

УДК: 550.34.06(479.25) + 621.311.25 : 621.039(479.25)

А. Т. АСЛАНЯН, Ф. О. АРАКЕЛЯН, К. А. АГАМАЛЯН, А. Х. БАГРАМЯН,
Р. Т. ДЖУГАРЯН, Б. Ц. ЕРЕМЯН, Д. И. СИХАРУЛИДЗЕ, Н. П. ТУТБЕРИДЗЕ.АНАЛИЗ СЕЙСМИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ РАЙОНА АРМЯНСКОЙ
АТОМНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ (АРАРАТСКАЯ ДОЛИНА)

Армянская атомная электростанция (АЭС) расположена в срединной части Еревано-Игдырского сейсмогенного узла, в пределах которого пересекается ряд крупных деформационных сейсмогенных разломов Тавро-Кавказской области.

В статье приводятся данные по сейсмическому режиму Еревано-Игдырского сейсмогенного узла, по механизму очагов, вертикальным и горизонтальным неоднородностям земной коры этого района. Составлены схема разрывных нарушений по сейсмологическим данным и карта сейсмического районирования.

На Малом Кавказе установлен ряд узлов пересечения крупных зон сейсмоактивных разрывов (Джавахетский, Кировабадский, Зангезурский, Еревано-Игдырский), с которыми связывается возникновение сильных землетрясений. Армянская АЭС расположена в центральной части Араратской котловины, занимающей срединную область Еревано-Игдырского сейсмического узла и являющуюся местом пересечения довольно мощных зон активных сейсмогенных разломов. Последние прослеживаются вдоль р. Аракс, в направлении к оз. Ван через населенные пункты Игдыр-Актафа-Хашми и в транскавказском направлении (Душети-Степанаван-Ереван и Октемберян-Игдыр-Догубаязет).

Еревано-Игдырский сейсмогенный узел расположен в пределах географических координат $\varphi = 35,5—41,0^\circ$ с.ш. и $\lambda = 43,5—45,0^\circ$ в. д. и занимает площадь около 20000 км^2 (рис. 1).

Араратская межгорная котловина, расположенная между антиклинориями Армянский пар на юге и Цахкункским на севере, является областью пересечения крупных деформационных структур Тавро-Кавказского орогена—Транскавказской близмеридиональной зоны разрывных и флексурных нарушений и близширотной Североанатолийско-Армяно-Иранской зоной разрывных нарушений, сопровождаемых сериями параллельных и оперяющих нарушений и многочисленными очагами новейшего вулканизма (рис. 2) [1]. К северу и югу от АЭС на расстоянии 35—40 км расположены крупнейшие в Армянском нагорье стратовулканы Арагац (4095 м) и Арарат (5125 м). Между ними располагается более 40 центров вулканических извержений, сложенных красными и черными пузырчатыми андезито-базальтовыми лавами и шлаками (глубина очагов, вероятно, 3—5 км). Часть указанных вулканических аппаратов в виде кольцеобразной группы располагается непосредственно в районе промплощадки АЭС (17 центров на площади 10 км^2). По данным бурения плиоценовые лавовые потоки Б. Арарата и Арагаца (андезито-базальты, андезиты, андезито-дациты), полого залегающие

на миоценовых отложениях, в створе АЭС сливаются, создавая корытообразный покров, который, в свою очередь, подстилает четвертичные вулканические образования и озерно-речные отложения. В районе значительное развитие имеют также туфолавы, являющиеся продуктами трещинных извержений. Возраст лав и шлаков верхнеплиоценовый и нижнечетвертичный, возраст туфов — нижне-средне-верхнечетвертич-

