

УДК 551.24.550.34

Г. П. СИМОНЯН

СЕЙСМОТЕКТОНИКА СРЕДНЕАРАКСИНСКОГО МЕЖГОРНОГО ПРОГИБА

Землетрясения являются одним из наиболее грозных явлений природы, вызывающих стихийные бедствия. Сильные землетрясения вызывают повреждения или разрушения зданий и других инженерных сооружений и часто сопровождаются человеческими жертвами. Возможность предвидеть максимальную для данного района силу землетрясения позволяет применить должные мероприятия по увеличению стойкости сооружений.

В настоящей статье рассматриваются вопросы сейсмотектоники Среднеараксинского межгорного прогиба, расположенного в юго-западной части Армянской ССР, в пределах которого за 1100 лет было зарегистрировано более 40 землетрясений, некоторые из них (Двинское—893 г., Гарнинское—1679 г., Араратское—1840 г. и др.) были разрушительными.

Для выяснения сейсмотектоники указанного прогиба приводятся данные о тектоническом строении и сейсмичности, после чего на основании их сопоставления выявляются основные закономерности возникновения землетрясений и дается сейсмическое районирование.

1. Тектоника

Вопросы тектонического строения Среднеараксинского прогиба освещены в работах Г. Абиha [1], Ф. Освальда [15], К. Н. Паффенгольца [16], А. А. Габриеляна [9], А. Т. Асланяна [3], Г. П. Симоняна [20], Дж. А. Оганесяна [14] и других.

Среднеараксинский межгорный прогиб в тектоническом отношении является грабен-синклинорием, расчлененным на ряд опущенных и приподнятых глыб, сочлененных разрывами, придающими ей мозаичное строение.

Основной тектонической линией является Ереванский глубинный разлом субширотного простирания, который разделяет прогиб на две части, имеющие различное строение. Северо-восточнее этого разлома тектонические блоки (Урцкий, Ераносский, Шорагбюрский, Ереванский, Евгардский, Аштаракский) и разделяющие их разрывы (Азатский, Мангюз-Джрвежокий, Разданский, Касахский) вытянуты в северо-восточном направлении; юго-западнее разлома тектонические структуры и дизъюнктивные нарушения имеют северо-западное направление.

Все эти различно направленные разрывы нарушают монолитность фундамента и придают ему глыбово-горстовый характер. Более подробно эти вопросы рассмотрены в статье автора (20).

2. Сейсмичность

Среднеараксинский межгорный прогиб по интенсивности и частоте землетрясений является одним из наиболее сейсмоактивных районов Армении. Макросейсмические и инструментальные данные о землетрясениях, имевших место в Армении, наиболее подробно отражены в каталогах В. А. Степаняна [21], Е. И. Бюса [6, 7], в работах Н. К. Карапетян [19], С. А. Пирузяна [18] и автора.

В данной статье каталог землетрясений не приводится. Лишь укажем, что последний содержит данные более 40 землетрясений силой в 5 и более баллов в эпицентральной зоне, за время с 851 г. по 1965 г. В каталоге для каждого землетрясения указаны дата и время его возникновения, а при наличии необходимого материала также координаты эпицентра, глубины очага и величина магнитуд. Для отдельных землетрясений, для которых были достаточные макросейсмические и инструментальные данные, составлены карты изосейст, по которым можно судить о положении эпицентральной зоны. Для землетрясений, происходивших до начала нашего столетия использованы исторические данные, а для землетрясений происходивших в двадцатом веке использованы также результаты инженерно-геологических исследований.

