Известия АН АрмССР, Науки о Земле, XL, № 6, 40—48, 1987

УДК: 550.348.098.2 (479.25)

Н. К. КАРАПЕТЯН

# МЕХАНИЗМ ОЧАГОВ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ ЕРЕВАНСКОГО РЕГИОНА

В статье приводятся результаты изучения механизма очагов землетрясений Ереванского региона. Определены две возможные плоскости разрыва в очагах землетрясений, компоненты подвижек в этих плоскостях, а также ориентации осей главных напряжений в очагах землетрясений. Проведено сопоставление полученных результатов с тектоникой региона и с линеаментами, выявленными по космическим снимкам. По механизму очагов землетрясений выявлены сейсмоактивные разломы.

Территория Ереванского региона ограничена параллелями 39,5° и 40,5° северной широты и меридианами 43,5° и 45,3° восточной долготы. На территории региона имеется несколько крупных разломов различных направлений.

Согласно А. Т. Асланяну через территорию региона проходят в направлении с северо-запада на юг Ереванский и Ани-Ордубадский глубинные разломы кавказского простирания, которые являются границами Ереванской мегасинклинальной тектонической зоны, а крайний северо-восток региона пересекает Ширако-Зангезурский глубинный разлом того же простирания, который служит северо-восточной границей Ахтинской мегасинклинальной тектонической зоны в пределах исследуемого региона [1]. В юго-западной части региона вдоль долины р. Аракс и северного склона хр. Агрыдаг проходит четвертый, Араратский глубинный разлом, который вместе с Ереванским глубинным разломом ограничивает с обеих сторон (с юга и севера) Прираксинскую мегантиклинальную тектоническую зону вместе с Араратской низменностью [1].

Согласно схеме разломов Армянской ССР, составленной А. А. Габриеляном, О. А. Саркисяном и Г. П. Симоняном [5], на исследуемой территории региона имеются разломы как северо-западного (кавказского), так и северо-восточного (поперечного) и субмеридионального направлений. Через территорию региона протягиваются зоны Анкаван-Сюникского и Ереванского глубинных разломов. Кроме этих разломов—шовных зон на этой схеме через территорию региона проходит ряд крупных разрывных нарушений: в Прираксинской тектонической зоне в основном общекавказского простирания, Арагац-Спитак-Привольненский разлом субмеридионального направления, Раздан-Хаштаракский и Азат-Норадуз-Красносельский разломы антикавказского направления. На территории региона имеется также большое количество относительно мелких разрывных нарушений различных направлений [5].

На территории региона отмечаются выявленные по космическим снимкам линеаменты разных направлений: Приереванская линеаментная зона общекавказского простирания, Барда-Октемберянский линеамент юго-восточного направления, Ереван-Севанская линеаментная зона север-северо-восточного простирания, две меридиональные линеаментные зоны, проходящие по линии Тбилиси-Ереван-гора Арарат и по линии Джавахетский хребет—Ленинакан и далее Турция, а также ряд других менее крупных линеаментов [12].

Детальное изучение сейсмичности Ереванского региона по инструментальным и макросейсмическим данным нами проведено ранее [9, 11]. Ереванский регион в прошлом отличался очень сильными землетрясениями с магнитудой $5^1/_2 \div 6^1/_2$. В XX столетии магнитуда землетрясений в регионе не превышала $5^1/_4$.

На рис. 1 представлен график периодов возникновения сильных землетрясений Ереванского региона с магнитудой $5^1/_2$ и более. На графике по оси абсцисс отмечены номера периодов N, соответствую-

щих землетрясениям с $M \geqslant 5^1/_2$, а по оси ординат—периоды $\Delta T$ возникновения этих землетрясений в годах. Для рассматриваемого региона имеются периоды $1 \div 4$, соответствующие землетрясениям 893--139 гг., 1319—893 гг., 1679—1319 гг. и 1840—1679 гг. Путем осреднения этих точек получено уравнение прямой:

$$\Delta T = 866{,}5 - 184{,}5\,N$$

Согласно формуле (1) пятый период землетрясений с $M \geqslant 5^1/_2$ в Ереванском регионе будет через $\Delta T = -36$ лет. Действительно, на рис. 1 пятый период в годах имеет отрицательное значение. Отрицательное значение времени пятого периода говорит о том, что, по-видимому, 1840 годом закончился многовековый цикл сейсмичности этого региона, который начался в первой половине II века, и поэтому фактически пятого периода нет. И действительно, после 1840 г. в Ереванском регионе не были отмечены землетрясения с $M \geqslant 5^1/_2$.

