

It is shown the essential dependence of both apparent resistance and polarizability parameters on the electrical field stimulation chosen system (on the arrangement of feeding electrodes). Basing on the stability of both apparent resistance and polarizability residual parameters to the electrical fields stimulation and recording different systems, their reliability is demonstrated during investigation of the geological medium with a complicated differentiation of electrical characteristics. The effectiveness of multielectrode installations applying is experimentally corroborated during investigation of the anisotropic medium with local electrical heterogeneities by means of recording the both primary and secondary fields parameters with different pairs of mutually perpendicular receiving lines is the investigated point of observation.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Авдевич М. М., Фокин А. Ф. Электромоделирование потенциальных геофизических полей. Л.: Недра, 1978, 100 с.
2. Матевосян А. К. Вращение направления возбуждаемого электрического поля многоэлектродной установкой. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, XLI, № 2, с. 56—63.
3. Матевосян А. К. Способ интерпретации результатов измерений методами сопротивлений и вызванной поляризации. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, XLI, № 3, с. 46—55.
4. Матевосян А. К. О системе параметров кажущегося сопротивления и кажущейся поляризуемости. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1988, XLI, № 4, с. 58—64.
5. Матевосян А. К. Изучение анизотропии электропроводности и поляризуемости пород с использованием различных систем возбуждения и регистрации электрических полей. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1989, XLII, № 2, с. 53—66.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1989, XLII, № 5, 54—63

УДК: 550.348.098

И. В. ГОРБУНОВА, М. Б. МКРТЧЯН

#### О ВЫЯВЛЕНИИ РАЗРЫВОВ В ОЧАГАХ СИЛЬНЫХ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ

На основе применения способа определения параметров разрыва при землетрясении определены направления разрывов в очагах сильных землетрясений по инструментальным данным, согласующиеся с направлениями разрывов, вышедшими на поверхность Земли. Определены также направления разрывов в очагах землетрясений, разрывные нарушения которых на земной поверхности не наблюдались. Показано хорошее согласование направлений разрывов с одной из nodальных плоскостей при определении механизмов очагов рассмотренных землетрясений по знакам первых смещений в волне Р.

При сильных землетрясениях на поверхности Земли образуются разрывы [6], как это было и при Ванском землетрясении 24 ноября 1976 г. в 12 ч. 22 м., в результате которого образовался разрыв с направлением СЗ—ЮВ и протяженностью в 53 км [10]. К этой зоне разрыва были приурочены и эпицентры самых сильных его афтершоков. Для обработки сейсмограмм главного толчка и 9 афтершоков был применен способ [3] определения параметров разрыва при землетрясении, в результате чего оценена протяженность очаговых зон и установлены направления разрывов, хорошо согласующиеся с ориентацией разрыва на поверхности Земли. Полученные результаты показали, что можно изучить процесс сейсмического разрывообразования и при

других, менее сильных землетрясениях Армянского нагорья, разрывы которых на поверхности Земли не наблюдались.

Методика, используемая в настоящей работе основана на новом подходе к интерпретации сейсмограмм, который рассматривает не точечный очаг, принятый в сейсмологической практике, а распространяющийся источник излучения сейсмических волн [2, 4, 5]. В результате такой интерпретации излученные из очага волны могут быть не только первые вступления Р и S волн, но и следующие за ними. Отнесение волн, следующих за первыми вступлениями к очаговым, производится на основе азимутальных годографов и одновременной интерпретации и идентификации волн на разных станциях, образующих азимутальную систему наблюдений.

В данной работе идентификация волн не представляла существенных трудностей, так как запись Р и S волн для всех рассматриваемых землетрясений была идентичной и состояла из двух волновых групп, из которых вторая по интенсивности значительно превосходила первую (рис. 1). Эти волны в существующей на практике интерпретации по квазилинейному годографу соответствуют на одних станциях волнам рР, на других sР, иногда РсР. Здесь надо обратить внимание на то, что одни и те же интенсивные волновые группы во вторых вступлениях интерпретируются по-разному (рР или sР), когда эта интерпретация производится по наблюдениям единичных станций.