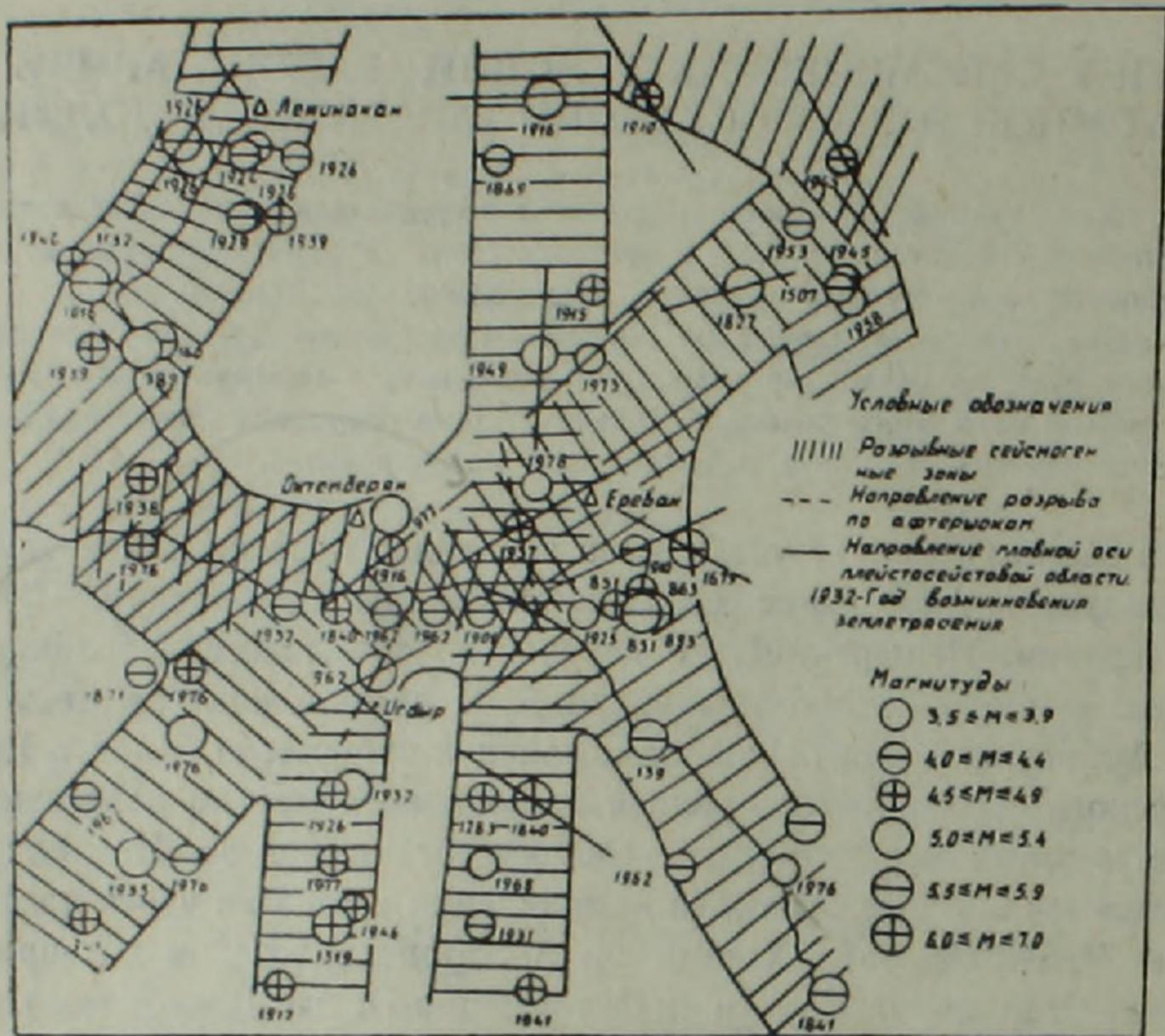


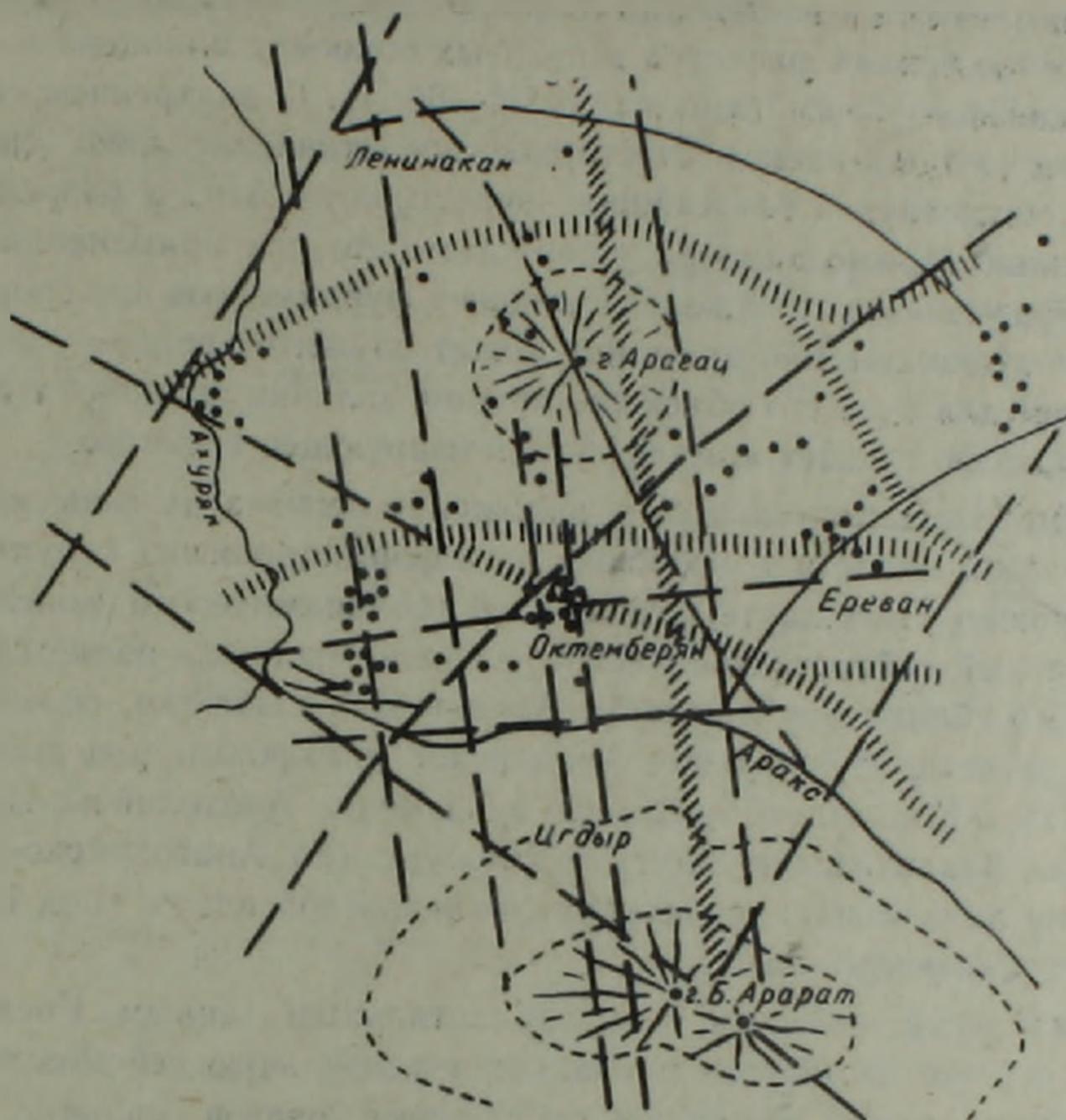
Рис. 1. Еревано-Игдырский сейсмогенный узел.

ный (разновозрастные потоки). В центральной прогнутой части Араратской котловины развиты мощные (до 400 м) озерные отложения нижнечетвертичного возраста (бакинский ярус), по периферии фациально переходящие в вулканические образования.

Непосредственно на территории АЭС мощность плиоцен-четвертичного вулканического комплекса, по данным бурения, составляет 400—450 м. Ниже расположена окладчатая свита песчано-глинисто-карбонатных отложений миоцена. Сооружение АЭС располагается непосредственно на коренных вулканитах (шлаки и лавы в сложном переплетении) нижне-среднечетвертичного возраста. В этой толще, на глубине около 70 м обнаружены водотоки, которые, по-видимому, питают артезианский бассейн, расположенный к югу от АЭС.

Кристаллический фундамент Араратской котловины, по данным бурения и геофизических исследований, имеет мозаично-глыбовое строение и представляет систему горстообразно приподнятых и грабенообразно опущенных блоков. Фундамент обнажается в антиклинальном ядре г. Еранос (абс. отм. 1821 м), вскрыт буровыми скважинами у сел. Тазагюх на глубине 580 м, вблизи храма Звартноц на глубине 1100 м,

у сел. Зейва—2200 м. Наиболее приподнятая часть погребенного фундамента протягивается узкой полосой по линии Мхчян-Тазагюх-Арбат-Эчмиадзин-Октемберян, ограничиваясь с севера и с юга расходящимися к востоку ветвями крупного Ереванского разлома, причем у южной окраины г. Еревана по северному крылу поднятия разность в полноте разрезов осадочного чехла достигает 6000 м по сравнению с осевой



Условные обозначения

- ||||| Глубинные разломы Анатолиско-Иранской системы
- ////// Крупный линеймент Транскавказской системы по данным геофизики и дистанционных методов
- — — — — Линейменты, выделенные по данным геофизики и дистанционных методов
- Разломы по данным геологического картирования
- Вулканические центры

Рис. 2. Карта глубинных разломов и вулканических центров территории Еревано-Игдирского сейсмогенного узла.

частью поднятия. По южному крылу эта разность составляет около 2000 м. На кристаллическом фундаменте залегают со значительными пере-рывами в латеральном развитии и по мощности отложения вулканогенной юры (?) и нижнего сенона (с офиолитами), верхнего сенона, палеоцена, эоцена, олигоцена и миоцена, которые смяты в складки и разбиты разломами, в основном соскладчатого типа, неглубокого заложения. По-

верхность кристаллического фундамента располагается в районе АЭС на глубине 1800—2200 м (скв. Зейва-8).

Упомянутый выше Ереванский глубинный разлом прослеживается к северу от АЭС и, вероятно, контролирует отмеченные вулканические аппараты вблизи АЭС. Сколько-нибудь больших дизъюнктивных смещений в подфундаментном вулканическом комплексе пород АЭС не отмечено, однако, на востоке, по линии Эчмиадзин-Паракар наблюдается резко выраженная флексура в лавовых покровах плиоцена и озерной свите бакинского яруса (амплитуда 50—60 м). О внутреннем строении вулканического комплекса отчетливое представление дают сплошные крупные обнажения в ближайших окрестностях АЭС и разрезы буровых скважин. Можно априори утверждать, что при применении сплошных платформенного типа железобетонных фундаментов для сооружений АЭС этот вулканический комплекс может служить вполне надежным основанием для всех его объектов, причем наличие шлаков в переплетении с лавами придает комплексу демпфирующее свойство.

Рассматривая тектоническое положение региона на фоне всей Тавро-Кавказской области и особенности деформационных структур последней, можно утверждать, что лучшей геодинамической моделью, иллюстрирующей сеймотектонические условия района, является представление о сближении Русской и Аравийской платформ, сильное выдвижение на север и субдукция Аравийской платформы под южную половину Тавро-Кавказской области, субдукция Анатолийско-Иранской плиты под Закавказскую плиту и Эльбурс (по Анатолийско-Армяно-Иранскому линейamentу), субдукция Закавказской плиты под Большой Кавказ и Скифскую плиту.

