \text{ км}$, $h_{LM} = 8 \text{ км}$ ($h_{cp} = 7 \text{ км}$) соответствуют данным инструментальных наблюдений.

В области 6- и 7-балльных сотрясений был слышен подземный гул, особенно сильно в эпицентральной зоне. Отмечены случаи полного обрушения углов стен старых каменных домов на глинистом растворе. Наблюдаются массовые повреждения в виде сквозных трещин в углах и кладке стен, откалывание штукатурки. Повреждена значительная часть домов из черепицы и шифера. Жители были сильно напуганы. Вблизи сел. Гейли обнаружен ранее неизвестный горячий источник.

Результаты определения механизма очага показали, что землетрясение произошло в результате сдвиговзброса по одной из возможных крупных плоскостей разрыва (см. Каталог механизмов Кавказа).

Землетрясение 9 мая в 18 ч 50 мин с $K_p = 10,8$ произошло в Масалинском р-не АзССР. По инструментальным данным параметры очага: $\varphi = 39,15^\circ \text{ N}$, $\lambda = 48,60^\circ \text{ E}$, $h = 20 \text{ км}$, $MVA = 4,3$. Макросейсмический эпицентр смещен по отношению к инструментальному к югу на 10 км. Это землетрясение сопровождалось 12 фороками с $K_p \geq 7$ и 7 афтершоками с $K_p \geq 10$.

Землетрясение с максимальной силой 5-6 баллов ощущалось в г. Масаллы. Здесь все опрошенные жители ощущали сперва вертикальное, а затем сильное горизонтальное сотрясение. Перед сильным толчком был слышен подземный гул. В помещениях слышались тяжелые предметы, многие в испуге покидали помещения. В домах типа А имелись многочисленные тонкие трещины по штукатурке, в некоторых домах они осыпались небольшими кусками. Землетрясение с интенсивностью 5 баллов ощущалось в пунктах: Дигях, Еддоймак, Кодман, Еченкенд, Чатырлы, Борадигях и Махмудаваре (табл. 4, рис. 8).

Средние радиусы 5-, 4- и 3-балльных изосейст составляют 11, 28 и 49 км соответственно. Коэффициент затухания в продольном направлении 3,4, вкrest простирания 2,8. Среднее значение коэффициента затухания 3,1 при $MVA = 3,8$ и $I_0 = 5-6$ баллов, $h_{LM} = 10 \text{ км}$. Эпицентр землетрясения приурочен к Предталянскому глубинному продольному разлому.

Землетрясение 3 июля в 23 ч 30 мин с $K_p = 10,9$ произошло на северо-западе Азербайджанской ССР. По инструментальным данным координаты эпицентра: $\varphi = 41,15^\circ \text{ N}$, $\lambda = 45,48^\circ \text{ E}$, глубина очага $h = 25 \text{ км}$, магнитуда $MVA = 5,1$, по макросейсмическим данным $\varphi = 41,05^\circ \text{ N}$, $\lambda = 45,80^\circ \text{ E}$. Интенсивность в эпицентре 5-6 баллов (табл. 5, рис. 9).