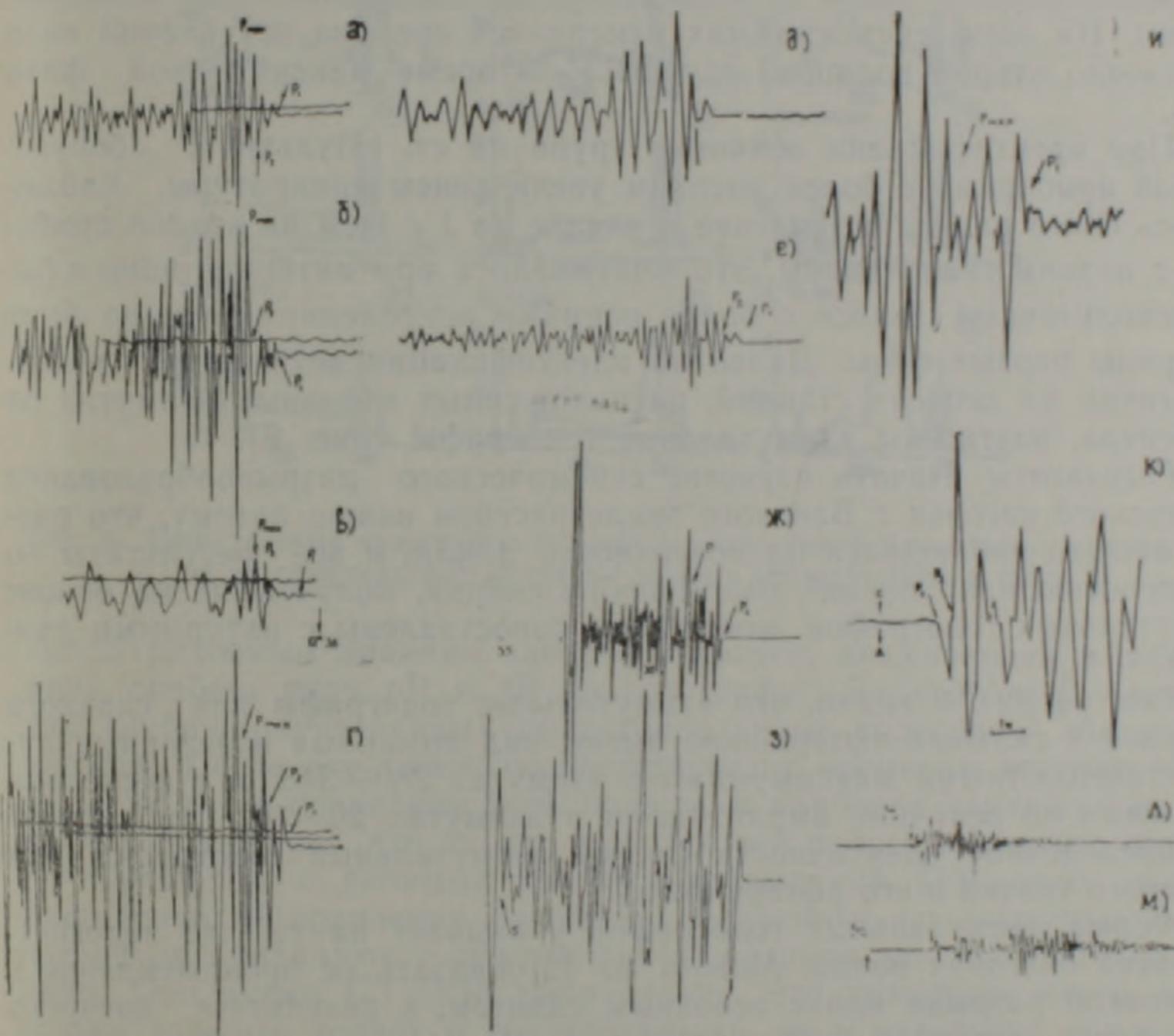


Рис. 1. Примеры записи Ванского землетрясения 24.11.76 12 ч 22 мин. а) станция Иркутск  $Az=51^\circ$  прибор СКМЗ, б), в) станция Нультин  $Az=16^\circ$  прибор СВК—МЗ и СВК—Д, г) ст. Новосибирск  $Az=45^\circ$  прибор СВК—МЗ, д, е) ст. Южно-Сахалинск  $Az=46^\circ$  СКД, СКМЗ, ж, з) ст. Мокса (ГДР)  $Az=310^\circ$  приборы, и) ст. Виктория (Канада)  $Az=340^\circ$  прибор, к) ст. Колымберг (ГДР)  $Az=310^\circ$  прибор, SSI—1 (типа П-ю), л, м) ст. Ехери (Франция)  $Az=300^\circ$  длиннопериодная аппаратура с цифровой регистрацией.

В отличие от этого интерпретация волн по новой методике проводится по совокупности станций, расположенных в разных азимутах от эпицентра, с учетом вида и формы записей группы волн Р и S. По временам вступлений вторых интенсивных волновых групп, наблюдае-

мых на всех записях, были построены азимутальные распределения разностей времен вступлений волн  $P_2 - P_1$  (упрощенная форма азимутального годографа). Эти вступления были замерены на сейсмограммах станций Единой системы сейсмических наблюдений, с микрофильмов записей зарубежных станций, а также взяты вторые четкие вступления (i) из бюллетеней ISC.

*Характерные особенности записей* использованных землетрясений. Всего было рассмотрено 22 землетрясения, происшедших в различных сейсмоактивных зонах Армянского нагорья: в Ванском районе—13, в Карс-Эрзрумском—2, в районе Эрзинджан—4, в Зангезурском районе—1, в северной части Армянского нагорья—2. Основные параметры этих землетрясений приведены в таблице 1. Для исследованных землетрясений характерны записи группы P и S волн, из которых вторая группа интенсивнее первой по разной аппаратуре. На рис. 1. приведены примеры записи Ванского землетрясения 24.XI.76 г 12<sup>h</sup> 22<sup>m</sup> приборами разного типа станциями «Иркутск», (прибор СКМЗ) «Иультин» (СВК-МЗ и СВК-Д), «Новосибирск» (СВК-МЗ), «Ю-Сахалинск», (СКД, СКМЗ), «Мокса» (ГДР) (SSI—1), «Виктория» (ST) (Канада), «Коллиберг» (SSI—1) ГДР и «Ехери» (Франция) (длиннопериодная аппаратура с цифровой регистрацией).

На записях короткопериодной аппаратурой после четкого первого вступления волны P наблюдается увеличение амплитуд до наступления максимальной фазы. В этом интервале выделяются две волновые группы. На всех сейсмограммах измерялись времена вступлений волн  $P_1$ , начало второй волновой группы  $P_2$  и время максимальной фазы  $P_{max}$ .

При идентификации волновых групп на ст. «Иультин», оборудованной приборами с более высоким увеличением аппаратуры, наблюдалось более раннее вступление в начале на 1 с, чем на записи прибором с низким увеличением. Это учитывалось при интерпретации и были использованы записи с более ранними вступлениями, где не были потеряны первые фазы. Далее по идентификации вступлений волновых групп на записях станций, расположенных в разных азимутах от эпицентра, построены азимутальные годографы (рис. 2).

