ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԳԻՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԱԿԱԴԵՄԻԱՅԻ ԶԵԿՈՒՅՑՆԵՐ
ДОКЛАДЫ АКАДЕМИИ НАУК АРМЯНСКОЙ ССР
LXXXIV 1987 3

УДК 550.34+551.24

СЕЙСМОТЕКТОНИКА

А. А. Киракосян, С. Н. Назаретян

Определение возможных направлений сейсмической активизации разломов территории Армянской ССР на основе региональных напряжений

(Представлено чл.-корр. АН Армянской ССР Г. И. Тер-Степаняном 3/VII 1986)

Как показывают современные геолого-геофизические исследования [1–3], земная кора территории Армении сильно расчленена на блоки глубинными разломами разных направлений. При такой густой сети разломов очень трудно определить приуроченность землетрясений к конкретным разломам, так как точность определения координат эпицентров и гипоцентров современных слабых и исторических сильных землетрясений низка.

Получается, что по мере накопления материалов о глубинном строении коры и сейсмичности решение вопроса о сейсмоактивности разломов обычным путем становится затруднительным. Поэтому разрабатываются другие методы решения этой задачи, например, путем изучения активности разломов геодезическими методами. Однако они очень дорогостоящие и, кроме того, не всегда ясна связь между тектонической и сейсмической активностью разломов, так как кроме активности в проявлении сейсмичности очень важную роль играют параметры разломов (глубина, длина, ширина, угол наклона зоны и др.), от которых зависит возможная величина накопления напряжений, следовательно, и сила землетрясений. При современном уровне знаний наиболее эффективным и сравнительно достоверным путем установления сейсмоактивности разломов все-таки остается изучение приуроченности землетрясений к зонам разломов. Однако для сопоставления карт землетрясений и разломов необходимо предварительно определить, которые из них активны. С целью выделения вероятных активных разломов нами использованы данные о региональных напряжениях в верхних частях земной коры, зарождающие сильные и относительно сильные землетрясения.

Существуют разные способы определения полей напряжений в земной коре. Одним из наиболее надежных и легких методов является сейсмологический, когда определяются параметры механизма очагов землетрясений. Для восстановления общей картины полей напряжений нужны наиболее надежно определенные параметры механизма очагов, распределенных на всей территории равномерно. Однако практика показывает, что нахождение таких районов очень трудно из-за неравномерного распределения сейсмических станций и самой

сейсмичности. Кроме того землетрясения происходят на определенной глубине, в так называемом сейсмогенном слое, поэтому исходя из толщины этого слоя становится возможным определение полей напряжений только для этих глубин. Известно также, что землетрясения разной магнитуды являются следствием разрядки напряжений разной категории. Так, сильные землетрясения могут возникнуть вследствие региональных напряжений, а слабые—локальных. Параметры региональных тектонических напряжений по сравнению с локальными во времени более стабильны, следовательно в конкретном районе параметры сильных землетрясений должны быть в первом приближении одинаковыми, а слабых—изменчивыми.

Сильные и относительно сильные землетрясения на территории Армянской ССР в основном имеют глубину очага 15—20 км ([4]); исходя из этих данных, можно судить о полях региональных напряжений, действующих в верхних частях земной коры территории республики.

Для определения главных направлений сжатия и растяжения, а также образованных при землетрясениях вероятных разрывов нами использованы литературные данные параметров механизма очагов 165 землетрясений за период 1953—1978 гг. ([5-8]), определенных по известной методике А. В. Введенской ([3]). 60% этих землетрясений являются сравнительно сильными с $M \geqslant 4$ и распределены на территории республики неравномерно. Из 165 землетрясений 50 происходили на Джавахетском нагорье. Имеются районы, где отсутствуют сильные землетрясения, для которых были бы определены или возможно было бы определять параметры механизма очагов (центральная часть республики). Для таких районов использованы параметры слабых землетрясений ([6]). Из-за трудности оценки надежности использованных литературных данных принято, что параметры определены достоверно. Отметим только, что параметры механизма очагов были определены по единой методике, согласно которой исходными данными являются знаки первых вступлений продольных волн. Так как мы имеем дело с относительно сильными землетрясениями, знаки первых вступлений волн являются достаточно четкими. Учитывая также распределение землетрясений на территории (рис. 2 и 3), можно эти данные положить в основу определения направлений главных региональных напряжений.