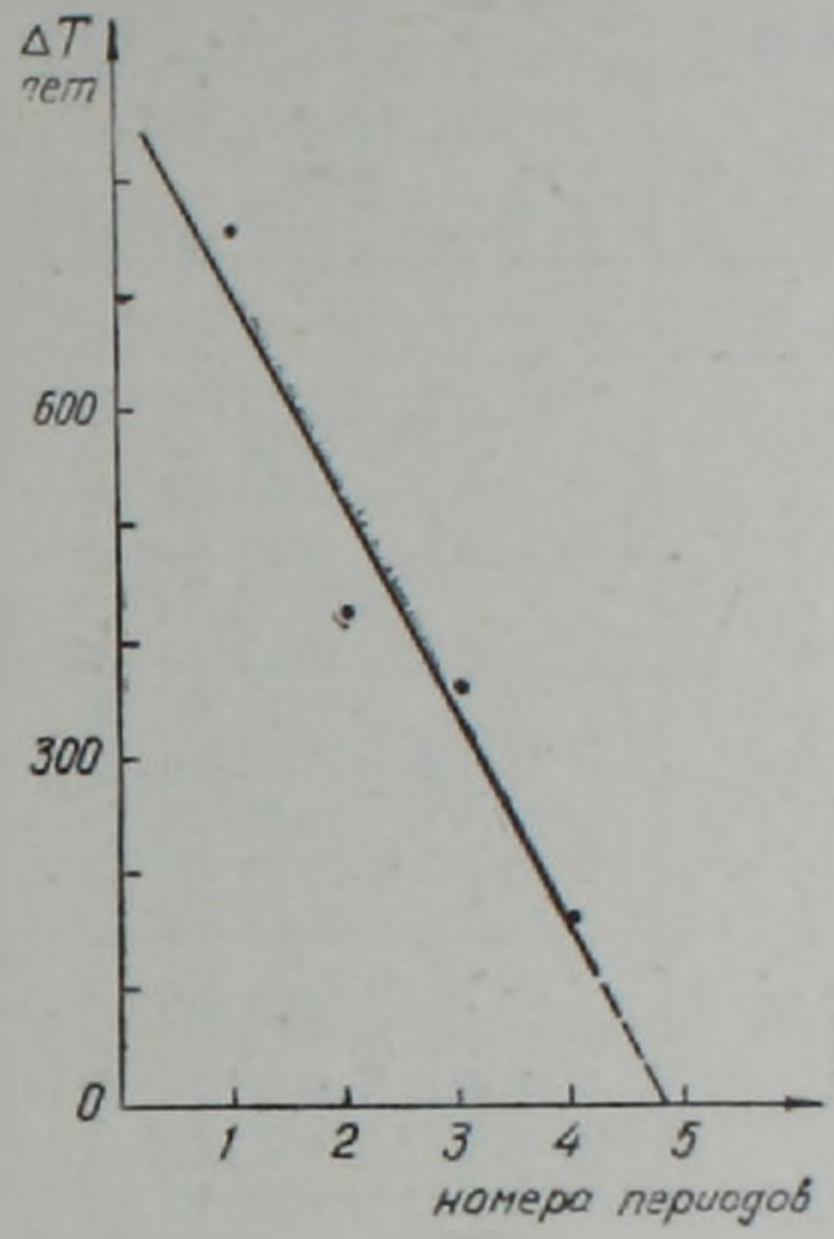


Рис. 1. График периодов возникновения сильных землетрясений Ереванского региона.

Однако, по всей вероятности, в регионе развивается новый цикл сейсмичности. В связи с этим могут быть высказаны два предположения: 1) периоды сильных землетрясений будут повторяться аналогично реальному первому циклу; в этом случае период землетрясения с $M \geqslant 5^1/_2$ наступит после 1840 г. согласно (1) через 754 года, т. е. в 2594 г.: 2) периоды сильных землетрясений будут повторяться в обратном первому циклу направлении, и тогда ближайший период землетрясения с $M \geqslant 5^1/_2$ составит 161 год и наступит в регионе в 2001 г. Второе предположение кажется более вероятным, оно подтверждается также полученным из графика повторяемости примерно таким же периодом повторения землетрясений с $M = 5^1/_2$ [9].

В Ереванском регионе за все время--с 550 г. до н. э. по 1980 г. произошло 81 землетрясение силой 5 и более баллов. При этом 56 землетрясений были основными толчками, а 25—афтершоками.

Нами изучены механизмы очагов 16 землетрясений, происшедших в разных областях Ереванского региона: в районе Игдыра, оз. Севан, Еревана, Арзни, Норашена, Урцадзора и Арарата. Основные данные о рассмотренных землетрясениях приведены в табл. 1.

