

## THE SEISMOTECTONIC CONDITIONS OF THE SPITAK EARTHQUAKE, DECEMBER 7, 1988. ORIGIN

## Abstract

Some regional and local factors are considered, which stipulate the Spitak earthquake with an intensity of 10 in the epicenter and a magnitude of 7. Some morphological data of the neogenetic rupture (a strike-slip fault on the surface and a strike-slip reversed fault at the depth) in the Pambak-Sevan fracture are brought.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Адамян Ш. А., Закариадзе Г. С., Лордкипанидзе М. Б. Эволюция древней активной континентальной окраины на примере альпийской истории Кавказа. — Геотектоника, 1977, № 4, с. 88—103.
2. Асланян А. Т. История тектонического развития Тавро-Кавказской области. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1984, 160 с.
3. Варданянц Л. А. Сейсмоструктура Кавказа. — Тр. СИ АН СССР, 1935, № 64, 87 с.
4. Вардапетян А. Н. Позднекайнозойская тектоника плит Черноморско-Каспийского региона. Океанология 1979, т. XIX, № 6, с. 1066—1074.
5. Габриелян А. А. Тектоническое районирование Кавказа и сопредельных частей Анатолийско-Иранского сегмента Средиземноморского складчатого пояса. — Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, 1985, т. XXXVIII, № 3, с. 11—23.
6. Габриелян А. А., Саркисян О. А., Симонян Г. П. Сейсмоструктура Армянской ССР. Ереван: Изд. ЕГУ, 1981, 270 с.
7. Гамкрелидзе И. П. Мобилизм и проблемы тектоники Кавказа. — В кн.: II семинар по геодинамике Кавказа (тезисы докладов). Тбилиси: Изд. Мецниереба, 1980, с. 20—22.
8. Карапетян Н. К. Механизм возникновения землетрясений Армянского нагорья (сейсмические условия). Ереван: Изд. АН АрмССР, 1986, 227 с.
9. Милановский Е. Е. Новейшая тектоника Армянской ССР и прилегающих районов Закавказья: — В кн.: Геология Армянской ССР, т. I, Геоморфология. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1962, с. 430—472.
10. Сейсмологические данные по регионам Кавказа — В кн.: Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР. М.: Наука, 1977, с. 69—170.
11. Симонян Г. П. Сейсмогенные зоны юго-восточной Армении. — В кн.: Сейсмоструктура некоторых районов юга СССР. М.: Наука, 1976, с. 41—48.
12. Токихико Мацуда. Сейсмические швы — В кн.: Методы прогноза землетрясений. Их применение в Японии. М.: Недра, 1984, с. 39—66.
13. Хаин В. Е. Региональная геотектоника. Альпийский Средиземноморский пояс. М.: Недра, 1984, 343 с.
14. Novroozzi A. A. Seismotectonics of the Persian plateau, eastern Turkey, Caucasus and Hindi-Kush regions: *Seism. Soc. Amer. Bull.* v. 61. 1971 p.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1989, XLII, № 4, 19—29

УДК 551.242.1(479.25)

А. А. ГАБРИЕЛЯН

## СЕЙСМОТЕКТОНИКА АРМЯНСКОГО НАГОРЬЯ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ

В статье дана общая характеристика новейшей тектоники и сейсмичности Армянского нагорья и прилегающих районов Кавказа, Анатолии и Ирана.

Выделены наиболее сейсмоактивные структуры — сейсмогенные разломы, намечены задачи дальнейших исследований в области прогноза землетрясений, указана важность сейсмостойкого строительства.

Армянское нагорье и Армянско-Анатолийско-Иранский сегмент Средиземноморского альпийского орогенического пояса в целом, начиная с олигоцена — начала орогенного подэтапа альпийского этапа геологического развития Земли, — испытывают дифференциального ха-

рактера поднятие и горообразование. Именно в это время зарождаются ячейки современных горных сооружений—Кавказа, Таврида, Анатолида, системы Загроса и Альбурза.

Процесс орогенеза усиливается в позднем олигоцене—раннем миоцене, в результате чего указанные горные сооружения окончательно вступают в континентальную фазу развития, а между ними формируются межгорные и внутригорные наложенные впадины—Рионо-Куринская, между поднятиями Б. Кавказа и Антикавказа, Среднеараксинская, Центрально-Анатолийские и Центрально-Иранские. В указанных впадинах и в дальнейшем происходит накопление ранних морских моласс (в раннем-среднем олигоцене), поздних континентальных и соленосных моласс в позднем олигоцене—раннем миоцене. Молассообразование во впадинах продолжается в дальнейшем в течение всего миоцена и палеоцена в указанных депрессиях, которые в течение всего орогенного подэтапа испытывали относительное прогибание. Горообразование сопровождается внедрением в формирующихся горных сооружениях каменных гранитоидов в олигоцене-миоцене.

Амплитуда общего поднятия в орогенном подэтапе (олигоцен—современная эпоха) составляет на Армянском нагорье 3—3,5 км, на Б. Кавказе—4—5 (а по некоторым исследователям и до 5—6 км), за постсарматское время—соответственно на М. Кавказе 2 км, на Б. Кавказе—3—3,5 км, а за четвертичный период—1000—1500 м.

Орогенические движения дифференциального характера на Армянском нагорье продолжаются и в современную геологическую эпоху, отголосками, одной из форм проявления которых и являются землетрясения.

Более конкретно, выражаясь материально, землетрясение—это разрыв сплошности, образование разрывов, высвобождение накопленной энергии, спад напряженного состояния земной коры данного участка. Однако, причина накопления энергии, источник энергии, физика процесса образования разрывов сложна и недостаточно изучена. Поэтому физическая основа для прогнозирования землетрясения пока еще не разработана.