По макросейсмическим и инструментальным данным, Еревано-Игдырский сейсмогенный узел проявляет значительную сейсмоактивность с древнейших времен, выделяясь скоплениями очагов сильных землетрясений.

Сейсмическая опасность, вызванная землетрясениями, происходящими за пределами этого узла, для сооружений Армянской АЭС незначительна. Повторный анализ сейсмических материалов исторических землетрясений Еревано-Игдырского сейсмогенного узла показывает, что координаты их эпицентров, приводимые в новом каталоге, определены с удовлетворительной точностью, кроме 7—8-балльного землетрясения 972 г. (на основе пересмотра макросейсмических материалов этого землетрясения его координатами следует считать $\varphi = 40,1^\circ$ с. ш.; $\lambda = 44,1^\circ$ в. д.).

На территории Еревано-Игдырского сейсмогенного узла известны несколько разрушительных 8—9-балльных землетрясений. Из них следует упомянуть землетрясение 139 г.; Двинские—851 и 893 гг.; Гарни-Мхчанское—1679 г.; Араратское—1840 г.; Игдырское—1962 г. Кроме перечисленных землетрясений, за историческое время здесь отмечено более 30 землетрясений, интенсивностью выше 6 баллов (рис. 1). Сильные землетрясения происходили также в 850—1000 гг. и в 1670—1982 гг. Кроме того, имели место многочисленные слабые толчки, эпицентры ко-

торых разбросаны по всей площади. Это фоновые землетрясения и афторшоки сильных землетрясений. Глубина очагов землетрясений узла не превышает 30 км, причем большинство из них расположено в интервале глубин 5—15 км.

Сейсмический режим. Изучен для количественной оценки сейсмической опасности территории узла. Параметры сейсмического режима—мера рассеяния, наклон графика повторяемости и карта активности—рассчитывались путем усреднения во времени наблюдаемых величин по

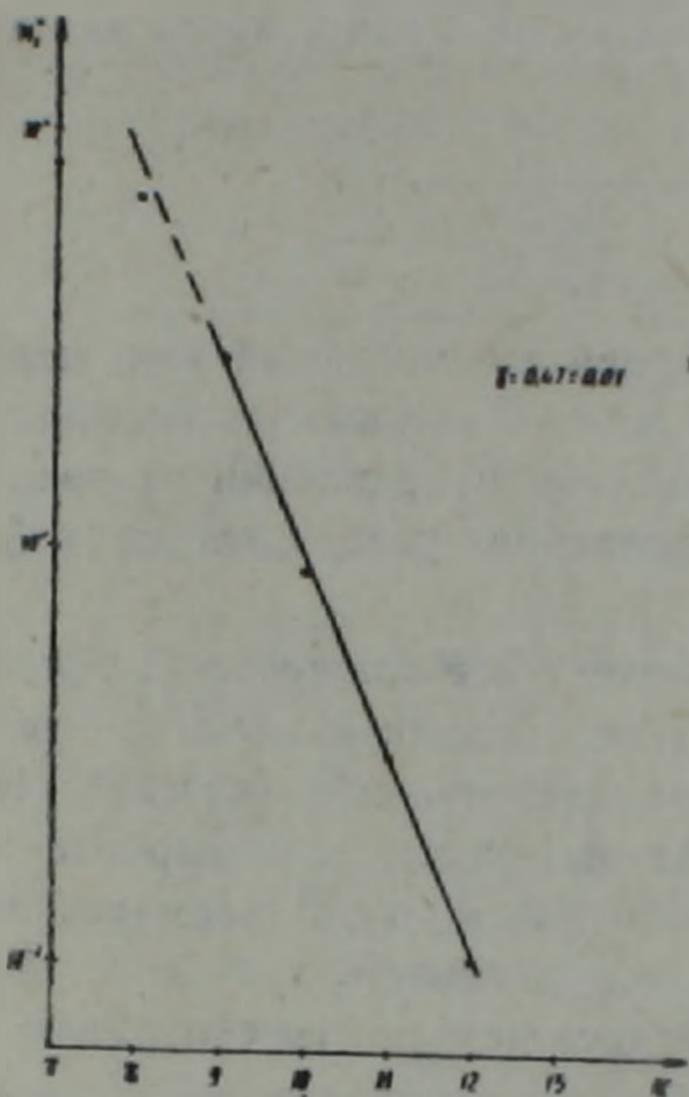


Рис. 3

Рис. 3. График повторяемости землетрясений.



Рис. 4

Рис. 4. Карта сейсмической активности.

методу Ю. В. Ризниченко [10]. Материалом для исследований служил Каталог независимых сильных и слабых землетрясений за период 1962—1980 гг. Изучение сейсмической меры рассеяния за указанный период для землетрясений энергетических классов $K=9—12$ дает для него значения, близкие к единице.

График повторяемости землетрясений был построен методом оумирования. На рис. 3 приведены нормированные во времени и по площади ($T_0=1$ год, $S_0=1000$ км²) графики распределения для изучаемого региона за рассматриваемый промежуток времени. Из рисунка видно, что для Еревано-Игдырского сейсмогенного узла представительными являются землетрясения девятого энергетического класса ($K_{\text{мин}}=9$), а для наклона графика повторяемости—значение $\gamma=0,47$ (для Малого Кавказа в целом значения этих величин соответственно равны: $K=9$; $\gamma=0,46$ [11]).

Для картирования сейсмической активности (А) исходным материалом служит карта эпицентров представленных землетрясений.

Карта сейсмической активности (рис. 4) была построена методом суммирования с применением способа постоянной точности. Активность определялась по формуле [10]:

$$A = A_0 = \frac{1 - 10^{-1}}{10^{-1}(K_{\min} - K_0)} \cdot \frac{S_0 T_0 \cdot N_2}{ST}$$

где $A_0 = A_{10}$; $K_0 = 10$; S — поверхность площадки усреднения; T — период наблюдения. Карта строилась с помощью круговой палетки с числом $N_2 = 5$ эпицентров землетрясений с $K = 9$ и выше. Радиус круга рассчитывался по формуле:

$$r = \sqrt{\frac{1 - 10^{-1}}{10^{-1}(K_{\min} - K_0)} \cdot \frac{S_0 T_0 N_2}{AT} \cdot \frac{1}{A}}$$

Из рис. 4 видно, что Еревано-Игдырский сейсмогенный узел попадает в зону довольно повышенной сейсмической активности. В области АЭС значение A_0 равно 0,1, в северо-западном направлении от нее A_0 уменьшается до 0,05, а в остальных направлениях увеличивается, и A_{10} достигает величины 0,2—0,5.

Напряженное состояние и сеймотектоническое движение. В Еревано-Игдырском сейсмогенном узле определены механизмы очагов ряда сильных землетрясений. Для этого, кроме материалов кавказских сейсмических станций, были использованы данные бюллетеней мировой сети станций. Определение механизмов проводилось в основном машинным способом [6]. Определение механизмов ручным способом приводится в работах [4, 7]. В большинстве случаев результаты совпадали.

В таблице 1 приводятся результаты определения механизма очагов землетрясений. В этом районе доминируют горизонтальные направления осей сжатия и растяжения. Угол между всеми основными направлениями напряжений, за исключением одного, меньше 30° ; направление промежуточного направления близвертикальное, $I = 35—73^\circ$. Плоскость разрыва имеет крутое падение. Движения по разрывам, в основном, имеют большую составляющую по простиранию, указывающую на наличие в очагах движения типа сдвига левостороннего характера.