При проведении статистического анализа осей сжатия (рис 1, *а*) заметно, что их подавляющее большинство направлено в субмеридиональном направлении. Сказанное более наглядно отражается на розе-диаграмме рспределения направлений осей сжатия (рис. 1, *б*). Замегно также, что данные по Джавахетскому нагорью не имеют существенного влияния на общую картину распределения направлений осей сжатия.

На основе исходного материала выделены конкретные районы земной коры исследуемой территории, в которых направление осей сжатия происходящих землетрясений приблизительно одинаково, т. е. выделены районы, в которых доминируют определенные направления сжатия. Так, например, в очагах землетрясений района северо-восточнее г. Арарат, района г. Еревана, Камо, Дилижана, а также севернее

г. Ленинакана поле сжатия имеет близмеридиональное направление (рис. 1, *а*). Широтное направление сжатия наблюдается в очагах землетрясений Талинского района и Севанских гор. Северо-восточное направление сжатия наблюдается в очагах степанаванских и зангезурских землетрясений, а северо-западное—южнее и юго-западнее г. Арарат и др.

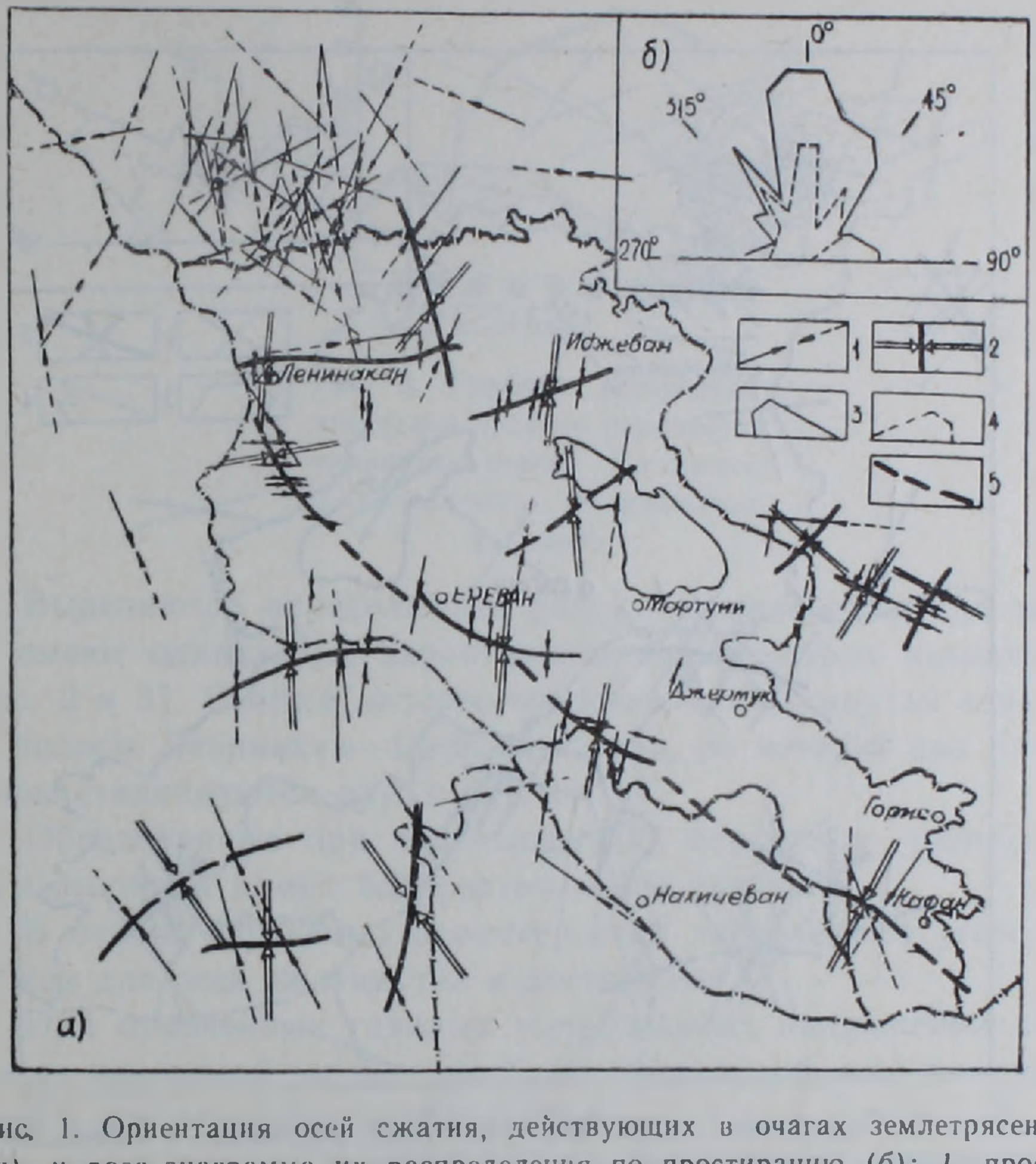