Современные движения хорошо фиксируются также данными высокоточных повторных нивелировок и археологическими данными. Некоторые участки Араратской котловины, в частности ее северо-восточного склона, а также СЗ части АрмССР (район Леникан-Спитак, Гукасян-Степанаван) испытывают поднятие в среднем 10—15 мм в год. Столица исторической Армении гор. Армавир, который был построен ок. 3000 лет тому назад на берегу р. Аракс, ныне удален от указанной реки на север на 5—6 км и расположен ок. 5 м выше уровня реки. Таким образом, участок города за прошедшие 3000 лет испытывал поднятие в среднем 1,5 см в год, а поднятие СВ склона долины сопровождалось смещением осевой части реки к югу.

В историческом прошлом на Армянском нагорье и на Кавказе неоднократно имели место сильные, катастрофические землетрясения, вызвавшие разрушения городов и гибель сотен тысяч людей. Отметим некоторые из них: Дагестанское (1970), Шемахинское (1828, 1902), Ганджинское (1139), в результате которого произошли крупные обвалы и оползни, запрудившие долину реки, с образованием оз. Гёк-гёль, Анийские (1132, 1319), Двинское (893), Гарнийское (1679), Араратское (1840), Вайоцзорское (735), Цахкадзорское (1827), Лениканское (1926), Зангезурское (1939, 1968) и др.

Огромный провал (щель), наблюдаемый издали на северном склоне горы Арарат,—результат мгновенной геологической катастрофы, т. е. землетрясения, имевшего место, по данным наших историков и летописцев, до нашей эры и в 139 г. нашей эры.

Причиной орогенеза, по нашему мнению, является сжатие земной коры, вызванное общим сжатием Земли. Теоретической основой для нас, при объяснении важнейших геологических процессов, в том числе землетрясений, является «гипотеза пульсации». Именно в ре-

в результате пульсации Земли (периодическое сжатие и расширение) происходит раздвижение и сближение литосферных плит и, соответственно, возникновение геосинклинальных прогибов, осадконакопление, складчатость, метаморфизм, магматизм, горообразование, вулканизм, сейсмичность. Альпийский тектонический период (ок. 200 млн. лет) делится, как и другие предыдущие тектонические периоды (варисский, каледонский), на две эпохи, на более длительную собственно-геосинклинальную (170 млн. лет) и более короткую орогенную эпоху (ок. 30 млн. лет).

В орогенную стадию развития, соответствующую эпохе сжатия Земли и скучивания коры, происходило встречное движение и сближение Евразийской и Гондванской плит и микроплит—Скифской и Армянско-Центрально-Анатолийско-Иранской. Их движения вызывают сдвиговые деформации по межплитным швам, пододвигание одной плиты под другую, в данном случае Закавказской (Рионо-Куринской) под Скифскую по шовной зоне Большого Кавказа (рис. 1).