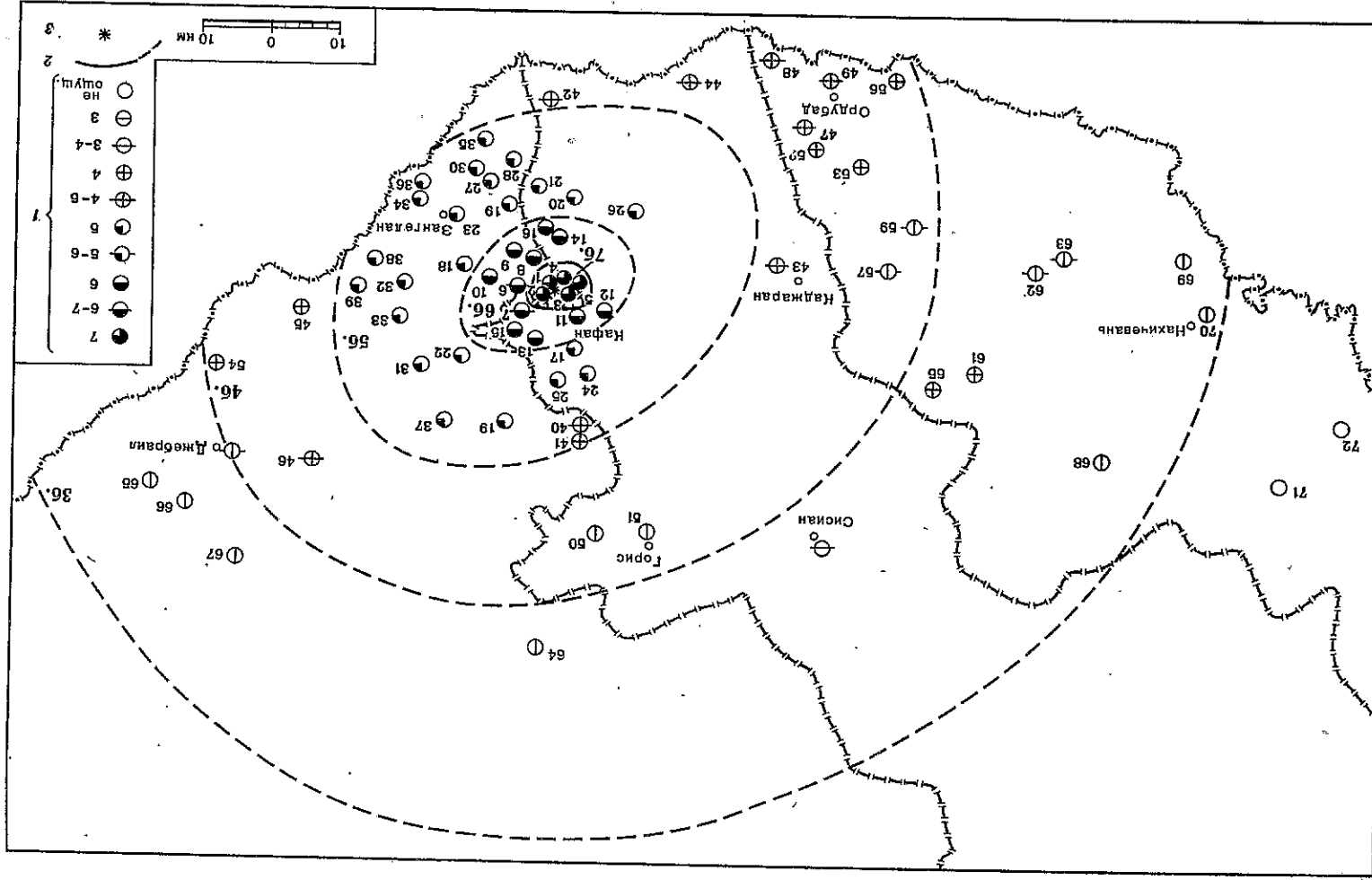


Рис. 7. Схема изосейст землетрясения 9 апреля
 1 - балльность; 2 - изосейста; 3 - макросейсмический эпицентр

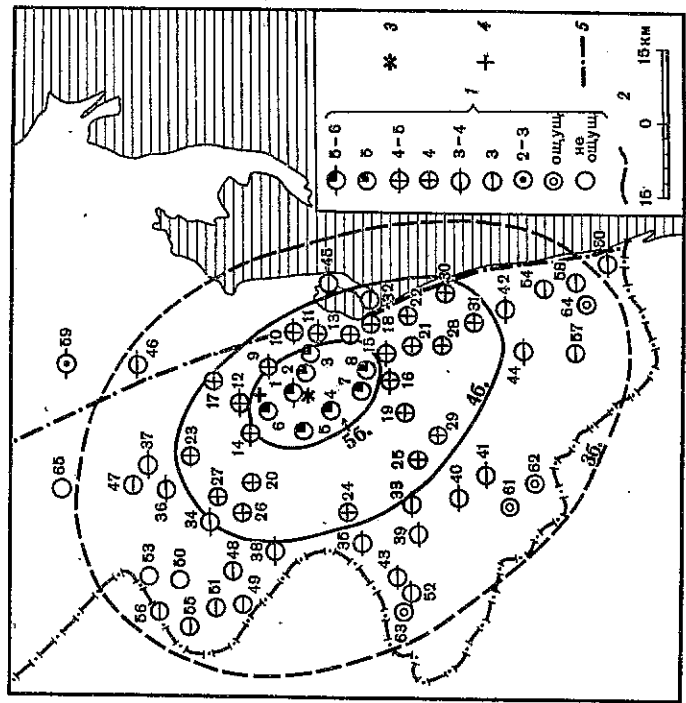


Рис. 8. Схема изосейст землетрясения 9 мая в 18ч 50мин. Сост. В.А. Каспаров, Р.Н. Шафарьяев, М. Пашаев
 1 - балльность; 2 - изосейста; 3 - макросейсмический эпицентр; 4 - инструментальный эпицентр; 5 - Предмакоавказский глубинный разлом