При изучении механизма очагов землетрясений Ереванского региона использован метод А. В. Введенской, основанный на теории дислокаций [4]. Все построения велись на сетке Вульфа в проекции верхней полусферы. Определены ориентации двух возможных плоскостей разрывов, компоненты подвижки в этих плоскостях, а также ориентации осей главных напряжений в очагах землетрясений этого региона. Полученные результаты сведены в табл. 2. Плоскость 1 в этой таблице является плоскостью разрыва в очаге землетрясения. В случаях, когда по имеющимся данным невозможно однозначное проведение нодальных плоскостей, в табл. 2 даны все возможные варианты для этих землетрясений. При этом в первой строке приведены результаты того варианта, который принят в качестве решения.

Рассмотрим детально результаты, полученные по механизмам очагов исследованных землетрясений в направлении с севера на юг, и

определим их приуроченность к разрывным нарушениям на территории региона.

Таблица 1

Основные параметры землетрясений

| №№ п/п | Дата и время возникновения землетрясения — число, месяц, год, ч, мин | Координаты эпицентра: $\varphi_N$ ° ' | $\lambda_E$ ° ' | Глубина | Магнитуда | Энергетический класс | Район или название землетрясения |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 |
| 1 | 10/III 1962 07 18 | 40 27 | 45 12 | 37 | | 10 | оз. Севан |
| 2 | 4/IX 1962 22 59 | 39 53 | 44 06 | 10 | $5^1/_4$ | | Игдырское |
| 3 | 11/IX 1962 00 17 | 39 57 | 44 02 | 15 | $4^1/_2$ | | Афтершок Игдырского |
| 4 | 19/IX 1962 14 13 | 40 00 | 44 10 | 15 | 4 | 11 | —.— |
| 5 | 9/X 1962 06 56 | 39 36 | 44 42 | 15 | 4 | | Исахан |
| 6 | 17/IV 1963 16 25 | 40 14 | 44 44 | 23 | | 10 | Арзни |
| 7 | 16/VI 1973 08 59 | 40 15 | 44 31 | 10 | 4 | 11 | Ереванское III |
| 8 | 2/IV 1976 16 58 | 39 51 | 43 41 | 20 | $4^3/_4$ | 12—13 | Игдыр |
| 9 | 30/IX 1977 16 50 | 39 42 | 44 45 | 10 | $4^1/_2$ | 12 | Норашен |
| 10 | 25/II 1978 08 25 | 40 12 | 44 24 | 10 | 4 | 11 | Ереванское IV |
| 11 | 8/III 1979 00 11 | 39 54 | 44 42 | 25 | | 10 | Веди |
| 12 | 5/VI 1979 14 43 | 40 02 | 45 02 | 6 | | 10 | Урцадзор |
| 13 | 6/I 1980 22 38 | 39 54 | 45 14 | 26 | | 9 | Урцадзор |
| 14 | 2/XII 1983 10 32 | 39 40 | 45 08 | 16 | $3^1/_2$ | 10 | Урцадзор |
| 15 | 2/VIII 1984 05 52 | 40 11 | 44 19 | 10 | 4 | 11 | Ереванское V |
| 16 | 18/IV 1985 16 34 | 39 43 | 44 38 | 15 | 4 | 11 | Арарат |

Землетрясение 10 марта 1962 г. произошло на крайнем северо-востоке исследуемого региона, в средней части оз. Севан. Плоскость разрыва в очаге направлена вдоль вытянутости оз .Севан с крутым падением к юго-западу и совпадает с разрывом, отделяющим Присеванскую мегасинклинальную тектоническую зону от Кафанской пологоскладчатой моноклинальной тектонической зоны [1]. В очаге произошел взброс со значительной долей правостороннего сдвига. Ось сжатия ориентирована в близмеридиональном, а ось растяжения— в близширотном направлениях. При этом ось сжатия близгоризонтальна ($e=22°$), а ось растяжения с горизонтальной плоскостью составляет угол $e=40°$.

Следующую группу землетрясений, механизм очагов которых нами исследован, составляют Ереванские землетрясения. Известны пять землетрясений с энергетическим классом $K\geqslant 11$, эпицентры которых расположены в районе гор. Еревана.

Первое Ереванское землетрсение с $M=4^1/_2$ 25 января 1910 г. В Ереване землетрясение ощущалось с силой 6—7 баллов. Затем, спустя 27 лет, 7 января 1937 г. произошло II Ереванское землетрясение силой 7 баллов. В районе Еревана это было наиболее сильное в XX веке землетрясение. Землетрясение сопровождалось большим количеством афтершоков, из которых 8 ощущались с силой 5 и более баллов [2]. Магнитудная ступень между II Ереванским землетрясением с $M=4^3/_4$ и его сильнейшим афтершоком с $M=4^1/_2$ равна $^1/_4$.

16 июня 1973 г. произошло III Ереванское землетрясение, которое имело магнитуду порядка 4. В Ереване землетрясение проявилось с максимальной силой 5—6 баллов [8].