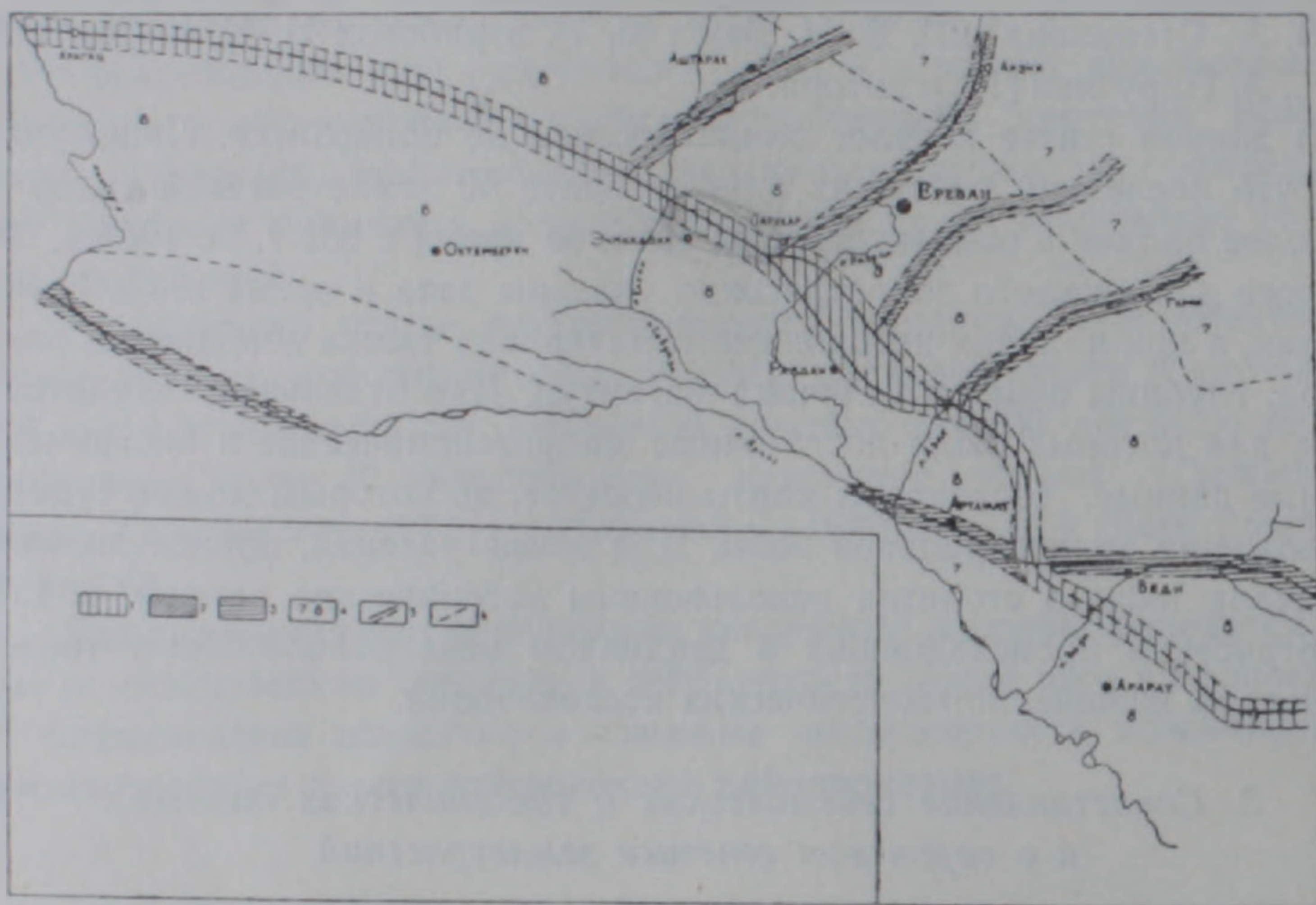
3. Сопоставление сейсмических и тектонических данных и о вероятном генезисе землетрясений

Землетрясения представляют собой наиболее выразительную форму проявления современной тектонической жизни земной коры. Поэтому выявление связи очагов землетрясений с геологическими структурами имеет важное значение при изучении их причин. Эта связь устанавливается на основе сопоставления тектонической карты с картой эпицентров землетрясений.