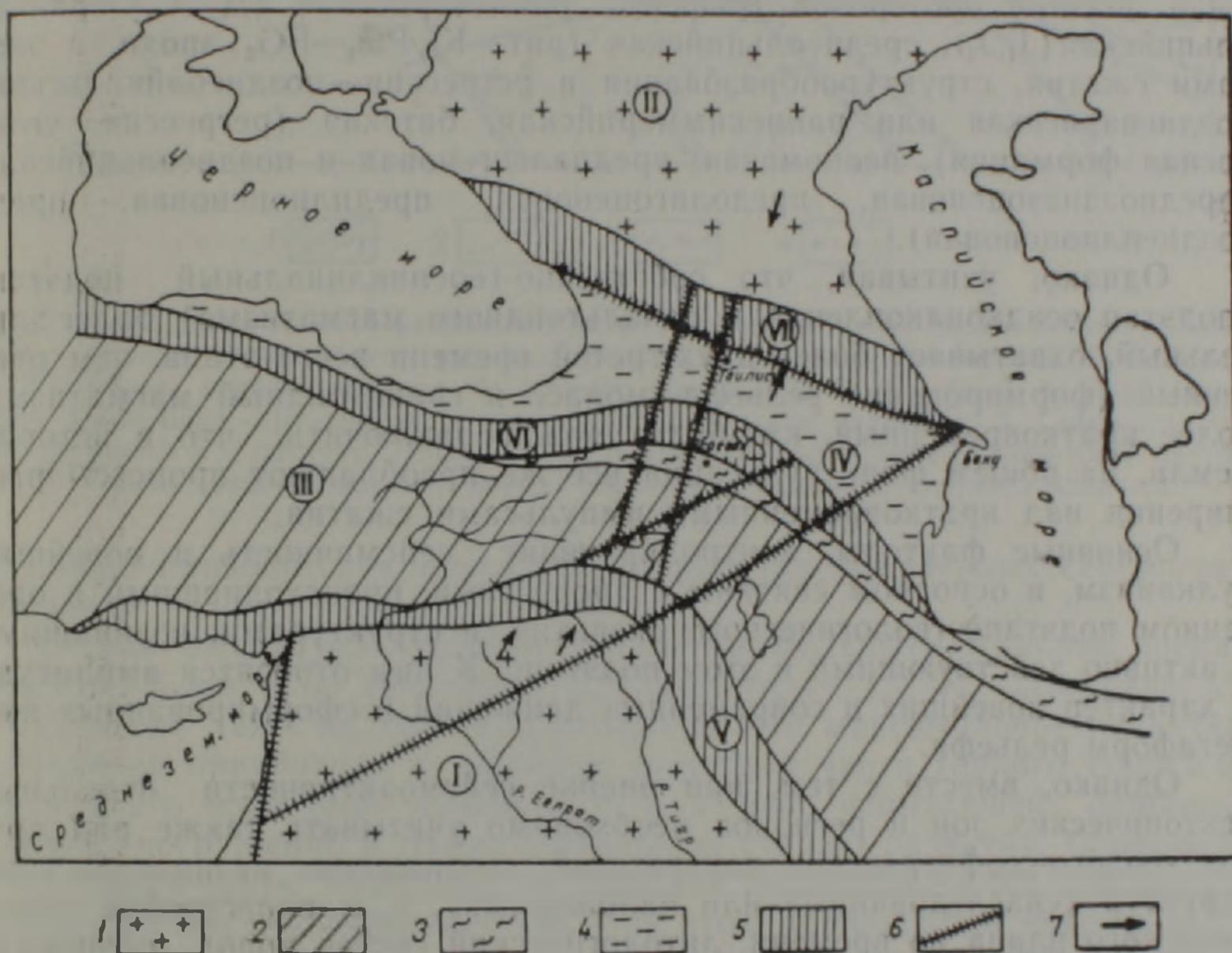


Рис. 1. Некоторые важнейшие элементы тектоники Армянского нагорья и сопредельных регионов. 1. Литосферные плиты первого порядка: Аравийский выступ Гондваны (I), Скифская плита (II). 2. Центрально-Армянско-Анатолийско-Иранская микроплита (III). 3. Переработанные альпийскими движениями части Ан-Ир микроплиты. 4. Черноморско-Каспийская микроплита (IV). 5. Шовные зоны—зоны надвигов, шарьяжей офиолитов: Тавро-Загросская (V), Северо-Анатолийско-Севанская (VI), Большого Кавказа (VII). 6. Некоторые важнейшие сейсмогенные разломы. 7. Направление движения плит.

Движение Аравийской плиты к северу вызывает геосинклинальную складчатость отложений Тавро-Загросской шовной зоны и надвигание и шарьирование складок на Армянско-Анатолийско-Иранскую микроплиту. На последних отголоски этих движений выражались в глыбовых дислокациях орогенных молассовых формаций пород.

Движение Аравийской плиты на север сопровождалось отрывом ее от континента Гондваны и возникновением Красноморско-Сирийской рифтовой зоны. Начало заложения этой рифтовой зоны датируется олигоценом, т. е. началом орогенного этапа геологического развития Средиземноморского геосинклинального складчатого пояса. Таким образом, можно полагать, что континентальные рифтовые системы и складчато-глыбовые горные системы являются синхронными геоло-

гическими телами и тектонопарны. Пододвигание Армянско-Анатолийско-Иранской микроплиты под Закавказскую происходило по Северо-Анатолийско-Севанскому подвижному шву.

Мы полагаем, что главными силами при формировании континентальной коры Армянского нагорья и сопредельных частей—Тавро-Кавказского сегмента Средиземноморского складчатого пояса были перманентные раздвижения и сближения Аравийского и Евразийского континентальных блоков—плит. Их раздвижение, имевшее место в эпоху растяжения и утонения коры, обусловило деструкцию последней, заложение геосинклинальных зон, а сближение и столкновение, соответствующие эпохам сжатия Земли и скупиванию коры (орогенез)—формирование гранитно-метаморфического слоя. Наиболее вероятной причиной такого рода движений коры является чередование фаз расширения и сжатия, т. е. пульсация Земли.

В неогее на рассматриваемом сегменте альпийского складчатого пояса эпохами растяжения, геосинклиналеобразования и трансгрессии были поздний протерозой (рифей), ранневарисская (Д—С<sub>1</sub>), раннеальпийская (J<sub>1</sub>, J<sub>2</sub>), среднеальпийская (апт—К<sub>2</sub>, РС<sub>1</sub>—РС<sub>2</sub>) эпохи, а эпохами сжатия, структурообразования и регрессии—позднебайкальская, поздневарисская или раннекиммерийская, батская (регрессия, угленосная формация), неокомская, предпалеогеновая и позднеальпийская (предпозднеэоценовая, предолигоценовая, предплиоценовая, предпозднеплиоценовая).

Однако, учитывая, что собственно-геосинклинальный подэтап (подэтап осадконакопления и базальтоидного магматизма) более длительный, охватывает более двух-третьей времени всего этапа, чем орогенный (формирование рельефа, моласс и гранитоидный магматизм), более кратковременный, как-будто можно заключить, что в истории Земли, на общем фоне пульсации все же преобладают процессы расширения над кратковременными импульсами сжатия.

Основные факторы, контролирующие сейсмичность и новейший вулканизм, в основном связаны с процессами, происходившими в орогенном подэтапе геологического развития, и структурами, возникшими и активно действующими в этом подэтапе. К ним относятся амплитуда и характер новейших и современных движений и сформированных ими мегаформ рельефа.

Однако, вместе с тем, при оценке сейсмоактивности отдельных тектонических зон и регионов необходимо учитывать также ряд других геолого-геофизических показателей: соотношение разновозрастных структур (унаследованных или наложенных), т. е. перестройка тектонического плана во времени, литологический состав пород, активность глубинных разломов, соотношение мегаформ рельефа с тектоническими структурами (прямое или обратное), характер геофизических полей.

Анализ пространственного распределения эпицентров землетрясений на Армянском нагорье и сопредельных регионах Тавро-Кавказского сегмента показывает, что сейсмоактивность в различных частях земной коры на этом отрезке альпийского орогенного пояса разная, что обусловлено разным сочетанием вышеуказанных факторов, контролирующих сейсмичность.

Выделяются наиболее сейсмоактивные зоны—сейсмогенные зоны, зоны сейсмогенных разломов. Это Северо-Анатолийская, Южно-Анатолийская, Загросская, Северо-Иранская, Восточно-Иранская (Лутская) (рис. 2).

На территории Армянской ССР сейсмогенными зонами являются Араратская (Среднеараксинская) и Севано-Ширакская близширотные и Зангезурская и Транскавказская северо-западного и близмеридионального направления.

На Большом Кавказе сейсмогенные зоны приурочены к бортовым частям Рионо-Куринской впадины (плиты) и швам поднятия Большого Кавказа.