IV Ереванское землетрясение произошло 25 февраля 1978 г. и имело силу 5—6 баллов. V Ереванское землетрясение 2 августа 1984г. в эпицентральной области также проявилось силой в 5—6 баллов. Если три последние землетрясения отнести к третьему сейсмоактивному периоду, началом которого можно считать 1973 год, то средний период повторения сильных землетрясений с эпицентром в районе Еревана в XX веке составит 27—36 лет, т. е. $31{,}5\pm4{,}5$ лет. Увеличение

Таблица 2

Ориентация разрывов и осей главных напряжений в очагах землетрясений Ереванского региона

| №№ п/п | Дата и время возникновения землетрясений число, месяц, год, ч. мин | Плоскость разрыва I | | | | Плоскость разрыва II | | | | Напряжение | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Вектор падения | | Компоненты подвижки | | Вектор падения | | Компоненты подвижки | | сжатия | | промежуточ. | | растяжения | |
| | | A° | e° | по простиранию | по падению | A° | e° | по простиранию | по падению | A° | e° | A° | e° | A° | e° |
| 1 | 10/III 1962 07 18 | 218 | 80 | +0,67 | +0,74 | 320 | 43 | —0,96 | +0,28 | 8 | 22 | 120 | 41 | 256 | 40 |
| 2 | 4/IX 1962 22 59 | 224 | 78 | +0,98 | +0,22 | 316 | 76 | —0,97 | +0,23 | 179 | 1 | 94 | 72 | 271 | 18 |
| 3 | 11/IX 1962 00 17 | 206 | 60 | +0,81 | +0,58 | 316 | 60 | —0,82 | +0,57 | 172 | 1 | 81 | 45 | 261 | 45 |
| 4 | 19/IX 1962 14 13 | 223 | 80 | +0,94 | +0,35 | 317 | 70 | —0,98 | +0,18 | 1 | 7 | 107 | 67 | 268 | 21 |
| | | 241 | 50 | +0,60 | —0,80 | 112 | 52 | —0,57 | —0,82 | 175 | 63 | 359 | 28 | 268 | 2 |
| 5 | 9/X 1962 06 56 | 234 | 80 | —0,93 | —0,36 | 329 | 70 | +0,98 | —0,19 | 280 | 21 | 122 | 68 | 14 | 7 |
| 6 | 17/IV 1963 16 25 | 55 | 80 | +0,97 | —0,26 | 324 | 76 | —0,98 | —0,17 | 10 | 18 | 182 | 73 | 279 | 3 |
| | | 60 | 50 | +0,63 | —0,78 | 293 | 54 | —0,60 | —0,80 | 353 | 61 | 178 | 29 | 87 | 2 |
| | | 225 | 46 | +0,41 | +0,90 | 9 | 50 | —0,42 | +0,91 | 207 | 2 | 116 | 19 | 305 | 72 |
| 7 | 16/VI 1973 08 59 | 328 | 60 | —0,29 | +0,96 | 178 | 34 | +0,43 | +0,90 | 160 | 14 | 66 | 14 | 292 | 70 |
| 8 | 2/IV 1976 16 58 | 34 | 50 | +0,65 | +0,76 | 161 | 54 | —0,62 | +0,79 | 7 | 2 | 276 | 30 | 100 | 60 |
| 9 | 30/IX 1977 16 50 | 208 | 70 | +0,64 | +0,77 | 320 | 44 | —0,87 | +0,48 | 0 | 15 | 102 | 38 | 253 | 48 |
| 10 | 25/II 1978 08 25 | 328 | 52 | —0,30 | +0,95 | 174 | 42 | +0,35 | +0,94 | 160 | 6 | 69 | 14 | 271 | 76 |
| | | 118 | 78 | —0,89 | +0,45 | 22 | 64 | +0,98 | +0,22 | 339 | 9 | 230 | 62 | 73 | 27 |
| 11 | 8/III 1979 00 00 | 30 | 60 | +0,47 | +0,88 | 163 | 40 | —0,64 | +0,77 | 190 | 12 | 286 | 24 | 77 | 63 |
| | | 29 | 70 | +0,73 | —0,69 | 282 | 50 | —0,90 | —0,44 | 314 | 44 | 139 | 43 | 241 | 12 |
| 12 | 5/VI 1979 14 43 | 31 | 81 | +0,15 | +0,99 | 168 | 12 | —0,68 | +0,74 | 204 | 36 | 301 | 8 | 40 | 54 |
| 13 | 6/I 1980 22 38 | 30 | 84 | +0,14 | —0,99 | 262 | 10 | —0,78 | —0,63 | 22 | 51 | 121 | 8 | 217 | 39 |
| 14 | 2/XII 1983 10 32 | 60 | 70 | +0,03 | —1,00 | 245 | 20 | —0,07 | —1,00 | 57 | 65 | 151 | 2 | 242 | 25 |
| 15 | 2/VIII 1984 05 52 | 326 | 44 | —0,52 | +0,86 | 185 | 54 | +0,44 | +0,90 | 347 | 6 | 79 | 21 | 244 | 68 |
| 16 | 18/IV 1985 16 34 | 58 | 82 | +0,28 | +0,96 | 173 | 18 | +0,90 | +0,44 | 225 | 35 | 326 | 16 | 77 | 51 |

продолжительности третьего сейсмоактивного периода можно объяснить, по-видимому, тем, что разрядка напряжений здесь произошла не сразу, а тремя землетрясениями меньшей магнитуды, чем при землетрясениях в первом и во втором сейсмоактивных периодах.