*Результаты.* Начать изучение сейсмического разрывообразования Армянского нагорья с Ванского землетрясения важно потому, что разрыв от него наблюдался на поверхности Земли, и все результаты по определению направлений разрывообразования, полученные на основе азимутальных годографов, могут быть сопоставлены с натурными данными.

Так, из рис. 2 видно, что азимутальные годографы для главного толчка и 9 сильных афтершоков имеют вид ломанных изрезанных линий с абсолютными максимумами в азимутах 280—340° и с несколько меньшими по величине амплитудами в азимутах 20—50°. Наблюдается определенная идентичность формы азимутальных годографов для основного толчка и его афтершоков.

Форма азимутальных годографов указывает на то, что зарегистрирована очаговая волна. Можно по [9] связать ее происхождение с остановкой разрыва или с основным сдвигом, в результате которого выделилась основная сейсмическая энергия.

Идентичность графиков главного толчка и афтершоков указывает на то, что афтершоки мигрировали вдоль магистрального разрыва СЗ—ЮВ направления, при этом разрывообразование происходило в азимуте 120—140°. Почти для всех афтершоков и главного толчка наблюдались меньшие времена запаздываний в направлениях, перпендикулярных основному магистральному разрыву. Эти запаздывания времен пробега можно проинтерпретировать как волны, образующиеся в результате отрывной компоненты при образовании сдвигового разрыва. Как дополнительное доказательство того, что эти волны являются не отраженными  $pP$  или обменно-отраженными  $sP$ , на этих графи-

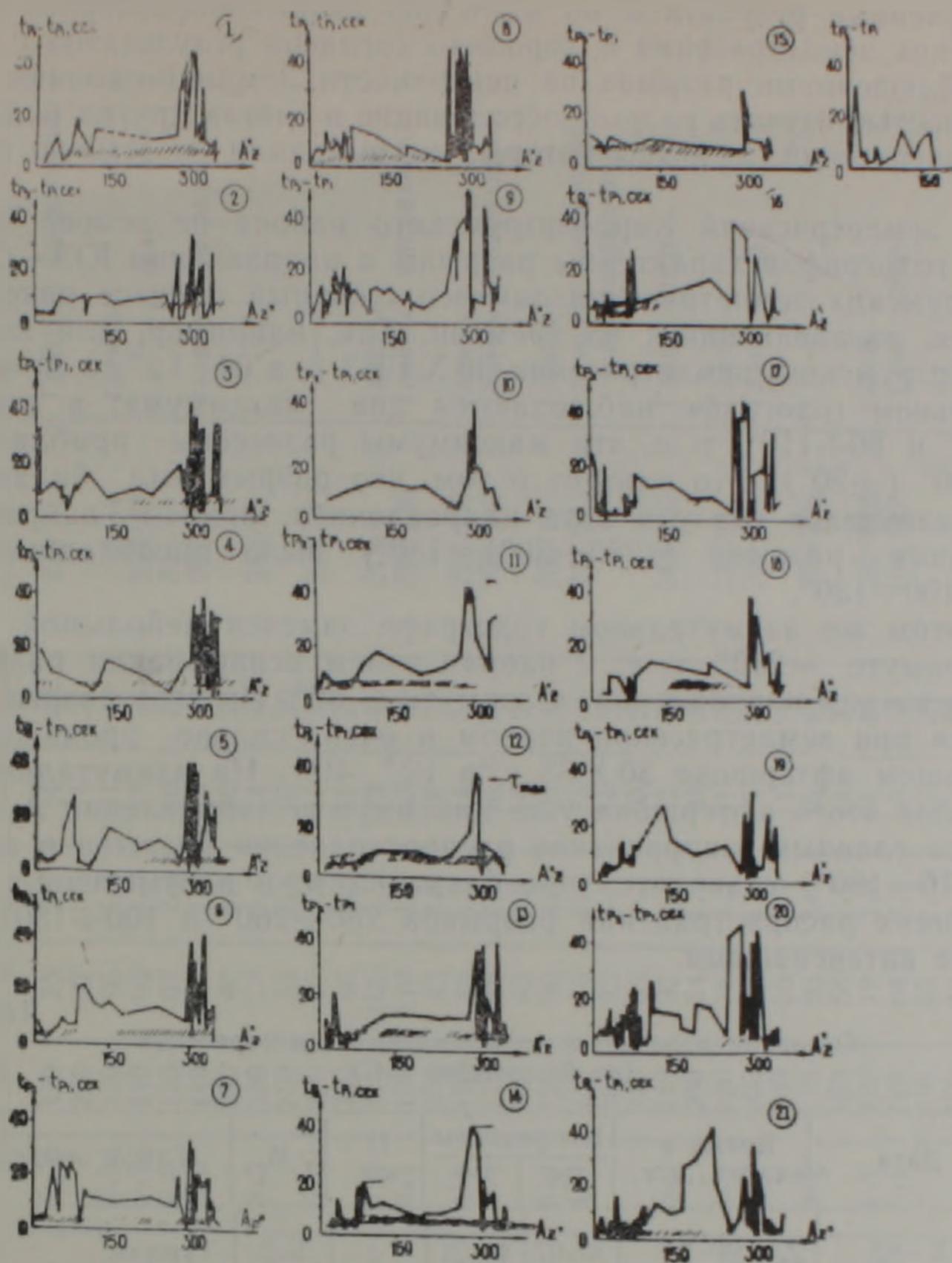


Рис. 2. Азимутальные годографы сильных землетрясений Армянского нагорья (номера на графиках соответствуют номеру землетрясения в табл. 1).