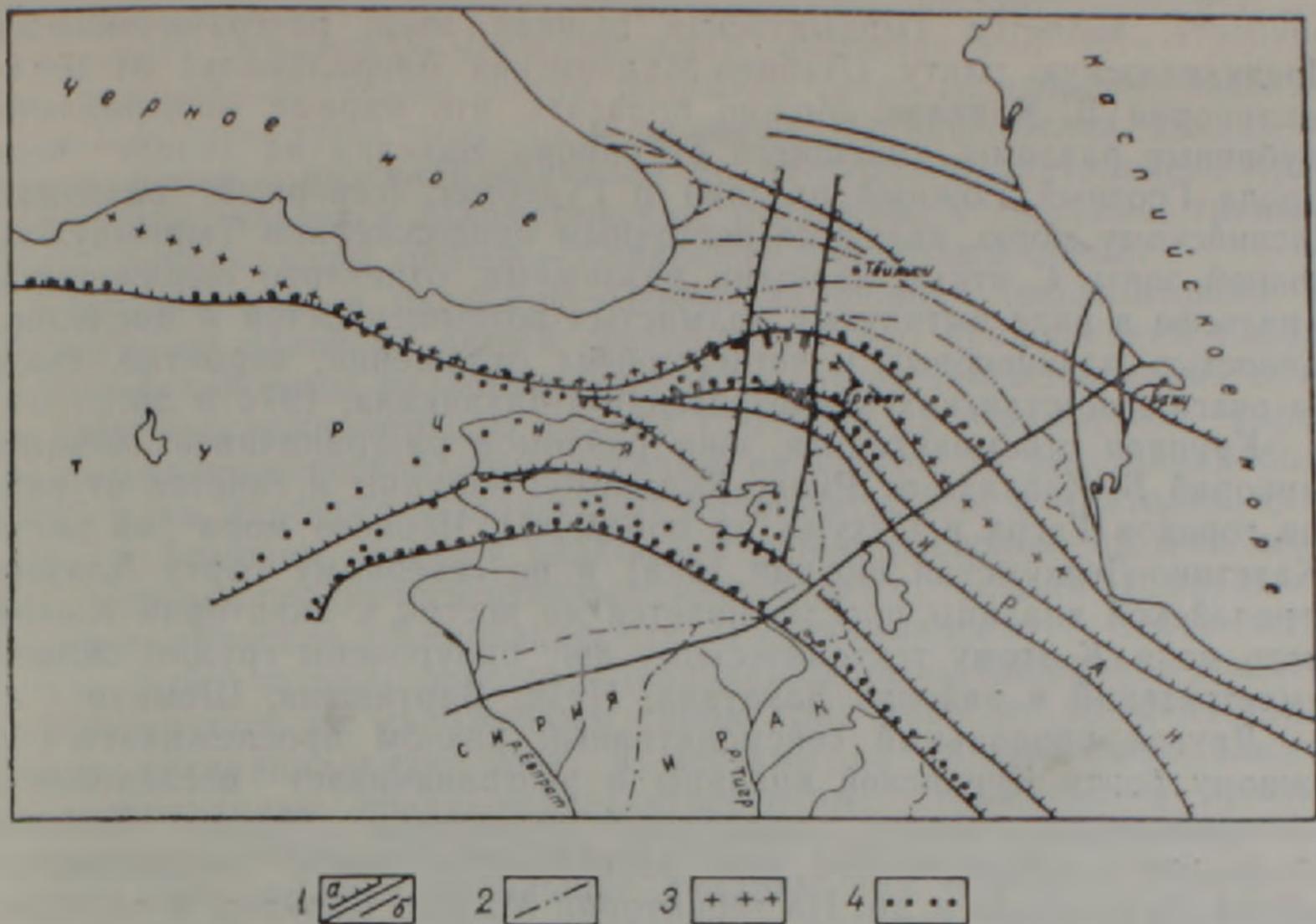


Рис. 2. Схема сейсмогенных разломов Армении и сопредельных частей Кавказа, Анатолии и Ирана. Сейсмогенные разломы, порождающие землетрясения: 1. 8—9 и более баллов—а) первого порядка, б) второго порядка. 2. 7—8 и более баллов. Некоторые важнейшие структурные и историко-геологические элементы: 3. Северная граница Аравийского выступа Гондваны. 4. Альпийские офиолитовые швы-зоны развития офиолитовой ассоциации пород, тектонитов, надвигов, цветного меланжа.

Ниже приводится краткая характеристика выделенных сейсмогенных зон.

Общая амплитуда новейших поднятий Большого Кавказа оценивается 4—5 км, а по некоторым исследователям (А. Л. Цагарели, С. П. Дотдусев) даже больше. Показательно, что максимальное поднятие Б. Кавказа приурочено к наиболее суженной части горного сооружения и к его восточной половине, т. е. к зоне, испытавшей наиболее глубокое погружение в геосинклинальную стадию развития. Современные тектонические движения на Кавказе характеризуются дифференцированностью и контрастностью. При этом наблюдается прямое соответствие между зонами горстовых поднятий и зонами прогибаний в проявлении современных движений. Так, в пределах горного сооружения Б. Кавказа скорость движений составит в среднем  $+12,7$  мм/г, а в Рионо-Куринской впадине—от  $-6,2$  до  $+8$  мм/г.

В соответствии с поперечной асимметрией Кавказа, выраженной, в частности, в амплитудах новейших движений, сейсмоактивность различна в его восточной и западной частях—более активна восточная часть и сравнительно менее активна западная часть. Основными факторами, контролирующими сейсмичность, здесь, как и в других регионах, являются разломы глубокого и длительного развития, тектонические швы, которые обычно разграничивают отдельные тектонические зоны, блоки, и расчленяют последние на блоки второго и третьего порядка.