Для трех последних Ереванских землетрясений нами по инструментальным данным изучен механизм очага. Согласно проведенному исследованию напряженное состояние в очагах этих землетрясений идентичное, а именно при всех трех землетрясениях оси сжатия ориентированы горизонтально в близмеридиональном, а оси растяжения и промежуточные оси—в близширотном направлениях. При этом оси растяжения близвертикальны, а промежуточные оси близгоризонтальны. В очагах землетрясений имели место подвижки в основном типа взбросов или надвигов с поднятием северо-западного крыла. Азимут простирания плоскости разрыва в очагах этих землетрясений получился равным 56—58°. Во всех трех случаях плоскость разрыва в очаге падает к северо-западу под углом $\varepsilon = 44—60°$. Для IV Ереванского землетрясения 25 февраля 1978 г., как следует из табл. 2, возможны два варианта проведения нодальных плоскостей. Нами в качестве решения принят первый вариант, т. к. он соответствует макросейсмическим данным, а именно большая ось первой изосейсты имеет азимут $A = 59°$ [6]. Следует отметить, что построенная нами по макросейсмическим данным плоскость разрыва в очаге I Ереванского землетрясения 25 января 1910 г. [3, 14, 15] имеет азимут $A = 58°$. Для II Ереванского землетрясения 7 января 1937 г. [2, 3, 14, 15, 17] при основном толчке азимут простирания плоскости разрыва равен 49°, а при сильных афтершоках ($M = 4 \div 4^1/_2$)—52—58°.

Таким образом плоскости разрыва в очагах всех пяти сильных Ереванских землетрясений, определенные по макросейсмическим и инструментальным данным, имеют азимут $A = 49—58°$ и, следовательно, они приурочены к одному и тому же разрыву. В указанном направлении А. А. Габриелляном, О. А. Саркисяном и Г. П. Симоняном выделяется Раздан-Хаштаракский разлом, который в своей юго-западной части у сел. Паракар сочленяется с Ереванским глубинным разломом, затем проходит по долинам рек Раздан и Агстев и в западной части Севанской котловины [5]. К этому разлому и приурочены все указанные пять сильных Ереванских землетрясений XX века. Примерно в этом же направлении проходит и Ереван-Севанская линеаментная зона север-северо-восточного простирания, выявленная по космическим снимкам [12].

Согласно составленным нами ранее картам эпицентров землетрясений Ереванского региона в указанном направлении прослеживается сейсмоактивная зона шириной примерно 50 *км*, с азимутом 55°, проходящая с юго-запада региона (с центром в гор. Ереване) на северо-восток к северной оконечности оз. Севан [9].

Ереванскому землетрясению 7 января 1937 г. предшествовал форшок силой 6 баллов. Плоскость разрыва в очаге форшока, определенная нами по макросейсмическим данным [3, 17], имеет азимут 110°, в то время как при основном толчке и афтершоках азимут плоскости разрыва составляет 49—58°. Таким образом, в данном случае нестандартное для Ереванских землетрясений направление плоскости разрыва в очаге форшока, определенное по макросейсмическим данным, также может служить прогностическим признаком для появления сильного землетрясения, как и в случае, когда плоскость разрыва в очаге форшока определена по инструментальным даным [10]. Следовательно, при отсутствии или малочисленности инструментальных данных возможно по направлению плоскости разрыва в очаге землетрясения, установленного по макросейсмическим данным, определить вероятность возникновения землетрясения этой же или большей силы.

Эпицентр Арзнийского землетрясения 17 апреля 1963 г. с $K = 10$ расположен восточнее Ереванской группы землетрясений. Простира-

ние плоскости разрыва в очаге этого землетрясения, определенное нами по инструментальным данным, имеет азимут 145°, т. е. совпадает по направлению с Ани-Ордубадским глубинным разломом [1, 13] к которому, по-видимому, и приурочен очаг этого землетрясения. Плоскость разрыва в очаге круто (e=80°) падает к северо-востоку. В очаге имели место в основном подвижки типа правостороннего сдвига. Оси промежуточного напряжения и сжатия ориентированы в близмеридиональном, а ось растяжения в близширотном направлениях. При этом, как следует из табл. 2, оси сжатия и растяжения близгоризонтальны, а ось промежуточного напряжения—близвертикальна.