ках штриховыми линиями зачерчена полоса, включающая в себя времена пробега волн  $pP$  и  $sP$  по годографу Джеффриса-Буллена [7] для глубин, определенных по региональному годографу Армянского нагорья. Почти все точки, соответствующие временам вступлений волн  $P_2$ , лежали за пределами этой полосы, и наиболее характерным здесь является тот факт, что их нет в штриховой полосе в азимуте разрыва.

Сравнение с данными полевых наблюдений [10] дало хорошее совпадение. Направления разрывов, полученные по азимутальным годографам, совпадают с направлением разрыва по полевым наблюдениям. Они имеют СЗ—ЮВ направление. Это указывает на то, что не только главный толчок и его афтершоки, но и отдельные землетрясения Ванского района приурочены к одной тектонической структуре.

По результатам определения механизмов очагов по знакам первых вступлений  $P$  волны и реализованной на ЭВМ программе [1], в очагах Ванской серии землетрясений преобладает субмеридиональное простирание одной из подальних плоскостей в среднем азимуте вектора падения  $A_z \sim 350^\circ$  при угле наклона к горизонту  $e \sim 60^\circ$ , вторая подальная плоскость имеет  $A_z \sim 240^\circ$  угол наклона  $e \sim 50^\circ$ . Преобладают комбинированные подвижки типа сдвигов и взбросо-сдвигов.

Азимутальный годограф позволяет из двух подальних плоскостей выбрать плоскость северо-западного направления и остановиться на определении механизма очага в более конкретном варианте.

Полученные результаты по изучению разрывообразования в очагах Ванских землетрясений и хорошего согласия результатов с натурными наблюдениями разрыва на поверхности Земли позволяют далее с уверенностью изучать разрывообразование в очагах других более слабых землетрясений, разрывы которых не выходили на земную поверхность.

Для землетрясений Карс-Эрзрумского района на основе азимутальных годографов характерны разрывы в направлении ЮЗ—СВ. Но для Эрзрумских землетрясений замечен сложный процесс разрывообразования, развивающийся во времени. Так, например, для главного толчка Эрзрумского землетрясения 30.X.1983 г. в 04<sup>h</sup> 12<sup>m</sup>, с  $M=6,0$  на азимутальном годографе наблюдаются два максимума: в азимутах  $280 \div 310^\circ$  и  $80 \div 110^\circ$ , т. е. эти максимумы разнесены приблизительно на  $180^\circ$  ( $\pm 20^\circ$ ). Это говорит о том, что разрыв был билатеральным и развивался сразу в двух направлениях, причем направление вспарывания разрыва  $[(280 \div 300) - 180^\circ]$  было преобладающим в азимуте  $100 \div 130^\circ$ .

На этом же азимутальном годографе замечен небольшой максимум в азимуте  $\sim 210^\circ$ , т. е. с направлением вспарывания разрыва в северо-восточном направлении, в азимуте  $\sim 30^\circ$ . Но этот разрыв слабо выделялся при землетрясении первом и очень сильно проявился при последующем афтершоке 30.X.83 г. в 12<sup>h</sup> 40<sup>m</sup>. На азимутальном годографе для этого афтершока уже максимум в направлении А,  $\sim 210^\circ$  становится главным, направление распространения разрыва в азимуте  $\sim 30^\circ$  ( $210 - 180^\circ$ ) становится преобладающим, а в отмеченных ранее направлениях распространения разрывов  $280 \div 260^\circ$  и  $100 \div 130^\circ$  стали уже менее интенсивными.

Таблица 1

Основные параметры исследованных землетрясений  
(по бюллетеню ISC)

№№ п п	Дата	Время в очаге ч. м. с.	Координаты		H к.м	M	Район землетрясения
			$\varphi^\circ N$	$\lambda^\circ E$			
1	4 IX—62	22—59—17	39.97	44.21	5	5.2	Турция
2	30 I—67	01—20—28.7	41.09	44.31	11	5.0	Сев. част., Арм. нагорья
3	19 VIII—66	12 22—10.5	39.17	41.56	26	5.8	Турция
4	20 VIII—66	11—59—04.0	39.42	40.98	14	5.3	—
5	29 IV—98	07—01—55.6	39.24	44.23	17	5.3	—
6	9 VI—68	00—56—32	39.09	46.10	31	5.0	Арм. наг.
7	14 III—70	01—51—47.8	38.62	44.80	50	5.2	Тур-Иран
8	6 IX—75	09—20—12.0	38.51	40.77	32	6.0	Турция
9	24 XI—76	12—22—16	39.05	44.04	7	6.1	—
10	—	13—18—08.9	39.09	43.71	49	4.5	—
11	—	15—04—05.1	39.18	43.71	45	4.9	—
12	—	15—11—07.1	39.0	44.19	62	5.0	—
13	—	20—46—07.2	40.39	44.13	52	4.9	—
14	25 XI—76	09—49—27	38.96	44.28	36	5.0	—
15	4 XII—76	04—10—36.8	39.31	43.66	36	4.9	—
16	17 I—77	05—19—24.7	39.27	43.7	29	5.0	—
17	26 V—77	01—35—13.9	38.93	44.38	38	5.2	—
18	11 IV—79	12—14—27.6	39.12	43.91	44	4.9	—
19	18 X—80	03—14—10.4	39.91	40.31	37	5.1	—
20	30 X—83	04—12—28.1	40.35	42.18	16	6.0	—
21	30 X—83	12—40—25.5	40.45	42.17	31	5.3	—
22	17 XII—86	00—14—21.3	41.20	44.01	1	4.7	Сев. часть Арм. наг.