Подавляющее большинство этих разломов древнего, раннеальпийского ( $J-K_1$ ) заложения и продолжает активно действовать в современную геологическую эпоху и выражено в рельефе. По простиранию эти разломы делятся на две группы: продольные (широтные, северо-западные, т. е. кавказского направления), расчленяющие Кавказ на продольные оротектонические сегменты, и поперечные (близмеридиональные и северо-восточные). Последние более молодые (орогенного этапа) и контролируют орогенный вулканизм.

Одной из крупных продольных разломов, контролирующих сейсмичность, является Тырныузская шовная зона, разграничивающая Предкавказскую плиту (Лабино-Малкинская моноклинали) от мегантиклинория Б. Кавказа. Можно полагать, что парные межзональные глубинные разломы, тянущиеся от района Баксана на западе через города Грозный (южный разлом) и Гудермес (северный разлом) к Каспийскому морю, являются восточным продолжением Тырныузской шовной зоны. С этими парными разломами, отчетливо выраженными в рельефе в виде вытянутых холмистых возвышенностей и дислоцированностью плиоценовых и четвертичных отложений, вероятно, связаны очаги Дагестанских землетрясений (Махачкала, 1974 и др.).

Крупная сейсмоактивная зона разломов разграничивает мегантиклинорий Б. Кавказа от Рионо-Куринской впадины и тянется от районов городов Гагра и Сухуми на побережье Черного моря на восток (Кахетино-Лечхумская шовная зона) и по северному борту Алазано-Агричайской впадины прослеживается на восток к акватории Каспийского моря. К этому тектоническому шву приурочены группы сильных землетрясений в районах Закатала, Нухи, Варташена, Шемахи.

Другой продольный сейсмоактивный разлом прослеживается по южному борту Куринской впадины и разграничивает последнюю от расположенного южнее складчатого комплекса Малого Кавказа. Вдоль этого сейсмического шва расположены очаги землетрясений района Кировабада и др. На территории Малого Кавказа, в частности АрмССР, по геологическим и геофизическим данным, выделяются три продольных (близширотные и северо-западные) сейсмоактивных разлома, вернее зон разломов, шириной в среднем ок. 10—15 км, каждый из которых состоит из ряда разрывных нарушений. Первая из них—это Анкавано-Зангезурская (Ширакско-Зангезурская), тянущаяся от района Ширакского хребта на северо-запад и юго-запад—в Зангезур до р. Аракс, и затем переходит в Иранский Карадаг.

В Зангезуре эта зона выражена двумя главными субпараллельными разломами (типа взбросов)—Хуступ-Гиратахским и Каджаранским (Дебаклинским), между которыми расположен целый ряд разрывных нарушений разного порядка и различной кинематической формы, главным образом типа сбросов, взбросов, сдвигов. Зангезурская зона—это типичная зона шириной в 10—15 км смятия, дробления, катаклаза, динамометаморфизма горных пород, широкого развития сланцеватости, кливажа и будинажа. Эта зона разломов контролирует палеогеновый и неогеновый магматизм и связанную с ним эндогенную минерализацию и разграничивает Кафанский тектонический блок от расположенного западнее Еревано-Ордубадского блока, отличающегося своим геологическим строением и историей геологического развития.

Таким образом, это типичная шовная зона, глубина проникновения которой, по данным станции «Земля», составляет 40—42 км, т. е. она мантийная. Активность ее в современную геологическую эпоху выражается резко расчлененным характером рельефа, прямолинейным расположением горных хребтов, выходами минеральных источников.

На северо-западе Каджаранский разлом прослеживается в районе Памбакского хребта и сочленяется с крупным разломом р. Мармарик. Разлом этот разграничивает Севано-Ширакский поздний мел-палеогеновый синклиний от Цахкуняцкого блок-антиклинория, где выступает докембрийский консолидированный фундамент. Амплитуда вертикального смещения разлома ок. 5 км. Плоскость падения этого разлома, как и других глубинных разломов Армении, по сейсмическим данным, близвертикальная (70—80°), т. е. они представляют сбросы, взбросы, местами крутые надвиги. Хуступ-Гиратахский разлом, вероятно, соединяется на северо-западе с Севанским разломом одноименным офиолитовым швом.

В целом, на наш взгляд, Зангезурская зона разломов на северо-западе сочленяется с Севано-Ширакской офиолитовой зоной. По нашим представлениям, Севано-Ширакский (Севано-Акеринский) син-

клинорий (офиолитовая зона), в широком смысле представляет шовную зону между Армянско-Центрально-Анатолийско-Иранской и Закавказской (Каспийско-Черноморской) микроплитами. Эта шовная зона раздроблена целым рядом разрывов (сбросы, взбросы, надвиги) на мелкие структуры, подзоны и сегменты. На наш взгляд, южная структурная линия, разграничивающая ее от Армяно-Анатолийско-Иранской плиты, является Мармарикским разломом, а северная, граничащая с Закавказской плитой,—Севанской надвиговой зоной.

Вся эта полоса разломов—Севанская шовная (офиолитовая) зона, является одной из ветвей северо-восточного продолжения Северо-Анатолийской зоны разломов—одной из самых сейсмоактивных в мире. Она прослеживается от района г. Измит на Мраморном море и прослеживается несколькими ветвями на восток на расстоянии более 2500 км до Эльбурса и Иранского Копет-дага. Как в Анатолии, так и здесь, в Армении, на этой разломной линии расположена цепь молодых, средне-позднечетвертичных наложенных впадин (Спитакская, Верхнепамбакская, Кироваканская, Гамзачиманская). Сейсмоактивность этой полосы впадин—Ленинакан-Спитак-Кировакан-Дилижан контролируется их наложенным типом (она налегает на мел-палеогеновую антиклинальную зону, а местами на заполняющие впадины дислоцированные средне-верхнечетвертичные отложения и прослаивающие их туфы). По данным турецких геологов, четвертичные отложения, заполняющие небольшие впадины над и вблизи Северо-Анатолийского разлома, дислоцированы, а местами даже наблюдаются явления надвигания и сдвиговые деформации.