Юго-западнее очагов Ереванских землетрясений расположена Игдырская группа землетрясений. Нами исследованы механизмы очагов Игдырского землетрясения 4 сентября 1962 г., двух его афтершоков с магнитудой M=4 и $4^1/_2$, а также землетрясения 2 апреля 1976 г. с магнитудой $M=4^3/_4$.

Игдырское землетрясение 4 сентября 1962 г. силой 7—8 баллов имело магнитуду $5^1/_4$. Максимальная интенсивность проявилась в районе гор. Игдыр (Турция), расположенного в 50 *км* к юго-западу от гор. Еревана. Игдырское землетрясение 1962 г. не имело форшоков, но сопровождалось большим количеством повторных толчков. Магнитудная ступень между Игдырским землетрясением и его сильнейшим афтершоком составляет $\Delta M=^1/_4$ [7, 16, 18].

Азимут простирания плоскости разрыва в очаге Игдырского землетрясения, определенный нами по инструментальным данным, равен 134°, а по макросейсмическим данным [18] по вытянутости первой изосейсты—129°, что хорошо совпадает с направлением Араратского глубинного разлома, который ограничивает Приараксинскую тектоническую зону вместе с Араратской низменностью с юга [1]. Плоскость разрыва в очаге круто (e=78°) падает к юго-западу. В очаге произошел правосторонний сдвиг. Оси сжатия ориентированы в меридиональном, а оси растяжения и оси промежуточного напряжения в широтном направлениях. При этом оси сжатия и растяжения близгоризонтальны, а ось промежуточного напряжения близвертикальна. Как следует из табл. 2, динамические параметры рассмотренных двух афтершоков Игдырского землетрясения аналогичны динамическим параметрам основного толчка.

К Араратскому глубинному разлому, согласно направленности плоскости разрыва в очаге, приурочено землетрясение 2 апреля 1976г. в районе Игдыра с $M=4^3/_4$. В отличие от Игдырского землетрясения плоскость разрыва в очаге этого землетрясения падает к северо-востоку под углом e=50° к горизонту, что можно объяснить, по-видимому, тем, что очаг землетрясения 2 апреля 1976 г. расположен в западной части Араратского разлома. В очаге произошел взброс или надвиг со значительной долей правостороннего сдвига. При землетрясении 2 апреля 1976 г., как и в случае Игдырского землетрясения, ось сжатия ориентирована в близмеридиональном, а ось растжения и ось промежуточного напряжения—в близширотном направлениях, но при землетрясении 2 апреля 1976 г. ось растяжения близвертикальна, а ось промежуточного напряжения близгоризонтальна.

К этому глубинному разлому приурочены, по-видимому, и очаги землетрясений 9 октября 1962 г. в районе Исахана, 30 сентября 1977г. в районе Норашена и 18 апреля 1985 г. в районе Арарата. При первых двух землетрясениях плоскость разрыва круто (e=70° и 80°) падает к юго-западу, как и в случае Игдырского землетрясения, а при землетрясении 18 апреля 1985 г. плоскость разрыва в очаге также круто (e=82°) падает к северо-востоку. Характер подвижек в очагах указанных трех землетрясений различен: при первом землетрясении имел место левосторонний сдвиг, при втором—взброс со значительной долей правостороннего сдвига, а при третьем—взброс. Ориентация

осей главных напряжений в очагах этих землетрясений также отличается. Ось сжатия при первом землетрясении в районе Исахана ориентирована в близширотном, при втором землетрясении в районе Норашена—в меридиональном, а при третьем землетрясении в районе Арарата—в юго-западном направлениях. При этом оси сжатия во всех трех случаях близгоризонтальны (ε=15—35°). Ось растяжения при первом землетрясении ориентирована в близмеридиональном направлении близгоризонтально, а при втором и третьем землетрясениях—в близширотном направлении и с горизонтальной плоскостью составляет угол ε=48° и 51°.

К Араратскому глубинному разлому, согласно вытянутости первой изосейсты, приурочен также очаг крупного Араратского землетрясения 2 июля 1840 г., которое за все время в течение двадцати веков было самым сильным в Ереванском регионе и одним из самых сильных землетрясений Армянского нагорья вообще [3, 7, 14, 15].