Вопросы сейсмотектоники освещены в работах Л. А. Варданянца [8], И. Е. Губина [11], Б. А. Петрушевского [16], И. В. Кирилловой и др. [20], В. В. Белоусова и др. [5], И. В. Ананьина и др. [2] и др.

Области возможных проявлений землетрясений в настоящее время определяются более или менее точно, исходя из анализа тектонического строения земной коры и учета расположения эпицентров всех ранее происходивших землетрясений. На основании изучения тектонического строения выявляются районы возможного проявления землетрясений, а увязка этих данных с распределением эпицентров бывших землетрясений дает представление о контурах области возможных в будущем землетрясений.

По мнению Л. А. Варданянца [8] и К. Н. Паффенгольца [16], в тектоническом отношении отдельные очаги Среднеараксинского межгорного прогиба располагаются там, где тектоническая депрессия общекавказского (северо-западного) направления пересекается под косым углом рядом складок антикавказского (северо-восточного) простирания, а причиной землетрясений являются разрядки тектонических напряжений, возникающие при формировании указанных складок. По А. Т. Асланяну [4] и А. А. Габриеляну [10], землетрясения Араратской котловины обусловлены движениями структур по разломам.



Фиг. 1 Карта сейсмического районирования Среднеараксинского межгорного прогиба. 1. Сейсмическая зона Ереванского глубинного разлома, возможно возникновение землетрясений силой 8—9 баллов. 2. Сейсмогенные зоны Азатского, Мангюз-Джрвежского, Разданского и Касахского разломов; вероятная сила максимальных землетрясений 8 баллов. 3. Сейсмогенная зона Араксинского разлома; возможно возникновение землетрясений силой до 7 баллов. 4. Относительно асейсмогенные области, в которых сотрясение происходит в основном от землетрясений соседних сейсмогенных зон. Области распространения этих землетрясений рассчитаны с фиксированной глубины 10 км. 5. Линии разрывных нарушений. 6. Граница сейсмогенных зон и относительно асейсмогенных областей.

Проведенные нами исследования показали, что эпицентральные зоны землетрясений Среднеараксинского межгорного прогиба совпадают с участками сочленения разрывных нарушений, в связи с чем выделяются Двинская, Паракарская, Гарнийская, Арагацкая, Аштаракская, Ереванская и Арташатская эпицентральные зоны и некоторые отдельные эпицентры в районе пос. Веди, у станции Арарат и вдоль р. Аракс.

При сопоставлении данных сейсмических и тектонических исследований Среднеараксинского межгорного прогиба наблюдается совпадение

областей тектонической и сейсмической активности, т. е. устанавливается тесная связь между размещением эпицентральных зон сильных землетрясений и разломами земной коры. Отметим некоторые факты.

Древняя столица Армении г. Двин, за время с 851 по 893 гг., неоднократно подвергалась разрушению и повреждению силой сотрясения до 8—9 баллов. Город Двин был расположен на линии Ереванского глубинного разлома северо-западного простирания, с которым сочленяется в этом районе под тупым углом Азатский разлом северо-восточного простирания. Следовательно, очаги указанных землетрясений генетически связаны с местом сочленения этих разломов, где и находились эпицентры Двинских землетрясений.

В 1679 г. в районе сел. Гарни имело место разрушительное землетрясение силой сотрясения 8 баллов. Генетически очаг этого землетрясения связан, очевидно, с Азатским разломом. Эпицентр 7—8-балльного Араратского землетрясения 1840 г. находится в районе г. Арарат, где проходит Арарат-Алашкертский разлом, следовательно, генетически с ним и связан. Эпицентр Ереванского землетрясения 1937 г. находился в районе с. Паракар, где Разданский разлом сочленяется с Ереванским глубинным разломом. Для других землетрясений также установлена связь с разрывами.