Таким образом, можно сделать вывод, что при сильном землетрясении 30/X—83 г. 04<sup>h</sup> 12<sup>m</sup>  $M=6,0$  произошли разрывы в двух направлениях: главный двунаправленный с преобладающим направлением распространения в азимуте  $\sim 110^\circ$  и было положено начало развития разрыва в  $Az \sim 30^\circ$ . При последующем за ним толчке в 12<sup>h</sup> 40<sup>m</sup> с  $M=5,3$  процесс, который только начался в предыдущем землетрясении,

№ № п п	Дата землетр.	Время в очаге J, M, C.	Координаты нач. точки разрыва (по ISC)		Глубина очага, км	M	Азимут рас- прос. разры- ва в град.	Длина раз- рыва в км	Скор. рас- пр. разрыва, км/с	min	max	Азимуты век- тора падения плоскостей разрывов по ме- ханизму очага	Примечание
			φ°N	λ°E									
1	4 IX-62	22-59-17.0	39.97	44.21	5	5.25	120	75	2.7	14	42	219 315	Главный оперяющий
2	19 VIII-66	12-22-10.5	39.17	41.56	26	5.8	260	27	1.8	11	21		главный
3	20 VIII-66	11-53-03.1	39.42	40.98	14	5.3	130	96	3.6	11	42	6 34	главный
4	30 I-67	01-20-28.7	41.09	44.31	11	5.0	140	66	2.7	13	36	202 323	—
5	9 VI-68	00-56-32	39.09	46.10	31	5.0	120	62	2.9	10	32	311 64	—
6	29 IV-68	17-01-55.6	39.24	44.23	17	5.3	140	72	3.0	15	40	202 340	главный оперяющий
7	14 III-70	01-51-47.8	48.62	44.80	50	5.2	280	40	2.5	10	24		—
8	6 IX-75	09-20-12	38.51	40.77	32	6.0	130	73	3.0	14	40	285 26	—
9	24 XI-76	12-22-16	39.05	44.04	7	6.1	250	53	2.8	10	29		—
10	24 XI-76	13-18-08.9	39.09	43.71	49	4.9	120	77	3.6	11	33	216 311	—
11	24 XI-76	15-04-04	39.18	43.71	46	4.9	240	56	3.1	11	27		главный
12	24 XI-79	15-11-07.6	39.00	44.19	62	5.0	110	105	3.05	13	45	212 4	главный оперяющий
13	24 XI-76	20-46-07.2	39.08	44.13	52	4.9	120	110	3.6	13	49	217 330	главный оперяющий
14	25 XI-76	09-49-27	38.96	44.28	36	5.0	250	43	2.9	8	22		главный
15	4 XII-76	04-10-36.8	39.31	43.66	36	4.9	125	84	3.1	14	38	228 337	главный оперяющий
16	17 I-77	05-19-24.7	39.27	43.70	29	5.0	110	80	3.0	16.5	40	208 349	главный оперяющий
17	26 V-77	01-35-13.9	38.93	44.38	38	5.2	160	45	2.8	14	28		главный
18	11 IV-79	12-14-27.6	39.12	43.91	44	4.9	120	80	3.5	10	36	265 12	главный оперяющий
19	18 X-80	03-14-10.4	39.91	40.31	37	5.1	130	85	3.4	13	38	246 342	главный оперяющий (гл.) оперяющий
20	30 X-83	04-12-28.1	40.35	42.18	15	6.0	160	85	3.4	14	39		главн. опер.
21	30 X-83	12-40-25.5	40.45	42.17	31	5.3	215	35	2.3	10	20	243 352	главн.
22	17 XII-83	00-14-21.3	41.20	44.04	1	4.7	260	34	2.3	10	20		главн. опер.
							120	76	3.7	11	30	233 11	главн.
							100	95	4.0	9	38	290 31	главн. опер.
							260	56	2.9	11	18		—
							110	95	3.2	15	44	329 325	—
							160	68	2.9	13	33		главн.
							120	79	3.0	14	38	202 349	главн. опер
							210	53	2.6	12	28	164 317	—
							160	46	2.4	12	26		главн.
							110	98	3.4	13	44	301 36	начало процесса
							260	83	3.0	15	41		главн.
							30						главн.
							79	79	2.9	16	40	285 24	главн.
							110	70	3.1	12	33		главн.
							200	46	2.5	7	30	-309 46	главн. опер.
							130	23	1.9	7	17		главн. опер.

б.

в  $Az \sim 30^\circ$  развился и достиг своего максимума. Разрыв в  $Az \sim 110^\circ$  продолжал наблюдаться, но он был меньше.

Следовательно, на основе азимутального годографа появилась возможность проследить за процессом разрывообразования в очагах двух сильных землетрясений Карс-Эрзрумского района. В очагах землетрясений этого района по механизму преобладают субмеридиональное простирание одной из нодальных плоскостей с вектором падения в  $Az \sim 320^\circ$ , совпадающий с азимутом по азимутальному годографу,  $I \sim 65^\circ$ ; вторая нодальная плоскость, которую надо считать не работающей, имеет в среднем азимут вектора падения  $\sim 67^\circ$ ,  $e \sim 50^\circ$ . В отличие от механизмов очагов Ванских землетрясений здесь преобладают подвижки сдвигового характера. Азимутальные годографы землетрясений в районе Эрзинджан (земл. № 2, 3, 8, 19, табл. 1) имеют выраженный максимум кривой в  $Az \sim 300-320^\circ$  (всплеск кривой в  $Az \sim 10^\circ$  земл. № 2 и  $Az \sim 130^\circ$ , земл. № 19 ненадежны ввиду малого количества станций в этом азимуте). Разрывы направлены с СЗ на ЮВ.