Юго-западнее Еревана имеется Веди-Урцадзорская группа из четырех землетрясений с К=9 и 10, механизм очагов которых нами исследован. При этом очаги двух землетрясений (5 июня 1979 г. и 6 января 1980 г.) приурочены к Ани-Ордубадскому глубинному разлому. Как было показано выше, к этому разлому приурочен очаг землетрясения 17 апреля 1963 г. в районе Арзни. Плоскость разрыва в очаге указанных двух землетрясений круто (ε=81° и 84°) падает к северо-востоку, как и в случае землетрясения в районе Арзни. При первом землетрясении имел место взброс, при втором —сброс. Азимуты осей главных напряжений при обоих землетрясениях отличаются на 180°

Третье землетрясение из этой группы 8 марта 1979 г. в районе Веди приурочено к Ереванскому глубинному разлому. Азимут простирания плоскости разрыва в очаге равен 120°. Плоскость разрыва падает к северо-востоку под углом ε =60°. Ось сжатия ориентирована близгоризонтально в близмеридиональном направлении, а ось растяжения—близвертикально в близширотном направлении.

Эпицентр последнего землетрясения, 2 декабря 1983 г., с К=10 расположен внутри Ереванской мегасинклинальной зоны у разрывного нарушения типа сброса в районе Арени. Простирание плоскости разрыва в очаге имеет азимут А=150° и совпадает с направлением этого разрыва. Плоскость разрыва в очаге круто (ε=70°) падает к северо-востоку. В очаге произошел сброс. Оси сжатия и растяжения ориентированы в близширотном направлении, а ось промежуточных напряжений—в близмеридиональном направлении. При этом ось промежуточного напряжения и ось растяжения близгоризонтальны, а ось сжатия близвертикальна.

Рассмотрим положение осей главных напряжений в очагах всех исследованных землетрясений. Как следует из табл. 2, оси сжатия в основном ориентированы в меридиональном или близмеридиональном направлении. Исключением являются три землетрясения: в районах Исахана, Урцадзора и Арарата. Оси сжатия, в основном, горизонтальны или близгоризонтальны.

Оси растяжения только в случае землетрясений в районах Исахана, Арзни, Арени, а также Игдырского землетрясения являются близгоризонтальными. Эти оси в основном ориентированы в близширотном направлении. Исключением являются два землетрясения в Урцадзоре, очаги которых приурочены к Ани-Ордубадскому глубинному разлому, а также землетрясение в районе Исахана.

Оси промежуточного напряжения близвертикальны только в очагах землетрясений 9 октября 1962 г. в районе Исахана, 17 апреля 1963 г. в районе Арзни и Игдырского землетрясения. Они орнентированы так же как и оси растяжения в основном в близширотном направлении. Исключением являются землетрясения в районах Арзни, Арени и Арарата.

В заключение можно отметить, что проведенное исследование механизма очагов землетрясений Ереванского региона и определение азимута простирания плоскости разрыва в очаге явилось существенным при установлении приуроченности очагов землетрясений этого региона к тому или иному глубинному разлому, то есть выявлению сейсмоактивных разломов.

Институт геофизики и инженерной
сейсмологии АН АрмССР

Поступила 11.VI. 1987

Ն. Կ. ԿԱՐԱՊԵՏՅԱՆ

## ԵՐԵՎԱՆՅԱՆ ՄԱՐԶԻ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԵՐԻ ՕՋԱԽՆԵՐԻ ՄԵԽԱՆԻԶՄԸ

### Ամփոփում

*Երևանյան մարզի բնատարածքը սահմանափակվում է 39,5° ու 40,5° հյուսիսային լայնության զուգահեռականներով և 43,5° ու 45,3° արևելյան երկայնության միջօրեականներով։*

*Անցյալում, մինչև 20-րդ դարը, Երևանյան մարզն առանձնանում էր 5,5—6,5 մագնիտուդ ունեցող շատ ուժեղ երկրաշարժերով։ 20-րդ դարում երկրաշարժերի մագնիտուդը $5^{1}/_{4}$-ից չի գերազանցել։*

*Երևանյան մարզը բնորոշվում է շատ ուժեղ M≥5,5 մագնիտուդ ունեցող երկրաշարժերի առաջացման չորս ժամանակաշրջաններով։ Դրանք են՝ 893—139 թթ., 1319—893 թթ., 1679—1319 թթ. և 1840—1679 թթ.։ Նշված ժամանակաշրջանները և նրանց հերթական համարները համահարաբերակցական կախում ունեն միմյանցից, որի համաձայն M≥5,5 մագնիտուդ ունեցող երկրաշարժերի հինգերորդ ժամանակաշրջանը կսկսվի 2001 թ.։*

*Հոդվածում բերված են Երևանյան մարզի երկրաշարժերի օջախների մեխանիզմի ուսումնասիրման արդյունքները։ Ուսումնասիրվել են 16 երկրաշարժերի օջախների մեխանիզմը։ Այդ երկրաշարժերն առաջացել են Երևանյան մարզի տարբեր մասերում՝ Իգդիրում, Սևանա լճի շրջանում, Երևանում, Արզնիում, Նորաշենում, Ուրցաձորում և Արարատում։ Ուսումնասիրված երկրաշարժերի հիմնական բնութագրերը բերված են 1 աղյուսակում։*