Рис. 1. Ориентация осей сжатия, действующих в очагах землетрясений (*а*), и роза-диаграмма их распределения по простиранию (*б*): *1*—проекция осей сжатия; *2*—преобладающие направления сжатия в конкретных районах; *3*—диаграмма распределения направления сжатия всех землетрясений; *4*—диаграмма распределения направления сжатия без землетрясений Джавахетского нагорья, *5*—предполагаемые зоны сжатия

Важно отметить, что векторы сжатия по отношению к горизонту в основном составляют угол величиной 0—50° (рис. 3), т. е. преобладает близгоризонтальное направление осей сжатия.

Анализ осей напряжения растяжения показывает, что в верхних частях коры преобладает субширотная ориентировка векторов растяжения.

По отношению к горизонту они в основном составляют угол величиной 0—15 и 30—50°, т. е. имеют преобладающее близгоризонтальное направление (рис. 3).

Известно, что в очаге землетрясения протекает процесс разрушения среды, возникающий в результате ее деформирования, следовательно в очагах возникают разрывы. Согласно методике определения параметров очага существуют две вероятные плоскости разрыва. Ко-

торый из них соответствует действительности, обычно определяют с помощью дополнительных геологических и сейсмологических (особенно по пространственной миграции афтершоков) сведений. Однако миграция афтершоков интересующих нас землетрясений в основном не изучена, а геологическая ситуация в очагах землетрясений часто неизвестна, поэтому сказать, какой разрыв из двух вероятных явля-