Восточным продолжением Северо-Анатолийской зоны разломов на территории АрмССР является Среднеараксинская субширотная зона разломов, состоящая из двух главных разломов—Ереванского и Эчмиадзинского, которые хотя скрыты под четвертичными озерно-речными отложениями, однако тем не менее выражены в рельефе и более четко устанавливаются буровыми и геофизическими (в частности, гравиметрическими) данными.

Тектонический блок между этими двумя разломами горстообразно поднят—докембрийский кристаллический фундамент (Паракар-Енгиджинское погруженное горстообразное поднятие, одноименный гравитационный максимум). Южнее и севернее указанных разломов расположены Араксинский и Ереванский прогибы, выполненные молассовой серией отложений неогена-антропогена, мощностью в 5—6 км. Если учесть, что докембрийский фундамент на Паракар-Енгиджинском поднятии вскрыт на глубине 500—600 м, то можно полагать, что амплитуда поднятия этого блока составит ок. 10 км.

Еще один разлом прослеживается по р. Аракс. Из поперечных, близмеридионального, северо-восточного простирания разломов наиболее крупной и сейсмоактивной является транскавказская зона разломов и поднятий, тянущаяся от главного Кавказского хребта на севере на юг-юго-запад до оз. Ван, где она упирается в Таврическую систему разломов близширотного простирания. Зона эта более активно проявлялась в неотектоническом, орогенном этапе развития и, в частности, в плиоцене и четвертичном периоде, обуславливая мощнейший вулканизм мантийного происхождения—базальт-андезит-дацитовая формация. На Малом Кавказе она выражена двумя крупными разломами, на которые насажены многочисленные центры вулканических извержений и излияний. На северном сегменте этой зоны разломов расположены вулканические массивы Казбек и Эльбрус на Большом Кавказе и, вероятно, трахилипаритовые экстрוזии Ставропольского свода.

Из других поперечных (северо-восточных и близмеридиональных) разрывных сейсмогенных нарушений следует отметить Разданский, Азатский, Казахский (по одноименным рекам), разлом, тянущийся по линии Варденисский вулканический хребет—стратовулканы Арарат-Тондурак-Сипан-Немрут.

Более региональным (надрегиональным) является Пальмиро-Апшеронский линеймент, тянущийся от Апшеронского полуострова на северо-востоке на юго-запад до Сирийского грабена на юго-западе на расстоянии свыше 2000 км.

Таким образом, вся территория Малого Кавказа расчленена разломами диагонально и ортогонально широтного и меридионального простирания и имеет мозаично-блоковое строение. Конечно, не все разломы сейсмоактивны. Контролируют сейсмичность лишь глубинные, поныне живущие разломы, при этом более сейсмоактивны узлы их пересечения.

На территории Армянской ССР наиболее сейсмоактивными являются Араратская котловина и прилегающие районы Анкаван-Зангезурской разломной зоны, районы пересечения субширотных и субмеридиональных разломов Ленинакан-Спитак-Кировакан-Севан, и районы, примыкающие к транскавказской зоне разломов (Гукасян, Амасия, Степанаван). Статистические данные полностью подтверждают это (землетрясения Арарат—1840, 139; Двин—893; Гарни—1679; Ани—1139, 139 гг. и др.; Ленинакан—1926; Спитак—1988; Зангезур—1931, 1968 гг. и др.).

Вопросы сеймотектоники Турции и Ирана освещены в работах И. Штёклина, А. Зиберга, Н. А. Новрузи, М. Берберяна, Р. Бринкмана, Н. Эгерана, Е. Лана, Н. Пинара, П. Амбрасенса, М. Набави и многих других местных и западноевропейских ученых.

В Анатолии выделяются три сейсмоактивные зоны: Западно-Анатолийская меридиональная зона вдоль восточного побережья Средиземного и Эгейского морей, Северо-Анатолийская, которая тянется по линии от г. Измит (на Мраморном море) и через города Эрзинджан, Эрзерум, Кагызван, Араратскую долину до городов Тебриз и Тегеран в Иране на расстоянии более чем 2500 км—одна из самых сейсмоактивных зон в мире. Третья сейсмическая зона прослеживается от района Аданасской долины у Средиземного моря, через районы Малатия, бассейн р. Мурат и гор. Битлис, оз. Ван—до городов Ханадана и Исфахана в Иране.

К ним и приурочены все катастрофические землетрясения (8 и более баллов), происходившие на территории Турции (Эрзинджан, Измир, Киршехир, Ван, Малатия, Гедиз и др.). Анализ сейсмостатистических данных показывает, что здесь, на территории исторической Армении очаги наиболее сильных землетрясений, как и на Кавказе, локализованы в поперечных поднятиях, на участках пересечения продольных и поперечных разломов. Показательно, что если разломы Северо-Анатолийской и Южно-Анатолийской зон (Понтиды, Тавриды) имеют преимущественно взбросо-надвиговый характер, то в Центральной Анатолии (Анатолиды) сейсмогенные разломы в основном представлены в виде сдвигов—Центрально-Анатолийско-Ванский правосторонний сдвиг, Бингёльский левосторонний сдвиг.

В Иране наиболее сейсмоактивные зоны расположены вдоль южных подножий Альбурза и Копетдага (взбросы и надвиги), Загросской надвиговой зоны и по восточным и западным швам Лутского массива на востоке страны.

Спитакское землетрясение 1988 года не было для нас неожиданностью, ибо этот участок Ленинакан-Спитак всегда считался одним из самых сейсмически активных на Кавказе, о чем свидетельствуют помимо сеймотектонических данных, также статистические. Однако, признаться, никто из нас не мог предположить, что сила сотрясений здесь может достигнуть 10 баллов. Ну что же, ведь не все «секреты» природы раскрыты. Несомненно, оно связано с активизацией Северо-Анатолийско-Севанской зоны разломов и частично спровоцированной этими оживлениями Транскавказской сейсмоактивной зоны на участке их пересечения. Об этом могут свидетельствовать афтершоки в районе райцентра Гукасян и недавно имевшие место землетрясения в южной Грузии.