Для землетрясения 11. IX. 1962 г. движение в очаге содержит одинаковые компоненты как по простиранию, так и по падению, т. е. в очаге имеются движения сбросового типа с левосторонним смещением типа сдвига. На рис. 5 и 6 приведена ориентация плоскостей разрыва и направления осей главных напряжений.

Принято считать, что в результате деформации литосферы возникает непрерывно-разрывное квазипластическое тектоническое течение. Рассматривают две его части: непрерывно-пластическое течение и разрывно-непрерывное сейсмическое течение. Наиболее полная разработка этой теории принадлежит Ю. В. Ризниченко. На основе изучения механизмов очагов землетрясений определены скорости вертикальных движений земной коры при сейсмическом течении горных масс. С этой

целью использованы также параметры долговременной средней сейсмичности, наклон графика повторяемости γ , карты сейсмической активности A_{10} , максимально возможные землетрясения K_{max} и сейсмический момент M_0 [11]. Скорости вертикальных сеймотактонических движений рассчитывались по формуле:

$$V = \frac{AM_0(K_0)(\cos \alpha_r - \cos \alpha_c)}{\mu(C_2 - \gamma) 10^{13} \sqrt{2} \ln 10} \cdot 10^{(K_0 - 1)(A_{max} - K_0)}$$

где μ — модуль сдвига, $M_0(K_0) = 10^{20}$, $K_0 = 10$, $C_2 = 0,4$, α_r — угол между горизонтальной проекцией оси растяжения и меридианом, α_c — то

Таблица 1

Механизмы очагов землетрясений

Основные данные о землетрясениях

№№ п/п	Дата ч. м. г.	Время в очаге	Координаты очага			M
			$\varphi^{\circ}N$	$\lambda^{\circ}E$	h, км	
1	04.09.62	22.59.13	39,9	44,1	10	5,2
2	11.09.62	00.17.34	40,0	44,1	15	4,4
3	19.09.62	14.13.58	40,0	44,2	15	4,0
4	09.10.62	06.56.16	39,6	44,7	15	4,0
5	17.04.63	16.25.21	40,3	44,8	5	3,2
6	19.08.66	14.17.58	39,5	44,4	5	5,0
7	24.02.70	19.14.38	40,7	43,8	30	3,0
8	02.04.75	16.58.05	39,9	43,7	15	4,9

Ориентация разрывов в очагах землетрясений

№№ п/п	Плоскость I				Плоскость II			
	A_z°	ρ°	компоненты передвиж.		A_z°	ρ°	компоненты передвиж.	
			по прост.	по пад.			по прост.	по пад.
1	224	78	+0,97	+0,21	316	76	-0,97	+0,22
2	326	58	-0,67	+0,74	204	50	+0,72	+0,69
3	230	80	+0,94	-0,34	137	70	-0,98	-0,19
4	329	70	+0,98	-0,19	234	80	-0,93	-0,36
5	55	80	+0,96	-0,26	324	76	-0,98	-0,17
6	10	80	+0,80	-0,53	274	58	-0,98	-0,20
7	195	70	+0,93	-0,36	97	70	-0,91	-0,42
8	50	45	+0,99	-0,14	146	84	-0,71	+0,69

Ориентация напряжений в очагах землетрясений

№№ п/п	Сжатия		Растяжения		Промежуточное	
	A_z°	ρ°	A_z°	ρ°	A_z°	ρ°
1	179	1	271	18	94	72
2	172	4	269	56	80	35
3	185	21	92	7	341	67
4	280	21	14	7	122	68
5	10	18	279	3	182	73
6	328	30	229	14	116	56
7	147	30	238	2	328	60
8	359	25	180	35	240	44

же для оси сжатия. Результаты расчета представлены на схеме (рис. 7), которая показывает, что в пределах территории, вдоль реки Аракс, земная кора опускается. Вдоль сейсмогенных разрывов меридионального

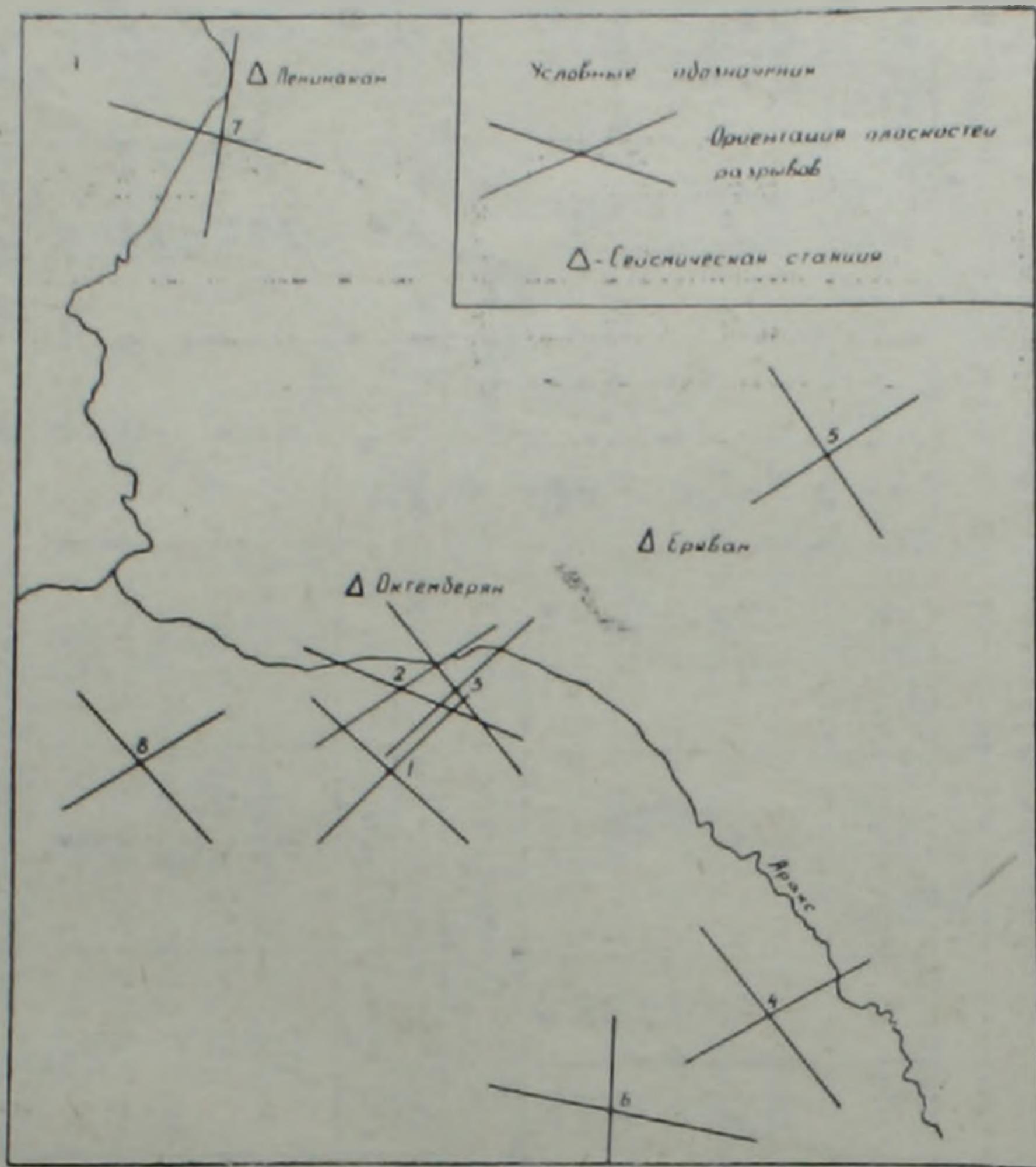


Рис. 6. Ориентация осей напряжений.