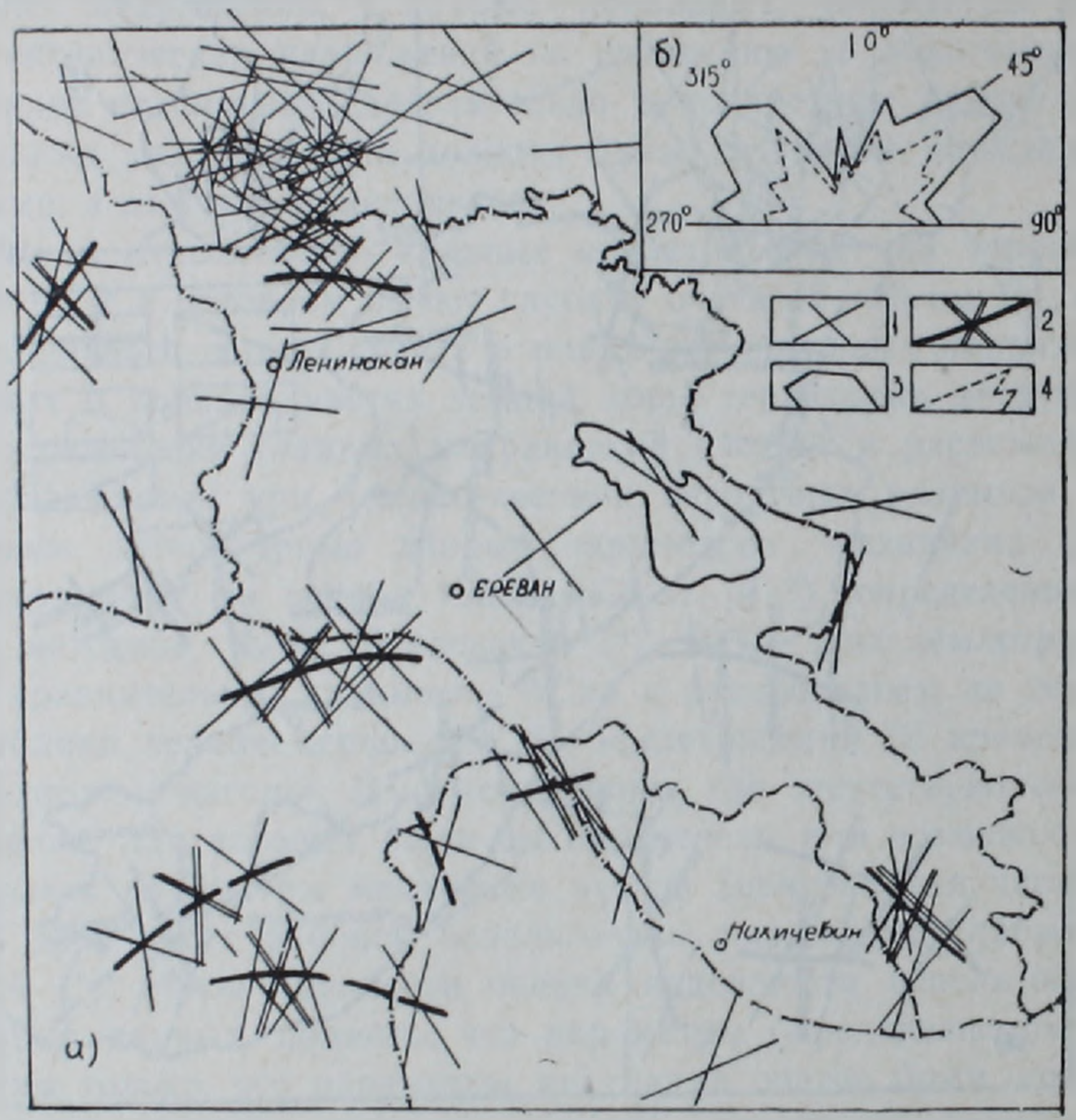

Рис. 2. Ориентация вероятных плоскостей разрывов: *1*—проекция разрывов; *2*—преобладающее направление в конкретных районах; *3*—диаграмма распределения направлений разрывов для всех землетрясений; *4*—диаграмма распределения направлений разрывов без землетрясений Джавахетского нагорья

ется действительным, в настоящее время очень трудно, и мы вынуждены для статистического анализа использовать оба разрыва.

Карта распределения плоскостей разрывов по сравнению с картой направлений напряжений имеет относительно сложный характер (рис. 2, *а*). Но все же по розе-диаграмме (рис. 2, *б*) выделяются северо-восточное и северо-западное преобладающие направления расположения плоскостей разрывов. Среди них преобладают разрывы с близвертикальным падением плоскости сместителя (рис. 3).

На всей территории республики можно выделить лишь одно протяженное направление (Ленинакан—Ереван—Кафан), вдоль всей протяженности которого с обеих сторон действуют сжимающие силы (рис. 1). Этому направлению соответствует региональная зона больших градиентов гравитационного поля.

Исходя из изложенного можно сделать ряд общих выводов:

1. Действующие региональные напряжения сжатия в верхних частях земной коры территории республики имеют преобладающее близмеридианальное направление, а растяжения—близширотное.

2. Образованные вероятные разрывы имеют преобладающее северо-западное или северо-восточное направление.