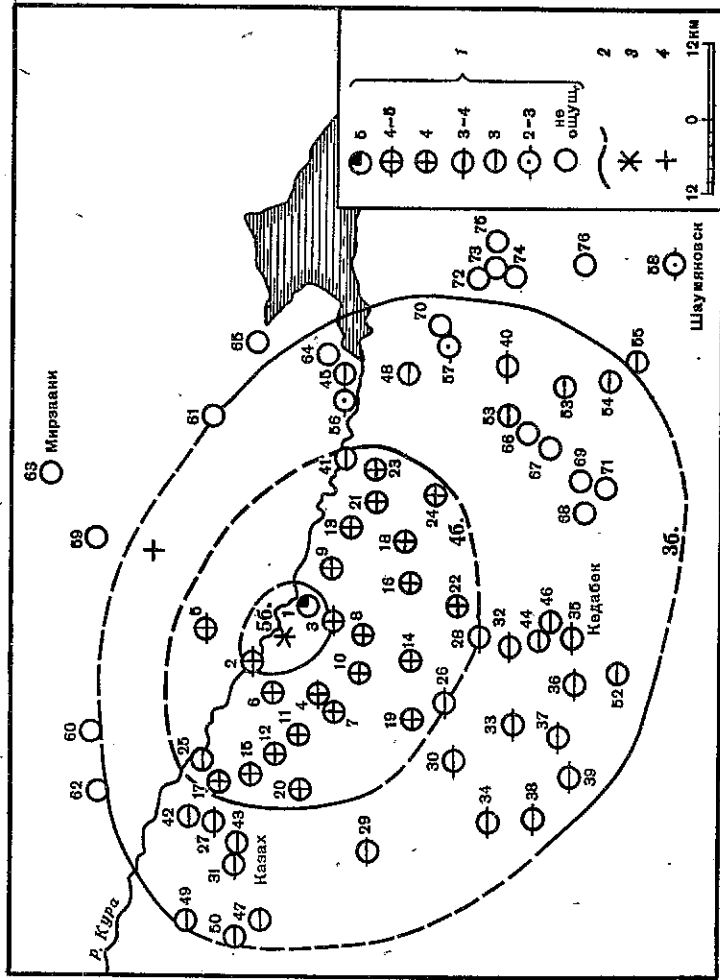


Рис. 9. Схема изосейст землетрясения 3 июля. Сост. Р.Н. Шафарьяев
 1 - балльность; 2 - изосейста; 3, 4 - макросейсмический и инструментальный эпицентры

Таблица 3

Макросейсмические данные о землетрясении 9 апреля

№ п/п	Пункт	Δ*, км	№ п/п	Пункт	Δ*, км	№ п/п	Пункт	Δ*, км
7 баллов								
1	Гейли	3	24	Кармаркар	13	50	Хызыоренек	36
2	Сейдиляр	3	25	Давид-Бек	13	51	Горис	38
3	Джанбар	3	26	Шышкерт	16	52	Нюенос	43
4	Наджафляр	4	27	Шефибейли	18	53	Дерныс	46
5	Юсуфлу	4	28	Собу	20	54	Султанды	50
6-7 баллов								
6	Хашпаг	5	30	Кубаллы	21	55	Арафа	56
7	Агарак	5	31	Гаракос	21	56	Даста	58
8	Шайыфли	5	32	Ханлыг	21		3-4 балла	
9	Гаратол	5	33	Альбейли	23	57	Тувиг	48
10	Бехок-Гитатак	10	34	Зизанлы	23	58	Джебраил	52
6 баллов								
11	Сюлик	5	36	Джахангирбейли	23	59	Билев	53
12	Кафан	8	37	Бартаз	24	60	Сиазань	55
13	Уманис	8	38	Миндживан	25	61	Милах	63
14	Шихсхок	8	39	Моллу	25	62	Салтах	70
15	Еквард	9	40	Гаджалы	27	63	Арабуца	73
16	Срашен	9		Мамедбейли	29		3 балла	
5-6 баллов								
17	Арцваник	9	41	Совхоз "Совет-жан"	20	64	Лачин	51
18	Венели	14	42	Скхий Азербайд-жан"	22	65	Хоровлу	60
19	Рацфера	14	43	Апалгы Чыбир-ли	28	66	Дашкесан	61
20	Цав	14	44	Нювади	32	67	Галрут	61
21	Пункт № 1	15	45	Каджаран	36	68	Шахбуз	82
22	Гал	17	46	Метри	37	69	Аббек	90
23	Зангелан	18	47	Кумлак	43	70	Нахчевань	99
			48	Хавыслы	43	71	Не ошуща-	
			49	Кинза	43	72	лось	
				Ордубад	46		Азнабюрт	107
					50		Хок	115