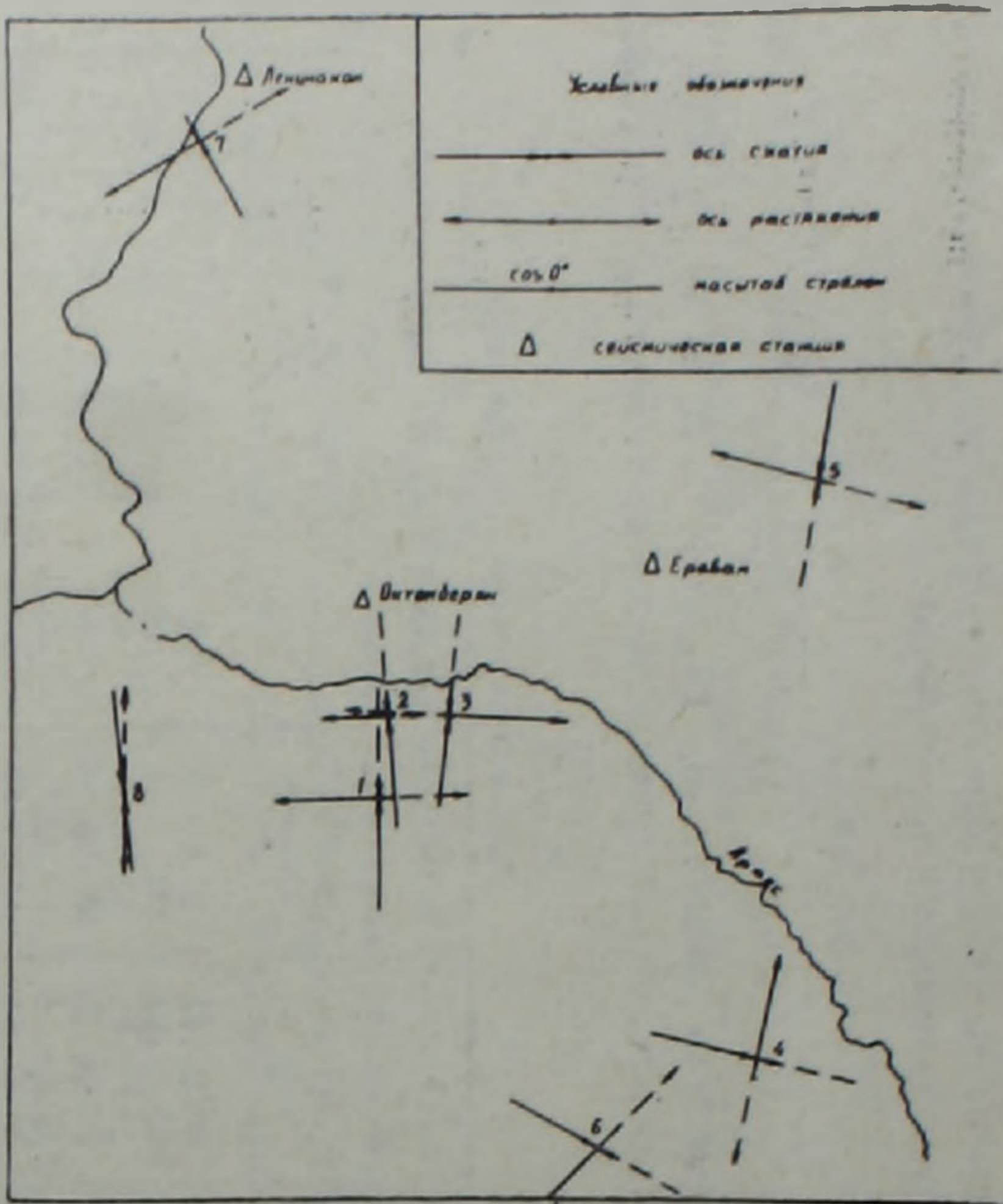


Рис. 6. Ориентация осей напряжений.

направления наблюдаются как зоны опускания, так и воздымания земной коры.

Вертикальные и горизонтальные неоднородности в строении земной коры и верхней мантии. Строение земной коры и верхней мантии на территории Малого Кавказа и, в частности, исследуемого района, изучалось различными геофизическими методами. Наиболее уверенные дан-

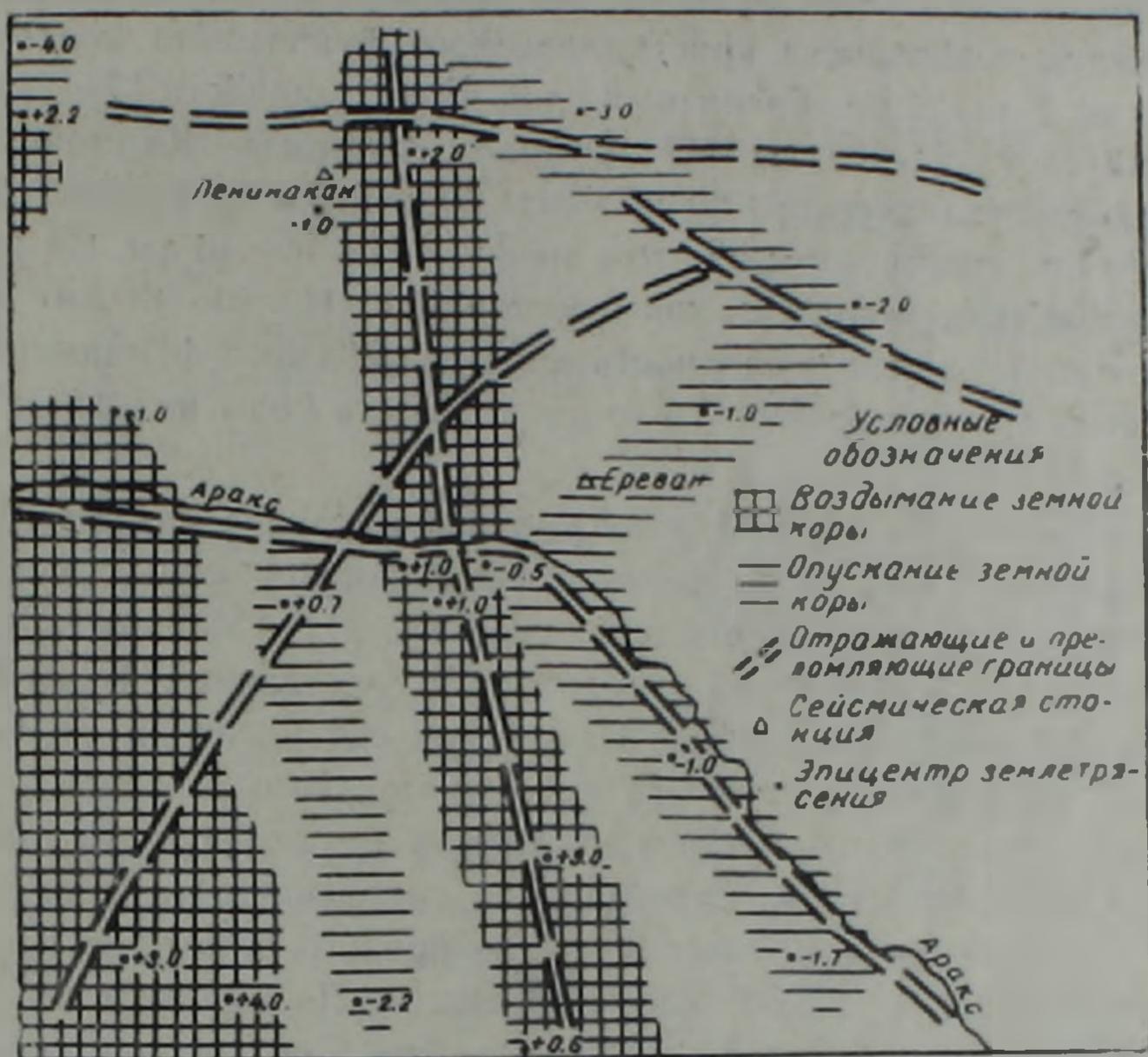


Рис. 7. Схема вертикальных сеймотектонических движений и отражающих и преломляющих границ поверхностных волн.