Приведенные данные позволяют прийти к выводу, что землетрясения в Среднеараксинском межгорном прогибе являются тектоническими и обусловлены дифференцированными движениями геологических структур (блоков) по определенным разрывам, и это положение нами взято в основу сейсмического районирования.

4. Сейсмическое районирование

При определении в данном пункте балльности возможных в будущем землетрясений, строительные организации пользуются нормативной картой сейсмического районирования СССР. Действующая в настоящее время карта сейсмического районирования территории СССР масштаба 1:5 000 000, составленная Институтом физики Земли АН СССР, входит в состав руководства¹, утвержденного Государственным Комитетом Совета Министров СССР по делам строительства.

Среднеараксинский межгорный прогиб на этой карте без дифференциации отнесен к зоне, в которой следует ожидать сотрясения силой до 8 баллов; источники таких сейсм не указаны. Обоснования к карте сейсмического районирования и метод составления, взятый за ее основу, не опубликованы и не известно на основании каких данных весь Среднеараксинский межгорный прогиб был включен в 8-балльную зону, так как в пределах прогиба землетрясения проявились не повсеместно и не с одинаковой интенсивностью. Помимо того, на отмеченной карте не разъясне-

¹ «Нормы и правила строительства в сейсмических районах, нормы проектирования» (СН и II-A, 12—62, 1963 г.).

но, что означают выделенные зоны определенной балльности—это места возникновения землетрясений данной балльности, или сотрясения из неизвестного источника?

Поскольку в Среднеараксинском межгорном прогибе в двух участках были зарегистрированы сотрясения, силой до 8 баллов, то целиком ее и причислили к зоне ожидаемых 8-балльных сейсм.

В книге «Сейсмическое районирование СССР» 1968 г. на карте сейсморайонирования Армянской ССР, составленной Н. К. Карапетян, К. Н. Паффенгольцем и С. С. Мкртчяном, вдоль р. Аракс выделяется узкая полоса 7-балльной зоны; остальная часть Среднеараксинского межгорного прогиба включена в зону 8-балльных сотрясений.

На карте сейсмического районирования «Большого Ереванского района», составленной С. А. Пирузяном [18], Среднеараксинский межгорный прогиб включен в зону восьмибалльных сотрясений.

На основании анализа геологических, геоморфологических, геофизических, макросейсмических, инструментальных и сейсмотектонических данных нами предлагается новый вариант карты сейсмического районирования Среднеараксинского межгорного прогиба, на которой изображены:

- а) сейсмогенные зоны, т. е. зоны возникновения возможных в будущем сильных землетрясений;
- б) вероятная максимальная сила землетрясений, ожидаемых в этих зонах;
- в) площади распространения этих подземных толчков.

Такая карта отображает важнейшие сейсмические условия изучаемой территории.

Такой подход сейсморайонирования И. Е. Губин [11] назвал «сейсмотектоническим методом сейсморайонирования», который подробно разработан им и применен для территории Таджикистана.

В основу составления карт сейсморайонирования были положены вытекающие из нашего анализа выводы о сейсмических условиях территории, а именно:

- а) в пределах Среднеараксинского межгорного прогиба сильные землетрясения вызываются дифференцированными движениями структур по разломам;
- б) в зонах контакта крупных структур возникают максимальные для района землетрясения, в зонах контакта меньших структур возникают подземные толчки меньшей силы;
- в) чем глубже заложена структура, тем глубже возможные очаги, и наоборот.

Исходя из этих положений, места возникновения возможных землетрясений, т. е. сейсмогенные зоны были определены по положению зон крупных разломов, разграничивающих дифференцированнодвигающиеся структуры.

Возможная максимальная сила землетрясений, ожидаемая в каждой зоне, была определена по зарегистрированным максимальным землетря-

сениям в пределах этих зон, экстраполяцией и интерполяцией зарегистрированной сейсмичности каждой зоны.