Таблица 4

Макросейсмические данные о землетрясении 9 мая в 18 ч 50 мин

№ п/п	Пункт	Δ*, км	№ п/п	Пункт	Δ*, км
5-6 баллов					
1	Масаллы	5	9	Кюрдбазлы	7
4 балла					
2	Дитях	2	10	Хырмадалы	18
3	Едлюймак	6	11	Порт-Ильич	18
4	Кодман	7	12	Гегирян	21
5	Еченкенд	8	13	Хоччабаллы	22
6	Чахырлы	9	14	Агдаш	23
7	Боралдыгах	12	15	Вильван	26
8	Махмудавар	13	16	Ольховка	26
			17	Новоголовка	26
			18	Порсова	26
			19	Сари	27
			20		
			21		
			22		
			23		
			24		
			25		

Таблица 4 (окончание)

№ п/п	Пункт	Δ*, км	№ п/п	Пункт	Δ*, км	№ п/п	Пункт	Δ*, км
3 балла								
26	Халлили	27	41	Мондигях	40	55	Байханлы	51
27	Абуллу	28	42	Аврора	41	56	Каракзымылы	51
28	Кафтани	28	43	Ярдымылы	42	57	Паликеш	54
29	Кынджва	29	44	Биласар	44	58	Арчыван	57
30	Ленкорань	34		3 балла			2-3 балла	
31	Грумба	36	45	Нариманабад-2	21	59	Шорсулу	47
3-4 балла								
32	Нариманабад-1	22	46	Хол-Каранманлы	32	60	Астара	64
33	Шингедудан	32	47	Аллар	38		Ощущалось	
34	Довлятиабейли	32	48	Гаирли	39	61	Госмаян	47
35	Сурик	33	49	Солтанкенд	43	62	Мистан	49
36	Андреевка	33	50	Текля	44	63	Шефели	50
37	Покровка	34	51	Ханагах	46	64	Шуви	59
38	Лякин	34	52	Чафузи	46			
39	Осьедере	38	53	Гольмамедли	46		Не ошущалось	
40	Лерик	38	54	Шахагах	50	65	Пушкино	51

Таблица 5

Макросейсмические данные о землетрясении 3 июля

№ п/п	Пункт	Δ*, км	№ п/п	Пункт	Δ*, км	№ п/п	Пункт	Δ*, км
5 баллов								
1	Дзегам-пункт ГАИ	7	25	Еникенд	25	51	Болгалы	52
3-4 балла								
2	Кирзан	8	26	Абдал	30	52	Калакенд	57
3	Апаты Айылы	8	27	Аксафа	32	53	Ханлар	63
4	Ковляр	11	28	Хархар	34	54	Аджикенд	70
5	Джефранчельское	13	29	Берд	36	55	Чайкенд	76
4 балла								
6	Алиманнарлы	10	30	Чатах	36	56	Пункт № 1	40
7	Мешадилар	11	31	Казах	39	57	Сафаралев	56
8	Дзегам Джирдахан	13	32	Славянка	39	58	Шаумяновск	91
9	Колхозкенд	14	33	Шымлых	42		Не ошущалось	
10	Ибрагим Гаджалы	15	34	Шыных	47	59	Гарибаны	36
11	Тауз	17	35	Кедабек	49	60	Пойлу	39
12	Джалилли	20	36	Гергер	50	61	Овцеводческий	41
13	Джабарлы	21	37	Беюк Карамурад	52	62	Мирзани	48
14	Бадакенд	22	38	Касьмагалы	54	63	Самух	48
15	Татлы	24	39	Новосаратова	54	64	Юсуфлу	49
16	Курбулаг	24	40	Кировкенд	59	65	Кизылджа	54
17	Марсовка	26	41	Холуф	32	66	Даниер	54
18	Шамкор	26	42	Пойлу	33	67	Куштинский	54
19	Салыхлы	26	43	Даг-Кесаман	36	68	Баян	56
20	Кейнакышлак	27	44	Кардаг	43	69	Ляк	58
21	Планкенд	29	45	Люксембург	45	70	Дашкесан	60
22	Чарлахлы	30	46	Сейляр	45	71	Агамалыотлу	68
23	Шамкор	32	47	Джафарли	48	72	Карадагы	71
24	Ленинакенд	35	48	Барыкамьш	50	73	Хойлу	72
			49	Даш-Салыхлы	50	74	Дальмамедли	75
			50	Алпоут	51	75	Чайлы	80