ные об особенностях строения земной коры и верхней мантии получены сейсмическими методами.

В работе [8] приводятся результаты изучения земной коры Армянского нагорья по объемным волнам, наблюдаемым при местных и далеких землетрясениях. В этой модели суммарная мощность осадочного и гранитного слоев равна $H=37$ км, а мощность базальтового слоя $H_2=15$ км. Скорость распространения продольных и поперечных волн соответственно равна $a_1=5,78$ км/сек, $b_1=3,37$ км/сек; $a_2=6,5$ км/сек, $b_2=3,63$ км/сек; для подкорового субстрата $a_3=7,96$ км/сек, $b_3=4,53$ км/сек.

Строение земной коры в восточной части Малого Кавказа в течение 1967—1968 гг. изучалось с помощью аппаратуры «Земля» [9]. Исследования проводились на основе анализа продольных волн, наблюдаемых при землетрясениях по следующим профилям: Октемберян-Ленинакан, Кармрашен-Карабахлар, Маркара-Пойлы, Анипомза-Кармрашен, Аракс-Октемберян, Арагац-Алаверди. На профиле Октемберян-Ленинакан поверхность фундамента находится на глубине около 2—5 км; на глу-

бине порядка 9—10 км выделяется граница обмена, связанная с границей в гранитном слое. На глубине 15—16 км выделяется поверхность базальтового слоя. Поверхность Мохоровичича выделяется на глубине порядка 41—45 км. На профиле Кармрашен-Карабахлар мощность осадочного комплекса составляет от 1 до 6—6,5 км, мощность гранитного слоя—15—22 км, базальтового слоя—23—26 км. Мощность земной коры варьирует здесь от 45 до 50 км. На профиле Маркара-Пойлы глубина залегания поверхности кристаллического фундамента колеблется в пределах от 2 до 3,2 км. Гранитный слой имеет мощность 17—21 км; базальтовый слой—21—23 км. На профиле Анилемза—Кармрашен поверхность кристаллического фундамента находится на глубине 2,5—6,0 км. Мощность земной коры на этом профиле $H=44—46$ км. На профиле Аракс-Октемберян мощность коры составляет $H=40—43$ км. На профиле Арагац-Алаверди поверхность кристаллического фундамента прослеживается на глубине 3,0—3,5 км, а мощность коры находится в пределах 42—48 км.

Строение земной коры Малого Кавказа подробно изучено по записям различных групп и типов нормальных поверхностных волн и высокоскоростных дисперсионных волн типа PL [11]. Мощность коры по этим волнам для исследуемой территории составляет $H=48$ км. Поверхность фундамента в Еревано-Игдырском сейсмогенном узле ~ 5 км. Мощность гранитного слоя—13 км, базальтового—20 км. Между гранитным и базальтовым слоями обнаружен промежуточный слой мощностью 10 км. Скорости распространения поперечных волн этих слоев, начиная с осадочного комплекса и до подкорового субстрата, соответственно равны: 2,35; 3,21; 3,56; 3,86; 4,60 км/сек. По фазовым скоростям первого обертона волн Релея на Центральном Кавказе мощность литосферной плиты составила 130 км, мощность астеносферы около 270 км. Поперечная окорость в слое ниже астеносферы, определенная по первым выступлениям обертонов поверхностных волн, составляет $V_s = 5,15 \pm 0,05$ км/сек.

На основе анализа времен пробега продольных волн, возбуждаемых удаленными землетрясениями, исследованы вариации скоростей продольных волн в верхних слоях верхней мантии Кавказа [3]. Выделены высокоскоростные и низкоскоростные литосферные блоки. Полоса пониженных скоростей выявлена от Ленинакана до Еревана. Выделены площади с максимально пониженной скоростью—2% от V_0 . Эта зональность почти целиком приурочена к мегантиклинорию Малого Кавказа, отчетливо представленному в новейшей тектонике сводово-глыбовыми сооружениями. Низкоскоростная неоднородность приурочена к нижеараксинскому поперечному межгорному прогибу (по данным станций «Горис», «Кармракар», «Каджаран»). В недавно завершенной работе [2] приводятся данные о том, что падение скоростей V_0 в мантии на 2% происходит под всей Транскавказской зоной в интервале глубин от 100 до 200 км. К этой зоне тяготеют наиболее интенсивные тепловые аномалии, ряд очаговых групп землетрясений, крупные вулканы Эльбрус,

Казбек, Арагац, Арарат. На юго-восточном их продолжении к ней приурочены вулканы района оз. Урмия, а также вулканы Тондурек, Сипан, Немруд. Далее, предполагается, что эта зона протягивается в сторону Мертвого моря и Восточно-Африканских рифтов.

Примечателен заметный дефицит плотности мантийных масс по профилю Ереван-Тбилиси, выраженный в значительных аномалиях силы тяжести (в редукции Буге, отнесенной к поверхности на высоте 150 км).

Горизонтальные неоднородности в строении Еревано-Игдырского сейсмогенного узла. Авторами интерпретировались записи отраженных и преломленных волн, сформированных при различных эицентральных расстояниях, а также изучались записи отраженных поверхностных волн, наблюдаемых при близких землетрясениях $\Delta < 400$ км. Исследование дисперсии их групповых скоростей показывает, что эта группа волн сформирована в осадочном комплексе земной коры мощностью 2÷6 км. Поверхностные волны при Джавахетских землетрясениях отражаются от тектонического нарушения, проходящего вдоль р. Аракс, в 20 км южнее станции «Ереван», и зарегистрированы этой станцией (рис. 7). При землетрясениях Зангезурского района волны этой группы, отраженные от тектонического нарушения, проходящего между населенными пунктами Севан и Октемберян, наблюдаются на станции «Ереван». Глубина залегания этих разломов по упомянутой группе волн не меньше 12—18 км. На основе определения отношений амплитудных спектров преломленных и прямых поверхностных волн сделано количественное заключение о глубине Транскавказского разлома, проходящего между станциями «Ереван» и «Ленинакан». Между этими же станциями проходит так называемый Еревано-Севанский разрыв [5]. Для изучения этих разломов использовались записи поверхностных волн, возникших при землетрясениях Филиппинских островов и бассейна Гренландского моря. Сводные кривые амплитудных спектров и потери энергии волн на разломе приведены на рис. 8 (1—К (ω) — потери энергии на преломляющей

границе, $\frac{A_1(\omega)}{A_2(\omega)}$ — отношение амплитудных спектров прямых и проходящих волн).