*Երևանյան մարզի երկրաշարժերի օջախների մեխանիզմը որոշելիս օգտագործվել է Ա. Վ. Վվեդենսկայայի մեթոդը, որի հիմքում դրված է ձևախախտման տեսությունը։ Տվյալներ են ստացված օջախներում խզումների երկու հնարավոր հարթությունների կողմնորոշման և այդ հարթություններում շարժման ուղղության վերաբերյալ։ Հետազոտվող բնատարածքի համար որոշված է երկրաշարժերի օջախներում գլխավոր լարումների առանցքների ուղղությունը։ Այդ տվյալները բերված են 2 աղյուսակում, որոնց համաձայն սեղմման լարումների առանցքները հիմնականում կողմնորոշված են միջօրեական կամ մերձմիջօրեական ուղղությամբ։ Այդ առանցքները հորիզոնական են կամ հորիզոնականին մոտ։ Միջանկյալ և ձգման լարումների առանցքները կողմնորոշված են հիմնականում լայնակիին մոտ ուղղությամբ և հորիզոնի հետ կազմում են տարբեր անկյուններ։*

*Կատարված է ստացված արդյունքների համեմատումը մարզի տեկտոնիկայի և տիեզերանկարների միջոցով ի հայտ բերված լինեամենտների հետ։ Որպես հետևանք Երևանյան մարզի բնատարածքում ի հայտ են բերվել սեյսմոակտիվ խզումները։*

N. K. KARAPETIAN

# THE YEREVAN REGION EARTHQUAKES FOCI MECHANISM


## A b s t r a c t

The Yerevan region earthquakes foci mechanism investigation results are brought in this paper. .Two possible rupture planes in the earthquakes foci, those planes movement components as well as the general stresses axes orientation in the earthquakes foci are determined. A comparison is carried out of the obtained results with the region tectonics and lineaments obtained by space imagery method. Seismically active fractures are revealed by the earthquakes foci mechanism investigation.


## ЛИТЕРАТУРА


1. *Асланян А. Т.* Региональная геология Армении. Ереван: Айпетрат, 1958, 430 с.
2. *Бюс Е. И.* Сейсмические условия Закавказья. Тбилиси: Изд. АН ГССР, 1948, 304 с.
3. *Бюс Е. И., Цхакая А. Д. и др.* Ереванское землетрясение 7 января 1937 г. Тбилиси: Изд. Груз. ФАН СССР, 1937.
4. *Введенская А. В.* Исследования напряжений и разрывов в очагах землетрясений при помощи теории дислокаций. М.: Наука, 1969, 134 с.
5. *Габриелян А. А., Саркисян О. А., Симонян Г. П.* Сейсмотектоника Армянской ССР. Ереван: Изд. Ереван. ун-та, 1981 ,283 с.
6. Землетрясения в СССР в 1978 году. М.: Наука, 1982, 232 с.
7. *Карапетян Б. К., Карапетян Н. К.* Предпосылки прогнозирования землетрясений и сейсмостойкое строительство в Армянской ССР. Ереван. Айастан, 1981, 172 с.
8. *Карапетян Н. К.* Годографы сейсмических волн для землетрясений Армянского нагорья. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1974, 142 с.
9. *Карапетян Н. К.* Сейсмический режим территории прогностического полигона.— Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1980, XXXIII, № 5, с. 56—64.
10. *Карапетян Н. К.* Механизм очагов землетрясений и напряженно-деформированное состояние трех регионов Армянского нагорья.—Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1986, XXXIX, № 2, с. 47—55.
11. *Карапетян Н. К.* Механизм возникновения землетрясений Армянского нагорья (сейсмические условия). Ереван: Изд. АН АрмССР, 1986, 228 с.
12. *Караханян А. С.* Линеаменты и кольцевые структуры Малого Кавказа.—Изв. вузов. Геология и разведка, 1981, № 3, с. 31—36.
13. *Назаретян С. Н.* Глубинные разломы территории Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1984, 38 с.
14. *Пирузян С. А.* Опыт детального сейсмического районирования территории Большого Ереванского района. Ереван: Айастан, 1969, 92 с.
15. *Степанян В. А.* Землетрясения в Армянском нагорье и прилегающих окрестностях (на армянском языке). Ереван: Айастан, 1964, 248 с.
16. *Цхакая А. Д., Папалашвили В. Г.* Сейсмические условия Кавказа. Тбилиси: Мецниереба, 1973, 116 с.
17. *Чураян А., Назаров А.* Инженерное обследование повреждений, вызванных Ереванским землетрясением 7—8 января 1937 г.—В кн.: Ереванское землетрясение. Тбилиси: Изд. ТНИИС, 1937.
18. *Ergin K., Güclu ve Ur Z.* A Catalog of Earthquakes for Turkey and Surrounding Area Istanbul, 1967, 1971.