Макросейсмические данные о землетрясении 4 июля

№ п/п	Пункт	Δ°, км	№ п/п	Пункт	Δ°, км	№ п/п	Пункт	Δ°, км
1	5 баллов		12	Цианцали	20	23	Тбилиси	78
2	Напареули	6	13	Алвани	22	24	Мцхета	80
3	Сабуе	7	14	Лалцхури	22		3 балла	
4	Саниоре	8		4 балла		25	Инори	52
5	Греми	8	15	Джиколо	30	26	Сигнахи	52
6	Шидла	10	16	Магани	33	27	Рустави	72
7	Энцели	10	17	Ахмета	35	28	Гардебани	77
8	Пшавели	15	18	Гурджаани	38	29	Марнеули	92
	Кварели	25	19	Сагареджо	45	30	Каспи	103
	4-5 баллов		20	Тианети	55	31	Тетрицкaro	113
9	Шахриани	18	21	Гулудеби	60	32	Болнис	118
10	Телаи	18	22	Лагодехи	60	33	Манглиси	120
11	Шрома	18						

С максимальной интенсивностью (5 баллов) землетрясение ощущалось в Дзегаме (пункт ГАИ). Один из очевидцев испытал сильное горизонтальное сотрясение в помещении, другому показалось, что земля уходит из-под ног.

Параметры очага, определенные по методике Н.В. Шебагина, таковы: 2,6 — коэффициент затухания вдоль простирания макролопа, 2,4 — поперек. Глубина очага при $M_LH = 3,9$ и $I_0 = 5 \pm 6$ баллов равна 21 км, что хорошо согласуется с инструментальными данными.