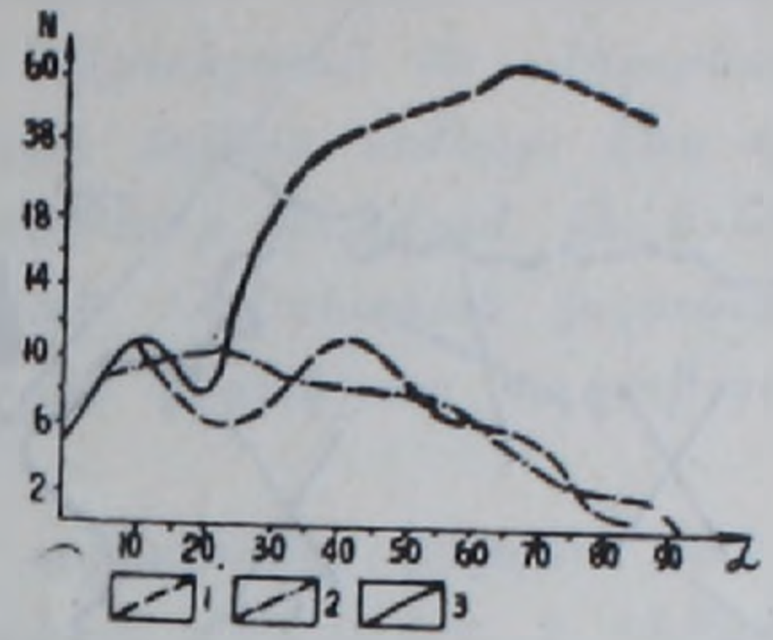

Рис. 3. Графики распределения углов падения параметров механизма очагов: *1*—сжатия; *2*—растяжения; *3*—вероятных разрывов

3. Выделяются определенные районы земной коры, где землетрясения имеют одинаковые характеристики параметров механизма очага (рис. 2 и 3). Особый интерес представляет вытянутая зона сжатия вдоль полосы Ленинакан—Ереван—Кафан, по которой два блока земной коры сталкиваются друг с другом.

4. Образованные при землетрясениях вероятные плоскости разрывов в основном имеют близвертикальное падение.

5. В очагах изучаемых землетрясений преобладают углы падения 0—50° как для осей сжатия, так и растяжения.

6. При отмеченных главных направлениях напряжений движение блоков на изучаемой территории будет происходить как в горизонтальном, так и вертикальном направлениях.

Мы рассмотрели распределение параметров механизма очагов землетрясений за 1953—1978 гг. Изучение полей напряжений и разрывов в очагах для такого короткого периода времени может дать искаженную картину региональных полей тектонических напряжений в верхней половине земной коры. Однако, так как не имеется подробных данных относительно большого промежутка времени, мы вынуждены опереться на наличествующий материал и сделать ряд предварительных выводов, которые можно использовать в решении вопросов сейсмотектоники.

Теоретическим путем рассчитано, что плоскости вероятных разрывов располагаются под углом 45° по обе стороны от максимального сжимающего напряжения ([10]). Однако эксперименты Хаберта и Биллингса на образцах горных пород показали, что угол между направлением сжимающего усилия и трещинами скалывания составляет приблизительно 30°, что применимо как для нормальных сбросов и надвигов, так и сдвигов ([11, 12]).

На основе результатов изучения главных напряжений и указанных закономерностей определяется, что в настоящее время на терри-

тории Армянской ССР и сопредельных районов активизируются разломы северо-восточного и северо-западного простирания, менее активными будут широтные и меридиональные разломы.