Недостаток такого подхода сейсморайонирования заключается в том, что, во-первых, не все разломы достигают поверхности земли (т. е. «слепые»), а, во-вторых, при наличии системы разломов трудно будет связывать очаг землетрясений на глубине с определенным разломом.

Для определения областей распространения землетрясений, возможных в различных зонах, мы не располагаем необходимыми сейсмостатистическими данными. В частности, нет данных о глубинах очагов землетрясений. Поэтому такие площади распространения определялись теоретически, исходя из вероятной глубины очага 10 км, определенной для Ереванского 7-балльного землетрясения 1937 г. инструментальным и макросейсмическим данными.

При выделении области распространения сотрясения различных баллов нами использованы нижеприведенные величины (см. табл. 1), определенные по нашей просьбе научным сотрудником Института физики Земли И. В. Ананьиним на основании зависимостей: а) глубины очага, силы в эпицентре и вероятной магнитуды и б) зависимости между глубиной очага, эпицентральной расстоянием до изосейсты определенного балла в эпицентре и средним коэффициентом затухания балльности для Кавказа ($S=3,5$).

Таблица 1

Глубина очага зем- летрясений (км)	Максимальная си- ла сотрясений в эпицентральной зоне в баллах	Изосейсты определен- ного балла	Расстояния изосейста определенного балла от эпицентральной зоны (км)	Магнитуда (М)
10	9	8	17	6.25
		7	34	
		6	70	
	8	7	17	5.75
		6	34	
		5	70	
	7	6	17	5.0
		5	34	
		4	70	

Рассмотрим карту сейсмического районирования, рассчитанного на сильные землетрясения с глубиной очага в 10 км. В пределах Среднеараксинского межгорного прогиба выделяются следующие сейсмогенные зоны.

а. Сейсмогенная зона Ереванского глубинного разлома

За 1100 лет вдоль Ереванского глубинного разлома время от времени происходили несколько землетрясений; это Двинское землетрясение 851, 858, 863 гг. силой 7—8 баллов и 893 г.—8—9 баллов, многочисленные сейсмические толчки Приереванского района, происходившие в 1937 г. с максимальной силой 7 баллов, землетрясения ст. Арагац 1935—

1936 гг. и Дигорское землетрясение 1935 г., имевшие максимальную силу сотрясения 6—7 баллов, а также землетрясение района пос. Веди силой 4—5 баллов. Все районы этих землетрясений приурочены к местам оочленения с Ереванским глубинным разломом субширотного направления молодых разрывов субмеридионального направления. Учитывая это, а также то, что амплитуда четвертичных движений по нему везде почти одинакова, можно допустить во всех его частях возможность возникновения толчков силой 8—9 баллов.

Исходя из вышеизложенного, зона Ереванского глубинного разлома протяженностью более 100 км отнесена к зоне возникновения землетрясений силой 8—9 баллов.

Вдоль этой сейсмогенной зоны 8—9-балльных землетрясений находятся относительно асейсмогенные области, в которых очаги землетрясений не зарегистрированы и неизвестны предпосылки для возникновения сильных землетрясений. В них возможны сотрясения от землетрясений, которые произойдут в будущем в зоне Ереванского глубинного разлома, а интенсивность их зависит от расстояния последнего. В соответствии с приведенными в таблице 1 данными, вблизи сейсмогенной зоны максимальное сотрясение может достигать 8 баллов, шириной 17 км, далее от зоны оно может быть 7-балльным и распространится на расстоянии 34 км, а еще дальше 6-балльным.

б. Сейсмогенная зона Араксинского разлома

Протягивается в субширотном направлении вдоль р. Аракс, протяженностью более 100 км.