Глубина этих разломов составила около 65 км. По фошочковым событиям определены объемы очагов двух сильных землетрясений этого сейсмогенного узла, происшедших 7.I.1937 г. и 4.IX.1962 г. Форма очагов этих землетрясений эллипсоидальная. Главная ось фи-

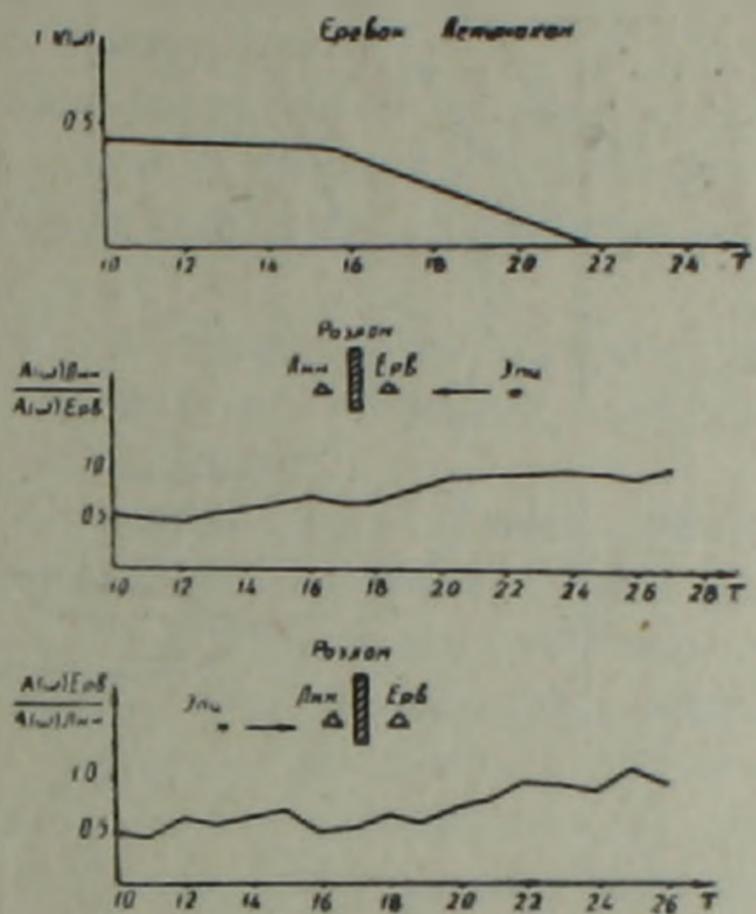


Рис. 8. Схема сводных кривых амплитудных спектров и потери энергии волн на разломе.

гуры совпадает с направлением сейсмогенных разрывов, пересекающихся в Еревано-Игдырском сейсмогенном узле (рис. 1). Исследовались также макросейсмические поля этого узла; их плейстосейстовые области имеют эллиптическую форму, а направление главной оси эллипса совпадает с простиранием сейсмогенного разрыва.

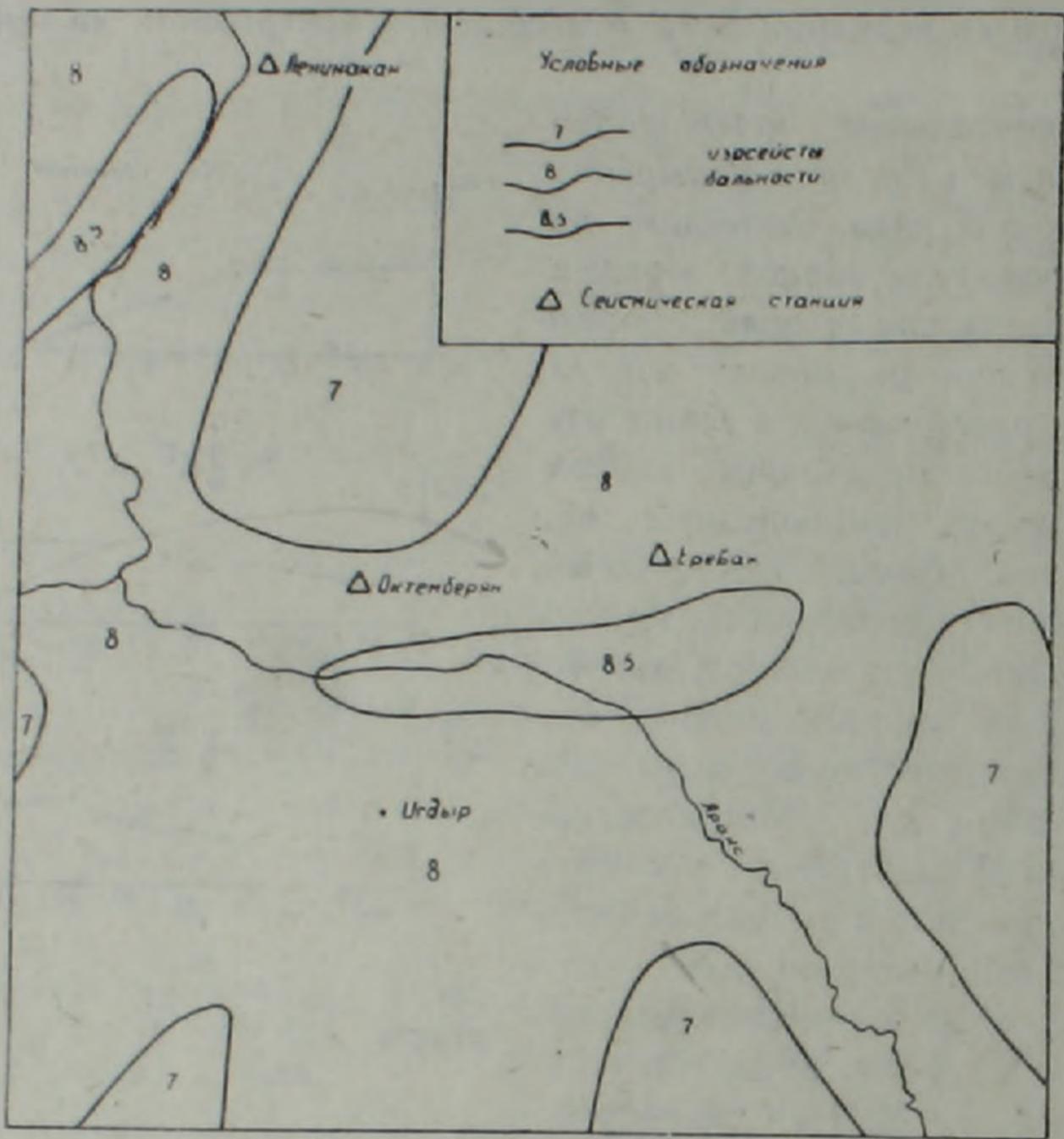


Рис. 9. Карта детального сейсмического районирования Еревано-Игдырского сейсмогенного узла.

Землетрясения Еревано-Игдырского узла имеют магнитуду в пределах $M=5,5-6,5$ и интенсивность $I_0=7-8,5$ баллов. В этом сейсмогенном узле наблюдаются контрастные сеймотектонические и неотектонические движения (рис. 7) [5]. Через этот узел проходят наиболее активно действующие в современную геологическую эпоху глубинные сейсмогенные разломы. На основе проведенного исследования обнаруживается, что центральная часть Еревано-Игдырского узла, вытянутая вдоль реки Аракс, является 8,5-балльной зоной, а периферийная — восьмибалльной. Для территории Малого Кавказа коэффициент затухания балльности $V=3,5$. Принимая во внимание эти данные и анализируя материалы макросейсмического поля землетрясений Малого Кавказа, построена карта детального сейсмического районирования Еревано-Игдырского сейсмогенного узла и прилегающих территорий, на которой дается дифференциация сейсмической опасности по интенсивности в баллах (рис. 9).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение сейсмичности района Армянской атомной электростанции выявило следующие особенности его строения:

1. Араратская долина, в центре которой расположена Армянская АЭС, является срединной частью Еревано-Игдырского сейсмического узла, представляющего собой зону пересечения крупных сейсмоактивных разломов северо-восточного, северо-западного, широтного и меридионального направлений. Узел характеризуется концентрацией значительного количества очагов сильных землетрясений.