На рис. 4 представлены вероятные направления активизации

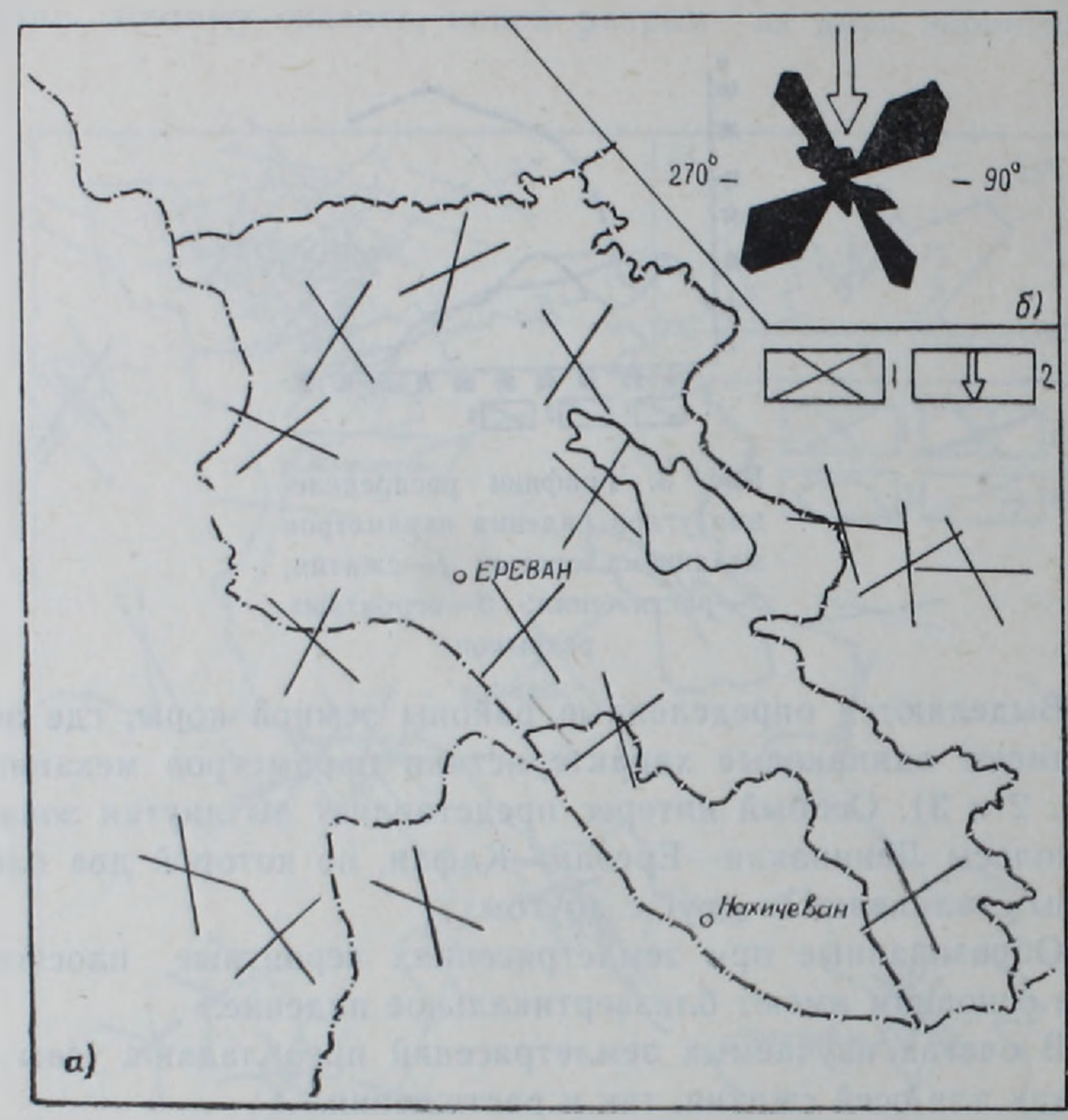

Рис. 4. Схема вероятных направлений сейсмически активных разломов в отдельных районах (*а*) и диаграмма вероятных направлений активизации при региональном сжатии меридионального простирания (*б*): *1*—направления активных разломов; *2*—направление региональных напряжений сжатия

крупных разломов. Представленную схему надо рассмотреть как предварительную, нуждающуюся в уточнении и дополнении за счет новых определений параметров механизма очага, а также других методов, позволяющих определить поля напряжений.

Таким образом, предполагается, что в настоящее время на территории Армении наиболее сейсмоактивными должны быть разломы северо-восточного и северо-западного простирания.