В этой зоне расположены эпицентры землетрясений 1910 и 1916 гг., имевшие максимальную силу сотрясения 6—7 баллов, эпицентры землетрясений 1913 и 1925 гг. (в районе гор. Арташат), имевшие максимальную силу 5—6 баллов, и 1904 г. (в районе ст. Арарат) силой сотрясения 4—5 баллов. Очаги всех землетрясений связаны с Араксинским разломом.

По геологическим данным разлом на всем своем протяжении однороден и движения по нему везде происходят примерно одинаково. Исходя из этих соображений, вдоль Араксинского разлома выделена единая зона возникновения землетрясений силой до 7 баллов, включая и те участки, где такие землетрясения еще не отмечались. Сейсмических данных по этой зоне пока недостаточно.

Вдоль этой зоны возникновения землетрясений находятся относительно асейсмогенные области, в которых возможны сотрясения от землетрясений, которые произойдут в будущем как в сейсмогенной зоне Араксинского, так и Ереванского глубинного разломов. Сила зависит от расстояния. В соответствии с табл. 1, вблизи зоны максимальные сотрясения могут достигать 6 баллов и распространятся на расстоянии 17 км, дальше возможны 5-балльные с распространением на расстояние 34 км.

в. Сейсмогенная зона Азатского разлома

В пределах этой зоны в районе сел. Гарни расположен эпицентр землетрясений 1679 г. с максимальной силой сотрясения 8 баллов, очаг которого был связан с Азатским разломом. На других участках по этому разлому землетрясения не отмечены, однако, учитывая, что по геологическим данным разлом на всем своем протяжении однороден и движения по нему везде происходят одинаково, то мы можем допустить, что возникновение 8-балльных землетрясений возможно в любой точке разлома. На основании этих данных на карте сейсмораионирования выделена единая сейсмогенная зона Азатского разлома, в которой возможно возникновение землетрясений силой до 8 баллов.

Вдоль этой зоны выделены относительно асейсмогенные области, в которых возможны сотрясения от землетрясений, которые произойдут в будущем в сейсмогенной зоне Азатского разлома. В соответствии с табл. 1 вблизи зоны максимальное сотрясение может достигать 7 баллов и распространится на 17 км, но дальше оно будет 6-балльным и распространится на 34 км и т. д.

г. Сейсмогенная зона Мангюз-Джрвежского и Разданского разломов

Исходя из того, что землетрясения 1846 и 1888 гг. с силой сотрясения соответственно 6 и 5 баллов ощущались только в г. Ереване, предполагается, что эпицентры этих землетрясений находились где-то в районе гор. Еревана, а соответствующие им очаги были связаны с Разданским или Мангюз-Джрвежским нарушениями, ограничивающими район гор. Еревана с северо-запада и юго-востока. При этом оба разлома сочленяются с Ереванским глубинным разломом, нарушая сплошность фундамента.

С таким же Азатским разломом было связано землетрясение силой 8 баллов. Исходя из этих данных, принимается, что оба разлома являются живыми, т. е. сейсмогенными, в пределах которых возможно возникновение землетрясений силой до 8 баллов.

Вдоль этих двух сейсмогенных зон находятся относительно асейсмогенные области в которых возможны сотрясения от землетрясений, которые произойдут в будущем в указанных сейсмогенных зонах. В соответствии с табл. 1, вблизи зоны максимальное сотрясение может достигать 7 баллов и распространится на расстоянии 17 км, подалее оно будет 6 баллов и распространится на 34 км от эпицентральной зоны и т. д.

Столица Армении, гор. Ереван, с населением около 800 тыс. человек и крупными промышленными объектами, испытывала неоднократно сотрясения силой 7 баллов. С юго-запада, юго-востока и северо-запада район Еревана ограничен соответственно сейсмогенными зонами Ереванского, Мангюз-Джрвежского и Разданского разломов, в которых возможны возникновения землетрясений силой 9 и 8 баллов. В соответствии

с данными табл. 1, от будущих землетрясений в зоне Ереванского глубинного разлома силой до 9 баллов, район гор. Еревана могут захватить сейсмические толчки силой до 8 баллов.