2. В тектоническом отношении район представляет область пересечения Североанатолийско-Армяно-Иранокой близширотной дугообразной мегаструктуры с меридиональными структурами Транскавказского поперечного поднятия.

Наиболее приемлемой геодинамической моделью для региона принимается представление о сближении Аравийской и Русской платформ с образованием трех зон субдукции между ними.

Схема разрывных сейсмогенных зон, составленная по сейсмическим данным для этого района, обнаруживает близкое сходство со схемой разрывных нарушений, составленной по данным структурно-геологического анализа с применением геофизических и дистанционных материалов.

3. Количественная оценка сейсмоопасности, по данным изучения сейсмического режима, показывает, что для Еревано-Игдырского сейсмического узла представительными являются землетрясения девятого энергетического класса ($K=9$), значение наклонов графика повторяемости $\gamma=0,47$, сейсмическая активность $A_0=0,1$ (в области АЭС).

4. В районе преобладают горизонтальные направления осей сжатия и растяжения; для плоскостей разрывов характерно крутое падение.

Вдоль р. Аракс наблюдается опускание земной коры, вдоль разрывов Транскавказского направления отмечаются дифференциальные движения—как опускание, так и воздымание участков коры.

5. По записям различных групп и типов нормальных поверхностных волн и высокоскоростных дисперсионных волн типа PL изучено строение вертикальных и горизонтальных неоднородностей строения земной коры региона. По этим данным мощность коры $H=48$ км. Глубина залегания поверхности фундамента составляет 1—5 км, мощность гранитного слоя—13 км, мощность базальтового слоя—20 км.

6. Изучение горизонтальных неоднородностей строения по отраженным и преломленным волнам позволило обнаружить ряд отражающих крупных тектонических разрывов и установить глубину их заложения.

7. По району Еревано-Игдырского сейсмогенного узла составлена карта сейсмического районирования, где дается дифференциация сейсмической интенсивности в баллах.

8. Приведенный в тексте материал показывает, что, несмотря на сложные сеймотектонические условия, устойчивость комплекса сооружений Армянокой АЭС можно считать обеспеченной с точки зрения сейсмостойкости и общих инженерно-геологических требований. Имеются достаточные основания для строительства II очереди Армянокой АЭС

на территории, прилегающей к площади действующей станции с запада. Несмотря на это, необходима организация надежной сейсмопрогностической службы и внедрение новых технических устройств, гарантирующих остановку работы реактора и теплосъём в автоматическом порядке при землетрясениях 6 баллов и более (по 12-балльной шкале).

Институт геологических наук АН Армянской ССР,

Ордена Трудового Красного Знамени

Институт геофизики и инженерной сейсмологии

АН Армянской ССР,

Институт геофизики АН Грузинской ССР,

Филиал ВНИИАЭС Союзатомэнерго.

Ա. Տ. ԱՍԼԱՆՅԱՆ, Յ. Հ. ԱՌԱՔԵԼՅԱՆ, Կ. Ա. ԱՂԱՄԱԼՅԱՆ, Ա. Խ. ԲԱՂՐԱՄՅԱՆ,
Բ. Բ. ԶՈՒՂԱՐՅԱՆ, Բ. Յ. ԵՐԵՄՅԱՆ, Գ. Ի. ՍԻԽԱՐՈՒԼԻԶԵ, Ն. Պ. ԹՈՒԹՄԻՐԻԶԵ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԱՏՈՄԱՅԻՆ ԷԼԵԿՏՐԱԿԱՅԱՆԻ (ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ՀՈՎԻՏ) ՇՐՋԱՆԻ ՍԵՅՍՄԻԿ ՊԱՅՄԱՆՆԵՐԻ ՎԵՐԼՈՒՄՈՒԹՅՈՒՆԸ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրված է Երևան—Իգդիր սեյսմիկ տարածքի միջին մասը, ուր տեղադրված է Հայկական ատոմային էլեկտրակայանը և որն իրենից ներկայացնում է հյուսիս-արևելյան, հյուսիս-արևմտյան, լայնակի և միջօրեական ուղղութիւնների խոշոր սեյսմոակտիվ խզումների փոխհատման հանգույց: Հստ սեյսմիկ տվյալների կազմված է խզումների սեյսմոգեն գոտիների սխեման: Ուսումնասիրված է Երևան—Իգդիր հանգույցի սեյսմիկ ուժեղացումը, ինչպես նաև այդ բնատարածքում սեյսմիկ օջախների մեխանիզմը: Հետազոտված են մարդի երկրակեղևի կառուցվածքի ուղղաձիգ և հորիզոնական անհամասեռութիւնները: Երևան—Իգդիր սեյսմոգեն հանգույցի համար կազմված է սեյսմիկ շրջանացման քարտեզ:

A. T. ASLANIAN, F. H. ARAKELIAN, K. A. AGHAMALIAN,
A. C. BAGHRAMIAN, R. T. DJUGHARIAN, B. Tz. YEREMIAN,
D. I. SIKHARULIDZE, N. N. TUTBERIDZE

THE ARMENIAN ATOMIC POWER STATION (ARARATIAN VALLEY) REGION SEISMIC CONDITIONS ANALYSIS

Abstract

The Yerevan-Igdyr seismic knot middle part is investigated, which is a zone of intersecting the large-scale seismoactive fractures of NE, NW, latitudinal and meridional strikes, where the Armenian atomic power station is located. According to the seismic data a scheme of fracture seismogenous zones is drawn up. The Yerevan-Igdyr seismic knot's seismic regime is studied. For this territory the seismic focuses origin mechanism is studied. The region Earth's crust structure vertical and lateral heterogeneities are investigated. For the Yerevan-Igdyr seismogenous knot a seismic zoning map is drawn up.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асланян А. Т., Вегуни А. Т. и др. Основные черты тектоники Армянской ССР в свете новых геолого-геофизических данных. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 6, 1975.
2. Асланян А. Т., Закарян К. А., Акопян С. Ц., Карахонян А. С., Микаелян А. О. О глубинной структуре Тавро-Кавказского региона по данным сейсмологических исследований и космического зондирования. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4, 1982.
3. Винник Л. П., Годзиковская А. А., Сихарулидзе Д. И., Патирая Е. И., Баграмян А. Х. Скоростные аномалии верхней мантии Кавказа. Известия АН СССР, Физика Земли, № 7, 1978.
4. Балакина Л. М., Введенская А. В. и др. Поле упругих напряжений Земли и механизм очагов землетрясений. «Наука», М., 1972.
5. Габриелян А. А., Саркисян О. А., Симоян Г. П. Сейсмоструктура Армянской ССР. Изд. Ерев. университета, Ереван, 1981.
6. Желанкина Т. С. и др. Определение механизма землетрясений на цифровой электронной вычислительной машине: Алгоритмы интерпретации сейсмических данных (Выч. сейсм. вып. 5). «Наука», М., 1971.
7. Карапетян Н. К. Напряженное состояние в очагах землетрясений Армении и механизмы их возникновения. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 3, 1977.
8. Карапетян Н. К. Годографы сейсмических волн для землетрясений Армянского нагорья. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1974.
9. Отчет «Земля», ВНИИГеофизика, Ереван, 1969.
10. Ризниченко Ю. В. Метод суммирования землетрясений для изучения сейсмической активности. Известия АН СССР, сер. геофиз., № 7, 1964.
11. Сихарулидзе Д. И., Тутберидзе Н. П., Баграмян А. Х. и др. Строение, напряженно-деформированное состояние и условия сейсмичности литосферы Малого Кавказа. Изд. «Мецнисреба», 1982.