По механизму очагов здесь преобладает субширотное простирание обеих нодальных плоскостей и подвижки типа взбросо-сдвиг. Одна из нодальных плоскостей имеет азимут вектора падения  $Az \sim 200^\circ$ ,  $e \sim 55^\circ$ , вторая в среднем  $Az \sim 300^\circ$ ,  $e \sim 50^\circ$ , согласующаяся с направлением, определенным по азимутальному годографу.

На азимутальном годографе Заигезурского землетрясения 9/VI—68 г. 00<sup>h</sup>56<sup>m</sup> виден выраженный максимум в  $Az \sim 300-320^\circ$  и сравнительно малый максимум в  $Az \sim 100-120^\circ$ . Это позволяет говорить о двунаправленном разрыве с преобладающим движением в азимуте  $120-140^\circ$  ( $\pm 20^\circ$ ). Одна из нодальных плоскостей по механизму очага имеет азимут вектора падения  $\sim 200^\circ$ ,  $e \sim 60^\circ$ , вторая нодальная плоскость  $Az \sim 340^\circ$ ,  $e \sim 30^\circ$ , которую надо считать в пределах ( $\pm 20^\circ$ ), согласуется с направлением разрыва по азимутальному годографу. Преобладают подвижки типа сбросо-сдвиг. Азимутальный годограф Спитакского землетрясения 30/I—67 г. 01<sup>h</sup>—20<sup>m</sup>  $M=5,0$  (сев. часть Армянского нагорья) имеет всплеск кривой в  $Az \sim 280-340^\circ$ , а максимум в  $Az \sim 300^\circ$ . Разрыв имеет направление  $120^\circ$ . По механизму очага вектор падения одной нодальной плоскости в  $Az \sim 310^\circ$ ,  $e=60^\circ$ , согласующейся с направлением разрыва по азимутальному годографу и второй нодальной плоскости в  $Az \sim 64^\circ$ ,  $e \sim 60^\circ$ .

Второе землетрясение северной части Армянского нагорья 17/XII—83 г. 00<sup>h</sup>14<sup>m</sup>  $M=4,7$ , вероятно ввиду слабости, не имеет ярко выраженных максимумов кривой. Некоторые всплески наблюдаются в  $Az \sim 310^\circ$  и  $100-150^\circ$ . Одна нодальная плоскость, которую надо считать работающей, имеет азимут вектора падения  $Az \sim 310^\circ$ ,  $e \sim 45^\circ$  и совпадает с результатами по азимутальному годографу.

#### *Обсуждение результатов.*

Результаты сравнения направлений разрывов, полученных по азимутальным годографам и по механизмам очагов, определенных по знакам первых вступлений волны Р, приведены на рис. 3 и в табл. 2.

Как видно, в 70% случаев наблюдается хорошее согласие между полученными данными, определенными разными независимыми способами. Различие между направлениями разрывов по азимутальным годографам и близкой к ней по простиранию нодальной плоскостью колеблется в пределах  $10-40^\circ$ .

В 20% случаев (землетрясение № 9, 11, 14, 17) нодальные плоскости не совпадают с направлением главного разрыва по азимутальному годографу, а в пределах  $0-10^\circ$  совпадают с опережающим разрывом. Это можно объяснить тем, что механизм землетрясения определяется по первому смещению волны Р и соответствует началу процесса в очаге, далее при выходе основной энергии разрыв ориентируется в