д. Сейсмогенная зона Касахского разлома

В этой зоне, в районе гор. Аштарак расположены эпицентры землетрясений 1913, 1936 и 1949 гг. с максимальной силой сотрясения 6—7 баллов, очаги которых были связаны с Касахским разломом. В других участках по этому разлому очаги не констатированы. Однако, учитывая, что по геологическим данным по разлому повсеместно установлены деформации пород, разлом этот отнесен к категории сейсмогенных разломов и возникновение землетрясений по всему разлому возможно.

Поскольку касахский разлом является однотипным с Азатским, Разданским и др. разломами, мы можем полагать, что в зоне этого разлома также возможно возникновение землетрясений силой до 8 баллов. Вдоль этой сейсмогенной зоны находятся относительно асейсмогенные области, в пределах которых сотрясения происходят как от землетрясений, возникших в Касахской зоне, так и от землетрясений соседних сейсмогенных зон. Сила их зависит от расстояния. В соответствии с данными табл. 1 вблизи зоны максимальное сотрясение может достигать 7 баллов, дальше—6 баллов и т. д.

Итак, Араратская котловина, ранее относимая целиком к зоне ожидаемых сотрясений оказалась весьма дифференцированной. В одних ее участках следует ожидать девятибалльные, в других—восемь и в третьих—семибалльные сотрясения.

В ы в о д ы

1. При сопоставлении сейсмических данных с тектоническими структурами Араратской котловины и ее обрамлением обнаруживается тесная связь между размещением очагов сильных землетрясений и разломов земной коры.

2. Соответствие тектонических и сейсмических данных во всех районах Араратской котловины, указывает, на то, что это закономерное, а не случайное явление и, карта сейсморайонирования, основанная на них, отображает важнейшие сейсмические условия исследуемого района, хотя отдельные детали, возможно еще не выяснены.

3. В отличие от прежней карты сейсморайонирования, на которой Араратская котловина включена целиком в зону сотрясения силой до 8 баллов, на предлагаемой карте выделены: сейсмогенные зоны, т. е. зоны возможного возникновения в будущем землетрясений; определены вероятная максимальная сила последних и площади распространения этих подземных толчков

4. Сейсмогенные зоны выделены в Армении впервые, поэтому это только начало работ. Много еще не решено и предлагаемая карта, несомненно, должна уточняться в процессе дальнейших работ.

Ереванский государственный университет

Поступила 23.III.1972.

Կ. Պ. ՍԻՄՈՆՅԱՆ

ՄԻՋԻՆԱՐԱՔՍՅԱՆ ՄԻՋԼՆՈՆԱՅԻՆ ԻՋՎԱԾՔԻ ՍԵՅՍՄՈՏԵԿՏՈՆԻԿԱՆ

Ա. մ. փ. ո. փ. ո. մ.

Միջինարաքսյան միջլեռնային իջվածքում վերջին հազարամյակի ընթացքում տեղի են ունեցել հինգից մինչև իններ բալանոց քառասունից ավելի երկրաշարժեր, որոնք աղետների ու մարդկային զոհերի պատճառ են հանդիսացել:

Հողվածում դիտարկվում են նշված իջվածքի սեյսմոտեկտոնիկայի հարցերը, որոնց համար բերվում են տեկտոնական կառուցվածքի և սեյսմադինամիկայի վերաբերող տվյալներ, այնուհետև այդ երկուսի համեմատության հիման վրա բացահայտվում են երկրաշարժերի հանդես գալու օրինաչափությունները և տրվում սեյսմաշրջանացումը:

Միջինարաքսյան միջլեռնային իջվածքը տեկտոնական տեսակետից ներկայացնում է զրաբեն-սինկլինորի, որը խզումներով մասնատված է առանձին բարձրացած և իջած բեկորների:

Ներկայացվող սեյսմաշրջանացման բարտեզի վրա Հայաստանի տարածքում առաջին անգամ անջատված են սեյսմոթին դոնաներ, որոնք համընկնում են որոշակիորեն գոյություն ունեցող խզումների հետ (դրանց հետ անմիջականորեն կապված են երկրաշարժերի օջախները՝ Մերձերևանյան, Ազատի, Հրազդանի և այլն): Դա կարևոր է ինժեներական կառուցվածքների նախագրծման ժամանակ տվյալ վայրում սեյսմիկ ուժը ճիշտ գնահատելու համար:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Абих Г. Геология Армянского нагорья. Западная часть. Орографическое и геологическое описание. Зап. Кавк. Отд. русск. географ. об-ва, кн. XXI, 1899.
2. Ананьин И. В., Бунэ В. И., Введенская Н. А., Кириллова И. В., Реснер Г. И., Шалто В. И. Методика составления карты сейсмического районирования на примере Кавказа. Тр. ИФЗ АН СССР, № 497—69, М., 1969.
3. Асланян А. Т. К истории происхождения Аразатской котловины. ДАН Арм. ССР, т. XI, № 1, 1949.
4. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. «Айпетрат», Ереван, 1958.
5. Белоусов В. В., Сорский А. А., Бунэ В. И. Сейсмотектоническая карта Европы. «Наука», М., 1967.
6. Бюс Е. И. Сейсмические условия Закавказья. Тбилиси, ч. I, 1948, ч. II, 1952.
7. Бюс Е. И., Цхакая А. Д. Материалы к Ереванскому землетрясению 7. I. 1937 г. Тбилиси, 1937.
8. Варданянц Л. А. Сейсмотектоника Кавказа. Тр. Сейсм. ин-та АН СССР, № 64, 1933.

9. Габриелян А. А. Новые данные о тектонике Среднеараксинской котловины. ДАН Арм. ССР, т. XXIV, № 5, 1958.
10. Габриелян А. А. Новейшая тектоника и сейсмичность Армянской ССР и смежных частей Антикавказа. Известия АН Арм. ССР, серия геол. и геогр. наук, т. XVI, № 4—5, 1963.
11. Губин И. Е. Об основных положениях сейсмотектонического метода. Изв. отд. естеств. наук АН Тадж. ССР, № 5, 1953.
12. Кириллова И. В., Люстих Е. Н., Растворова С. В., Сорский А. А., Хаин В. Е. Анализ геотектонического развития и сейсмичности Кавказа. Изд. АН СССР, М., 1960.
13. Медведев С. В. Карта сейсмического районирования территории СССР. Тр. ИФЗ АН СССР, № 1 (168), 1958.
14. Оганесян Дж. А. Некоторые вопросы тектоники Араратской котловины в связи с проблемой нефтегазоносности. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, т. XXIII, № 2, 1970.
15. Освальд Ф. Д. К истории тектонического развития Армянского нагорья. Зап. Кавказ. отд. русск. Географ. Общ-ва, кн. XXIX, вып. 2, 1916.
16. Паффенгольц К. Н. Сейсмотектоника Армении и прилежащих частей Малого Кавказа. Ереван, 1946.
17. Петрушевский Б. А. Значение геологических явлений при сейсмическом районировании Тр. ГЕОФАН, № 28 (155), Изд. АН СССР, М., 1955.
18. Пирузян С. А. Опыт детального сейсмического районирования территории Большого Ереванского района. Изд. «Айастан». Ереван, 1969.
19. Сейсмическое районирование СССР. «Наука», М., 1968.
20. Симонян Г. П. О блоковом строении Араратской котловины Армянской ССР. Ученые записки ЕГУ Естественные науки, № 3, 1969.
21. Степанян В. А. Краткая хронология наиболее значительных землетрясений в исторической Армении и в прилегающих районах. Известия Арм. ФАН СССР, Ереван, 1942.