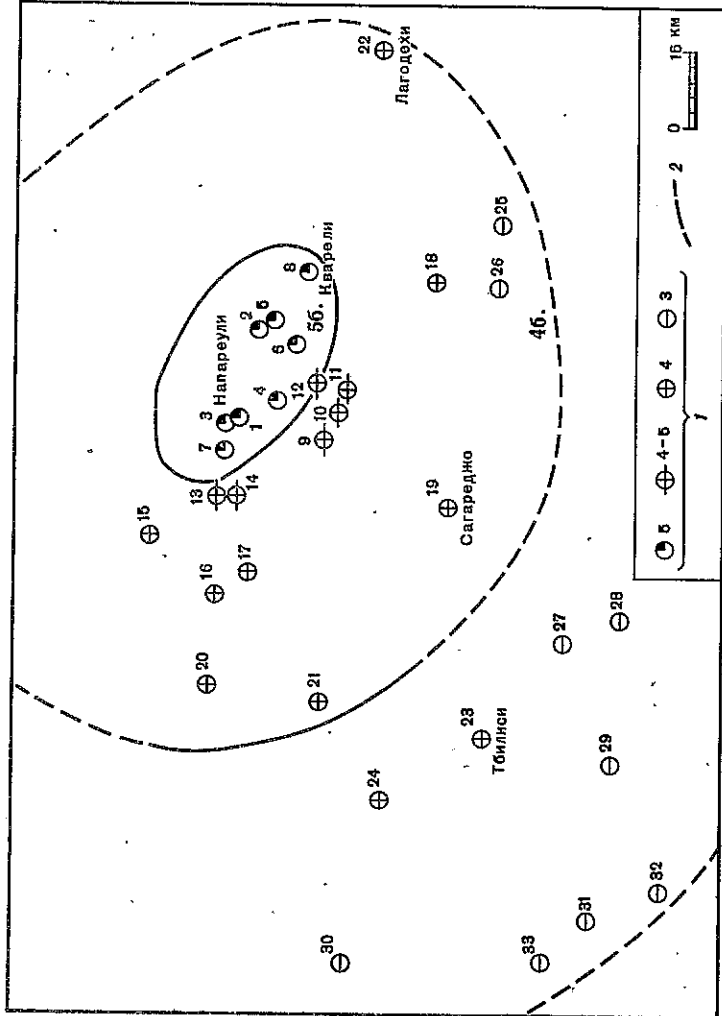


Рис. 10. Схема изосейст землетрясения 4 июля. Сост. Н.П. Губеридзе, В.Г. Папалашвили
1 — балльность; 2 — изосейста

Макросейсмическое обследование землетрясения 4 июля в 5 ч 08 мин с $K_p = 12,2$ проведено сотрудниками ОМЭ ИГ АН ГССР (табл. 6, рис. 10). Землетрясение ощущалось всеми в Напареули, Греми, Кварели, Шидла, Сабуе и Энцели. Наблюдалась паника, люди выбежали из помещений на улицу. Во многих зданиях отмечались легкие повреждения.

Средний радиус 5-балльной изосейсты составляет 38 км. При $M_LH = 4,8$, $I_{DM} = 30$ км, $I_0 = 5 \pm 6$ баллов. Землетрясение ощущалось на территории около 17 500 км². Очаг этого землетрясения приурочен к Пшавено-Лагодехскому глубинному разлому.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров М.А., Аманателили Я.Т., Гоцадзе О.Д. и др. Определение координат гипоцентра близких землетрясений по известному скоростному строению (на примере Кавказского региона) // Алгоритмы и практика определения параметров гипоцентров землетрясений на ЭВМ. М.: Наука, 1983. С. 69-82.
2. Левицкая А.Я., Лебедева Т.М. Географы сейсмических волн на Кавказе // Кварт. сейсмол. бюл. Тбилиси, 1953. Т. 2, № 1/4. С. 51-60.
3. Дзакая А.Д. Сейсмичность Джавахетского нагорья и прилегающих районов // Тр. Ин-та геофизики АН ГССР, 1957. Т. 16. С. 177-219.
4. Мурушидзе Г.Я. Строение земной коры и верхней мантии в Грузии и сопредельных районах по сейсмологическим и сейсморазведочным данным. Тбилиси: Мелниереба, 1976. 170 с.
5. Сейсмологический бюллетень (ежегодный 1983 г.). Обнинск: ОМЭ ИФЗ АН СССР, 1985-1986. С. 41-96.
6. Рутцан Т.Г. Затухание сейсмических волн и энергия землетрясений // Тр. ТИССС. 1960. Т. 7. С. 41-96.
7. Соловьева О.И., Агапарова Э.Б., Алимедова В.П. и др. Калибровочные функции для определения магнитуды кавказских землетрясений по короткопериодной волне P на малых эпицентральных расстояниях // Интенсивность сейсмических наблюдений. М.: Радио, 1983. С. 65-72.
8. Введерская А.В. Исследование напряжений и разрывов в точках земной коры при помощи теории дислокаций. М.: Наука, 1969. 136 с.
9. Желанкина Т.С., Кейлис-Борок В.И., Писаренко В.Ф. и др. Определение механизма землетрясения на цифровой ЭВМ // Алгоритмы интерпретации сейсмических данных. М.: Наука, 1971. С. 3-27.
10. Антонов Е.П., Гоцадзе О.Д., Пилишвили Т.В. Сейсмический режим и долгосрочный прогноз сильных землетрясений (на примере Кавказа) // Прогноз землетрясений. Душанбе: Дониш, 1984. Вып. 5. С. 217-227.
11. Ризниченко Ю.В., Горбунова И.В. О методах построения карт сейсмической активности // Сейсмическое районирование СССР. М.: Наука, 1967. С. 71-83.
12. Ризниченко Ю.В. Об изучении сейсмического режима // Изв. АН СССР. Сер. геофиз. 1958. № 9. С. 1057-1074.
13. Завьялов А.Д. Исследование закономерностей сейсмического режима на основе представлений о кинетике процесса разрушения: Дис. ... канд. физ.-мат. наук. М., 1985. 176 с.
14. Симонян Г.П. Сейсмические зоны юго-восточной Армении // Сейсмогеотектоника некоторых районов юга СССР. М.: Наука, 1976. С. 41-47.