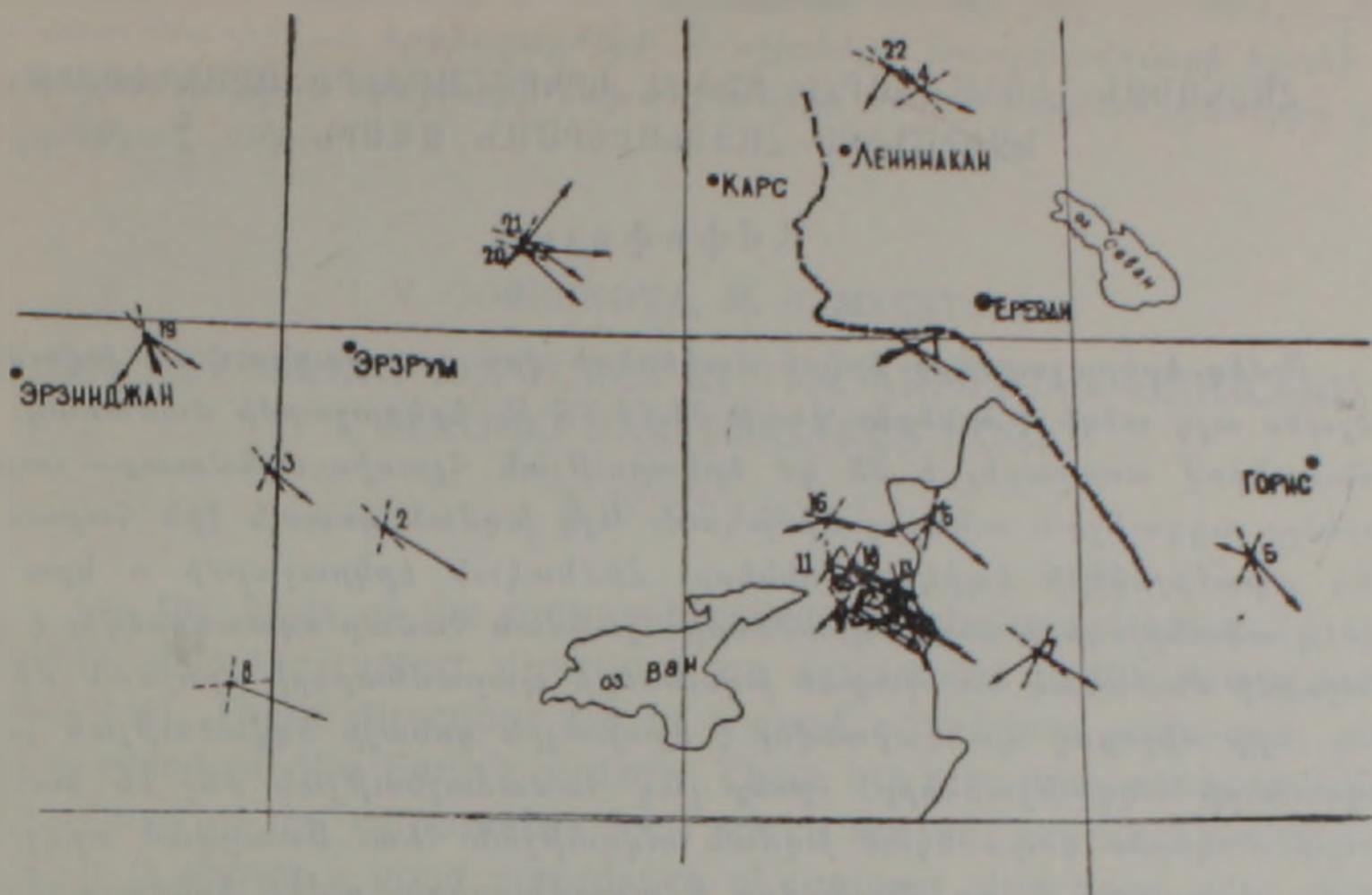


Рис. 3. Сравнение направлений разрывов по азимутальному годографу с нодальными плоскостями механизмов очагов. Обозначения: стрелки—разрывы по азимутальным годографам (масштаб стрелок увеличен в 2 раза сравнительно с картой); штриховые линии—простираение нодальных плоскостей по механизму очага; цифры—номера землетрясений соответственно табл. 1.

пространстве, несколько отличном от первоначального направления в зависимости от ориентации напряжений в среде. При землетрясениях № 12, 16, 21 (табл. 1) обе нодальные плоскости в пределах  $10-30^\circ$  ориентированы в направлениях главного и оперяющего разрывов по азимутальному годографу. Сравнение направлений разрывов, определенных по азимутальным годографам, с механизмами очагов, определенных по стандартной методике (с использованием знаков первых вступлений Р волн), с одной стороны, позволяет однозначно выбрать действующую плоскость в очаге землетрясения, а с другой, выявлять новые особенности процессов в очаге, т. е. не всегда начальная фаза процесса характеризует основную подвижку в очаге.

Таким образом в Ванской очаговой зоне разрывы имеют СЗ—ЮВ направление. В Карс-Эрзрумском районе и севанской части Армянского нагорья разрывы имеют направление ЮЗ—СВ, которые можно приурочить к Абул-Самсарскому глубинному разлому, который в районе Эрзинджан соединяется в Северо-Анатолийским глубинным разломом [8]. К узлу соединения этих двух разломов приурочены землетрясения в районе Эрзинджан, главные направления которых имеют СЗ—ЮВ простираение.

Определение направлений разрывов по азимутальным годографам дает возможность однозначного решения вопроса выбора действующей плоскости при решениях механизмов очагов, когда вопрос касается однонаправленного разрыва. Если разрыв сложный, то первый момент жизни очага может соответствовать не основному магистральному разрыву, а оперяющему. Поэтому азимутальный годограф может дать дополнительные сведения о процессе в очаге.

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԼԵՌՆԱՇԵԱՐՇԻ ՈՒՃԵՂ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻ ՕՋԱԽՆԵՐՈՒՄ  
ԽՉՈՒՄՆԵՐԻ ՀԱՅՏՆԱՐԵՐՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուժեղ երկրաշարժերը երկրի մակերեսի վրա առաջացնում են խզումներ, ինչպես այդ տեղի է ունեցել Վանի 24.11.76 թ. երկրաշարժի ժամանակ, որի հետևանքով առաջացել է 53 կմ երկարության հյուսիս-արևմուտք—հարավ-արևելք ուղղություներ ունեցող մի խզում: Այդ խզման գոտուն էին հարում ուժեղ աֆտերշոկերի էպիկենտրոնները: Հիմնական երկրաշարժի և նրա ինքնուժեղ աֆտերշոկերի սեյսմոգրամների մշակման համար օգտագործվել է երկրաշարժի ժամանակ առաջացած խզումների պարամետրերի որոշման մի մեթոդ, որի միջոցով պարզարանվել է օջախային ղոնայի ձգվածության շափր, խզումների ուղղությունները, որոնք լավ համաձայնության մեջ են գտնվում երկրի մակերեսի դուրս եկած խզման ուղղության հետ: Ստացված արդյունքներից պարզվում է, որ հնարավոր է ուսումնասիրել ուժեղ երկրաշարժի առաջացրած խզումների գոյացման պրոցեսներն ավելի թույլ երկրաշարժերի ժամանակ, որոնց առաջացրած խզումները չեն դիտվում երկրի մակերեսին: Աշխատանքի մեջ օգտագործված մեթոդիկան հիմնված է սեյսմոգրամների մեկնարանման նկատմամբ նոր մոտեցման վրա, որն օջախները դիտում է ոչ թե որպես կետային առաջացումներ, այլ որպես սեյսմիկ ալիքների ճառագայթման տարածվող աղբյուրներ: Լման մեկնարանման հիման վրա օջախից ճառագայթված ալիքներ կարող են հանդիսանալ ոչ միայն P և S ալիքների առաջին մուտքերը, այլև նրանց հաջորդող մուտքերը: Առաջին մուտքերին հաջորդող մուտքերի դասվելը օջախային ալիքներին կատարվում է ազիմուտալ հողոգրաֆների տարբեր սեյսմիկ կայանների կողմից գրանցված ալիքների նույնացման մեթոդիկայի հիման վրա:

Ուսումնասիրվել են Վանի երկրաշարժը և նրա աֆտերշոկերը Կարս-էրզրումի օջախային գոտու, Երզնկայի շրջանի, Զանգեզուրի 9.06.68 թ., ինչպես նաև Հայկական լեռնաշխարհի հյուսիսային մասի երկու ուժեղ երկրաշարժերը և որոշվել են դրանց հետևանքով առաջացած խզումների ուղղությունները: Այսպես սրինակ, Վանի օջախային գոտում երկրաշարժերի օջախների խզումներն ունեն հյուսիս-արևմուտք—հարավ-արևելք ուղղությունը: Կարս-էրզրումի և Հայկական լեռնաշխարհի հյուսիսային մասում տեղի ունեցած երկրաշարժերի օջախներում խզումներն ունեն հարավ-արևմուտք—հյուսիս-արևելք ուղղություններ, ինչը կարելի է համադրել Արուլ-Սամսարի խորքային բեկվածքի հետ, որը Երզնկայի շրջանում միանում է Հյուսիս-Անատոլիական խորքային բեկվածքին: Այդ երկու բեկվածքների հանգույցում են կենտրոնացած Երզնկայի շրջանի երկրաշարժերը, որոնց առաջացրած խզումներն ունեն հյուսիս-արևմուտք—հարավ—արևելք ուղղությունը:

Ազիմուտալ հողոգրաֆների հիման վրա խզումների ուղղությունների որոշումը հնարավորություն է տալիս օջախի մեխանիզմներում գործող հարթության միանշանակ որոշման, եթե խզումը մի ուղղություն ունի: Բարդ խզումների ժամանակ օջախում պրոցեսի առաջին մոմենտը կարող է շահմունկնել հիմնական խզման ուղղության հետ, այլ համընկնել այլ խզումների ուղղության հետ: Այսպիսով, ազիմուտալ հողոգրաֆը կարող է լրացուցիչ տրվյալներ տալ շրջանում տեղի ունեցող երևույթների մասին:

Յույց է տրված նաև խզումների ուղղությունների լավ համաձայնությունը ուսումնասիրված երկրաշարժերի P-ալիքների առաջին մուտքի նշանի հիման վրա որոշված օջախների մեխանիզմների նոդալ հարթություններից մեկի ուղղության հետ:

I. V. GORBUNOVA, M. B. MKERTCHIAN

## ON REVEALING RUPTURES IN THE ARMENIAN HIGHLAND STRONG EARTHQUAKES FOCI

### A b s t r a c t

On the basis of the rupture parameters definition method by instrumental data the rupture directions are determined in the strong earthquakes foci. These directions are in a good accordance with ones, which are exposed on the Earth's surface. There are also determined directions of ruptures in the earthquakes foci, which are not revealed on the surface. It is shown a good accordance of ruptures directions with one of nodal planes during investigated earthquakes foci mechanisms determination by the signals of P-waves first shifts.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Аптекман Ж. Е., Желанкина Т. С., Кейлис-Борок В. И. и др. Массовое определение механизмов очагов землетрясений на ЭВМ. — В кн.: Теория и анализ сейсмологических наблюдений. М.; Наука, 1979 (Выч. сейсм., вып. 12), с. 45—48.
2. Горбунова И. В. Определение протяженности очага землетрясения и ориентация разрыва по волновой картине на сейсмограмме. — ДАН СССР, 1981, том 261, № 4, с. 836—839.
3. Горбунова И. В. Авторское свидетельство № 1245106. Способ определения параметров разрыва при землетрясениях, 1987.
4. Горбунова И. В. Методика и некоторые результаты определения длины, скорости и направления распространения разрыва по волновой картине на сейсмограмме. Деп. № 344—84, 1984. 180 с.
5. Горбунова И. В., Кальментьева З. А. Новые характеристики протяженности очагов слабых землетрясений. — Изв. АН СССР, Физика Земли, 1982, № 3, с. 34—45.
6. Штейнберг В. В. О параметрах очагов и сейсмическом эффекте землетрясений. — Изв. АН СССР, Физика Земли, 1983, № 7, с. 49—64.
7. Jeffreys H., Bullen K. E. Seismological tables. OBA, Zoudou, 1967, p. 50.
8. Nowroosi A. A. Seismotectonics of the Persian plateau, eastern Turkey, Caucasus and Hingl-Kush. Bull. Seism. Soc. Am. v. 61, № 2, 1971. p. 317—341.
9. Savage J. S. Stopping phase on seismograms. BSSA. v. 55, p. 47—58.
10. Toksoz N. M., Arpat E., Saroglu F. East Anatolian earthquake of 24 November, 1976. „Nature“ Soudou 1977, 270, № 5636, p. 423—425.
11. Dewey J. W. Seismicity and tectonics of western Venezuela, BSSA. 1972, 62, 1711—1751.