Источником энергии Спитакского землетрясения, по-видимому, послужило столкновение литосферных микроплит Армянско-Центрально-Анатолийско-Иранской и Рионо-Куринской при движении первой к северу и пододвиганию ее под вторую. Шовную зону между ними—Севано-Ширакскую, таким образом, можно считать энергогенерирующей и одновременно путем высвобождения этой энергии.

Спитакское землетрясение заставляет нас—геологов, геофизиков, сейсмологов, пересмотреть наши представления о глубинном строении данного региона, в частности, карты сейсмического районирования и микрорайонирования.

Необходимо также пересмотреть существующие нормативы сейсмостойкого строительства с учетом последствий Спитакского землетрясения. Низкое качество стройматериалов, строительных работ, нарушение строительных норм приводят к тяжелейшим последствиям при сейсмических толчках, и по существу в ряде случаев приравнивают к нулю все научно-обоснованные предложения по антисейсмическому строительству. Примером может служить в данном случае землетрясение в Спитаке, Ленинакане, Кировакане. Иначе трудно объяснить тот факт, что все высотные здания, построенные в Ленинакане за последние годы, были разрушены, а старые одно-двухэтажные, построенные без всяких строительных норм, но добросовестно, пострадали меньше или вовсе не пострадали.

В заключение хочу еще раз подчеркнуть, что вся территория Армянского нагорья, как Советская Армения, так и Западная, сейсмоактивна, поэтому избежать землетрясения мы не можем.

Следовательно, задача наших научных и строительных организаций—разработка новых, для условий Армении, нормативов сейсмостойкого строительства, повысить качество строительных материалов и осуществлять строительные работы по строго установленным порядкам. Очень важна также бережная эксплуатация сооружений. По-видимому, есть необходимость для контроля над указанными мероприятиями создать специальную службу. Если наука еще не в состоянии прогнозировать время (дни, часы) наступающих бедствий, то мы в состоянии с достаточной точностью прогнозировать место и силу землетрясения и вести строительные работы соответственно этим показателям, что в значительной степени уменьшит материальный ущерб и сократит число человеческих жертв.

Академия наук  
Армянской ССР

Поступила 8.IV.1989

## Ա. Հ. ԳԱՐՐԻԵԼՅԱՆ

### ՀԱՅԿԱԿԱՆ ԼԵՌՆԱՇԵԽԱՐՀԻ ՈՒ ՀԱՐԱԿԻՅ ՇՐՋԱՆՆԵՐԻ ՍԵՅՍԱՄԱՏԵԿՏՈՆԵԿԱ

#### Ա մ փ ո փ ու մ

1. Գլխավոր երկրաբանական պրոցեսները մեկնաբանելիս մեզ համարելիակետային տեսական հիմք է համարվում «բարախման» վարկածը: Մեր կարծիքով, երկրագնդի բարախման (ընդարձակման և կծկման) հետևանքով է տեղի ունենում քարոլորտի սալերի և միկրոսալերի միմյանցից հեռացումն ու նրանց մոտեցումը, ինչը և վերահսկում է կարևորագույն երկրաբանական պրոցեսները՝ երկրակեղևի ճկում և գեոսինկլինալային գոտիների կազմավորում, նստվածքակուտակում, ծալքավորություն, բարձրացում, մետամորֆիզմ, մագմատիզմ, հրաբխականություն, սեյսմաակտիվություն:

2. Միջերկրածովային օրոգեն գոտու Հայաստան-Անատոլիա-Իրանական սեյզմոնոր և նրա բաղկացուցիչ մասը կազմող Հայկական լեռնաշխարհը օրի-

դոցենից սկսած տարրերակալում բնույթի ուժգին բարձրացում է ապրում՝ լեռնակազմութուն, օրոգեն կալիումական գրանիտների ներդրում, վաղ և ուշ մոլասային՝ օրոգեն մոլասային ֆորմացիաների կուտակում, հրաբխականութուն, սեյսմաակտիվութուն: Ընդհանուր բարձրացման միջին լայնույթը Հայկական լեռնաշխարհում 3,5 կմ է, Մեծ Կովկասում՝ 4—5 կմ և ավելի, սարմատից հետո ընկած ժամանակահատվածում այդ բարձրացումը կազմում է մոտ 2 կմ, իսկ շորրորդականում՝ 1—1,5 կմ: Որոգենների պատճառը, մեր կարծիքով, երկրակեղևի կծկումն է՝ որպես հետևանք երկրագնդի սեղմման: Այդ պրոցեսն առաջ է բերում նվրասիայի և Գոնդվանայի սալերի ու միկրոսալերի հանդիպական շարժում, մերձեցում, ինչը և պատճառ է հանդիսանում նրանց շփման զոնայում ձևափոխումների ու մեկը մյուսի տակ տեղաշարժման: Լեռն-Կուրի կոշտ զանգվածի տեղաշարժը դեպի հյուսիս կատարվում է Մեծ Կովկասի կարածայրի (դյուրաշարժ զոնայի) միջոցով: Արարական սալի շարժվելը դեպի հյուսիս-արևելք առաջ է բերում Տավրոս-Ջազրոսյան դյուրաշարժ գեոսինկլինալային զոնայի ծալքավորումը, վրաշարժերի ու շարժանների առաջացումը:

Այդ շարժումների արձագանքները միկրոսալերում ու կոշտ զանգվածներում արտահայտվում են մոլասային ֆորմացիաների բեկորային ծալքավորմամբ: Հայաստան-Անատոլիա-Իրանական սալի տեղաշարժը դեպի հյուսիս կատարվում է Հյուսիս-Անատոլիական-Սևանի դյուրաշարժ զոնայով (համանման կարով): Բազմաթիվ ուժեղ երկրաշարժերի էպիկենտրոնները գտնվում են այդ կարերի վրա:

3. Օրոգեն փուլի սկզբում (օլիգոցենում) Արարական սալը պոկվում է Գոնդվանայից և տեղաշարժվում դեպի հյուսիս-արևելք, իսկ պոկման տեղում սկսվում է կազմավորվել Կարմիր ծով-Սիրիական ուֆտը:

4. Վերը նշված սալերի հանդիպական շարժումը և նրանց հպվելը բարձրացման պատճառ է հանդիսանում Ստավրոպոլյան բեկոր-Մեծ Կովկաս-Փոքր Կովկաս-Վանա լիճ միջօրեականի ուղղությամբ, որն ուղեկցվում է գերձրգմամբ, խորը՝ մինչև երկրի պատյանը թափանցող բեկվածքների առաջացմամբ, ուժգին հրաբխականությամբ, բարձրացման, խորքային բեկվածքների և հրաբխականության, սեյսմաակտիվ Տրանսկովկասյան զոնայի առաջացմամբ:

5. 1988 թ. Սպիտակի երկրաշարժը Հյուսիս-Անատոլիական-Սևանի և Տրանսկովկասյան բեկվածքների հաստման մասում տեկտոնական շարժումների աշխուժացման արդյունք է: Շարժման էներգիայի աղբյուրը, հավանաբար, հանդիսանում է այն ջերմային էներգիան, որն անջատվում է քարոյորտի սալերի և միկրոսալերի մերձեցման ու շփման հետևանքով: Այսպիսով, այդ սալերի կարերը, հպման գոնաները՝ բեկվածքները, համարվում են և էներգիայի կուտակման վայրեր և միաժամանակ ազատման ուղիներ (երկրաշարժեր):

6. ՀԽՍՀ տարածքում առավել սեյսմաակտիվ են Արարատյան իջվածքն ու նրան հարակից շրջանները, Հանքավան-Ջանգեզուրի բեկվածքային զոնան, Լեռնինական—Սպիտակ—Սևանի ավազան հատվածը, Տրանսկովկասյան բեկվածքային զոնան, որոնցում պատմական անցյալում բազմիցս տեղի են ունեցել 9 և ավելի բարձր բալայնություն կործանարար երկրաշարժեր (Արարատ՝ 1840, Դառնի՝ 1679, Դվին՝ 893, Անի՝ 1139 և այլն): Արարատ լեռան հյուսիս-արևմտյան լանջի խոր ճեղքվածքը՝ վիհը, առաջացել է 139 թ. մեծ երկրաշարժի ժամանակ, որն առնվազն 10 բալ ուժգնություն է ունեցել: Մեծ Կովկասում ուժեղ երկրաշարժերի օջախները հարում են Մեծ ու Փոքր Կովկասների ու նրանց բաժանող Լեռն-Կասպիական սալի (միջադիր դանգված) կցվածքներին: Անատոլիայում առավել սեյսմաակտիվ են Հյուսիս-Անատո-

իրական (8,1 մագնիտուդայով), Կենտրոնական Անատոլիա—Վանի (աջ տեղաշարժ), Բինգյուլի (ձախ տեղաշարժ), Հարավ—Անատոլիական—Սիրիական կարմիր ծովի ռիֆտային զոնայի Նյուսիս-արևմտյան շարունակության բեկվածքները: Իրանում առավել սեյսմաակտիվ են Ալբուրդ և Կուպետղաղ բարձրալեռները և Ջազրոսի Իրանական սալի կցվածքները, ինչպես նաև Լուրի գանգվածի արևմտյան և արևելյան սահմանային կարերը:

A. H. GABRIELIAN

## THE SEISMOTECTONICS OF THE ARMENIAN HIGHLAND AND ADJACENT REGIONS

### Abstract

The general characteristic of the Armenian highland and adjacent regions of the Caucasus, Anatolia and Iran recent tectonics and seismicity is brought.

The most seismoactive structures i. e. seismogenetic fractures are distinguished, the earthquakes prediction subsequent investigation problems are outlined, the importance of antiseismic building is emphasized.

Известия АН АрмССР, Науки о Земле, 1989, XLII, № 4, 29—35

УДК 550.348.436(479.25)

С. Н. НАЗАРЕТЯН

## РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ ПРОГНОЗ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ 1988 г.

Сделана попытка путем анализа существующего материала оценить возможность прогнозирования места, силы и времени возникновения Спитакского землетрясения ретроспективно. Указываются причины неточной оценки сейсмической опасности эпицентральной зоны землетрясения. Поднимаются некоторые актуальные задачи, от решения которых во многом зависит надежность общего сейсмического районирования территории Армении и долгосрочного сейсмопрогноза.

Спитакское землетрясение 7 декабря 1988 г. в определенной степени явилось неожиданностью для специалистов. Имеются в виду все три основных параметра землетрясения: место, сила и время возникновения. Никто из специалистов не предполагал, что в Спитаке (и не только в Спитаке) возможно землетрясение интенсивностью 10 баллов (по карте сейсмического районирования 1978 г. опасность оценивалась 7 баллами). Поэтому имеет смысл еще раз проанализировать имеющиеся данные по разломной тектонике и сейсмичности района с учетом новых данных, чтобы ответить на вопрос: возможно ли было прогнозировать эти параметры землетрясения?

*Место возникновения.* Землетрясение приурочено к зоне пересечения трех разломов разного простирания (рис. 1), т. е. к сложному дизъюнктивному узлу. На основе комплекса геофизических методов были установлены диагональные разломы, а что касается широтного разлома, то его наличие в этом районе нами не предполагалось [9]. Вкратце рассмотрим эти разломы. Образованный на земной поверхности во время землетрясения разлом (взбросо-сдвиг), длиной минимум 10 км, почти совпадает с осью северо-западного ответвления Ле-