Такой вывод, каким бы неожиданным он ни был, согласуется с некоторыми литературными данными. Например, многие специалисты сейсмичность территории республики связывают с общекавказскими и антикавказскими (северо-восточными) разломами ([2,3,13]). Глубинные сейсмогенные дислокации Кавказа также имеют северо-восточную и северо-западную направленность ([14]) и пр.

Институт геофизики и инженерной
сейсмологии Академии наук Армянской ССР

Հայկական ՍՍՀ տարածքի բեկվածքների սեյսմիկական ակտիվացման հնարավոր ուղղությունների որոշումը ռեգիոնալ լարումների հիման վրա

Համեմատաբար ուժեղ երկրաշարժերի օջախների մեխանիզմի տվյալների վերլուծությունից պարզվում է, որ Հայկական ՍՍՀ տարածքի երկրակեղևի վերին շերտերում գերակշռում են միջօրեականի ուղղության սեղմման և լայնակի ուղղության ձգման ուժերը։ Ընդ որում, այդ ուժերը, հիմնականում հորիզոնի նկատմամբ կազմում են 0-50° անկյուն։ Երկրաշարժերի ժամանակ առաջացած հավանական խզումները ունեն հյուսիս-արևմտյան և հյուսիս-արևելյան գերակշռող ուղղություն և ուղղահայացին մոտ անկում։

Օգտագործելով այս տվյալները, ինչպես նաև տեսական հետազոտությունների որոշ արդյունքներ, հնարավոր է ենթադրել, թե գոյություն ունեցող տարբեր ուղղությունների բեկվածքներից այժմ որոնք են ակտիվ։ Պարզվում է, որ սեյսմիկ ակտիվության ամենահավանական ուղղություններն են հյուսիս-արևելյանը և հյուսիս-արևմտյանը։ Որոշված են նաև այդ ուղղությունները ՀՍՍՀ տարածքի տարբեր շրջաններում։

ЛИТЕРАТУРА — ԳՐԱԿԱՆՈՒԹՅՈՒՆ

[1] *А. Т. Асланян*, История тектонического развития Тавро-Кавказской области, Изд. АН АрмССР, Ереван, 1984. [2] *С. Н. Назаретян*, Глубинные разломы территории Армянской ССР (по геофизическим данным) Изд. АН АрмССР, Ереван, 1984. [3] *А. А. Габриелян, О. А. Саркисян, Г. П. Симонян*, Сейсмотектоника Армянской ССР. Изд. ЕГУ, Ереван, 1981. [4] Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР. Наука, М., 1977. [5] *Б. К. Карапетян, Н. К. Карапетян*, Предпосылки прогнозирования землетрясений и сейсмостойкое строительство в Армянской ССР. Ереван, Айастан, 1981. [6] *Г. В. Егоркина, Г. В. Краснопевцева, Ю. К. Щукин*, Физические процессы в очагах землетрясений, Наука, М., 1980. [7] *О. Д. Гоцадзе*, Изв. АН СССР. Сер. геоф., № 3, 1957. [8] *Д. И. Сихарулидзе, Н. П. Тутберидзе* и др., Строение, напряженно-деформированное состояние и условия сейсмичности литосферы Малого Кавказа, Мецниереба, Тбилиси, 1983. [9] *Л. М. Балакина, А. В. Введенская, Н. В. Голубева* и др., Поле напряжений Земли и механизм очагов землетрясений, М., Наука, 1972. [10] *Дж. Д. Муди, М. Дж. Хилл*, Вопросы современной зарубежной тектоники, ИЛ, М., 1960. [11] *M. K. Hubbert*. Ceo'. Soc. Am Bull. v. 62 (1951). [12] *M. P. Billings*. Structural geology. N. Y. Prentice--Hall, 1954. [13] *С. П. Пирузян*, Опыт детального сейсмического районирования территории Большого Ереванского района. Айастан, Ереван, 1969. [14] *Ю. К Щукин*, в кн.: Разломы земной коры. Наука, М., 1977.