

А. В. ВАРДАНЯН, П. Л. МУРАДЯН, М. А. САТИАН

## О ТЕКТОНИЧЕСКОМ СТРОЕНИИ И РАЙОНИРОВАНИИ ОБЛАСТИ СПИТАКСКОГО ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

В области Спитакского землетрясения обсуждены особенности строения зоны глубинного смятия (Базумо-Ширакской) и ее сочленения с сопредельными тектоническими зонами, приуроченность к зоне смятия эпицентра землетрясения и эпицентров афтершоков. Обсуждены геоморфологические признаки блоковой тектоники и значение зоны смятия, поперечных разломов в целях сейсмотектонического районирования.

Среди катастрофических землетрясений Армянского нагорья [8, 7] Спитакское землетрясение 7 декабря 1988 г. принадлежит к числу сильнейших (магнитуда 7, интенсивность до 10,5 баллов). Изучение геологического строения этой области представляет важную часть программы изучения предпосылок и геологических последствий землетрясения.

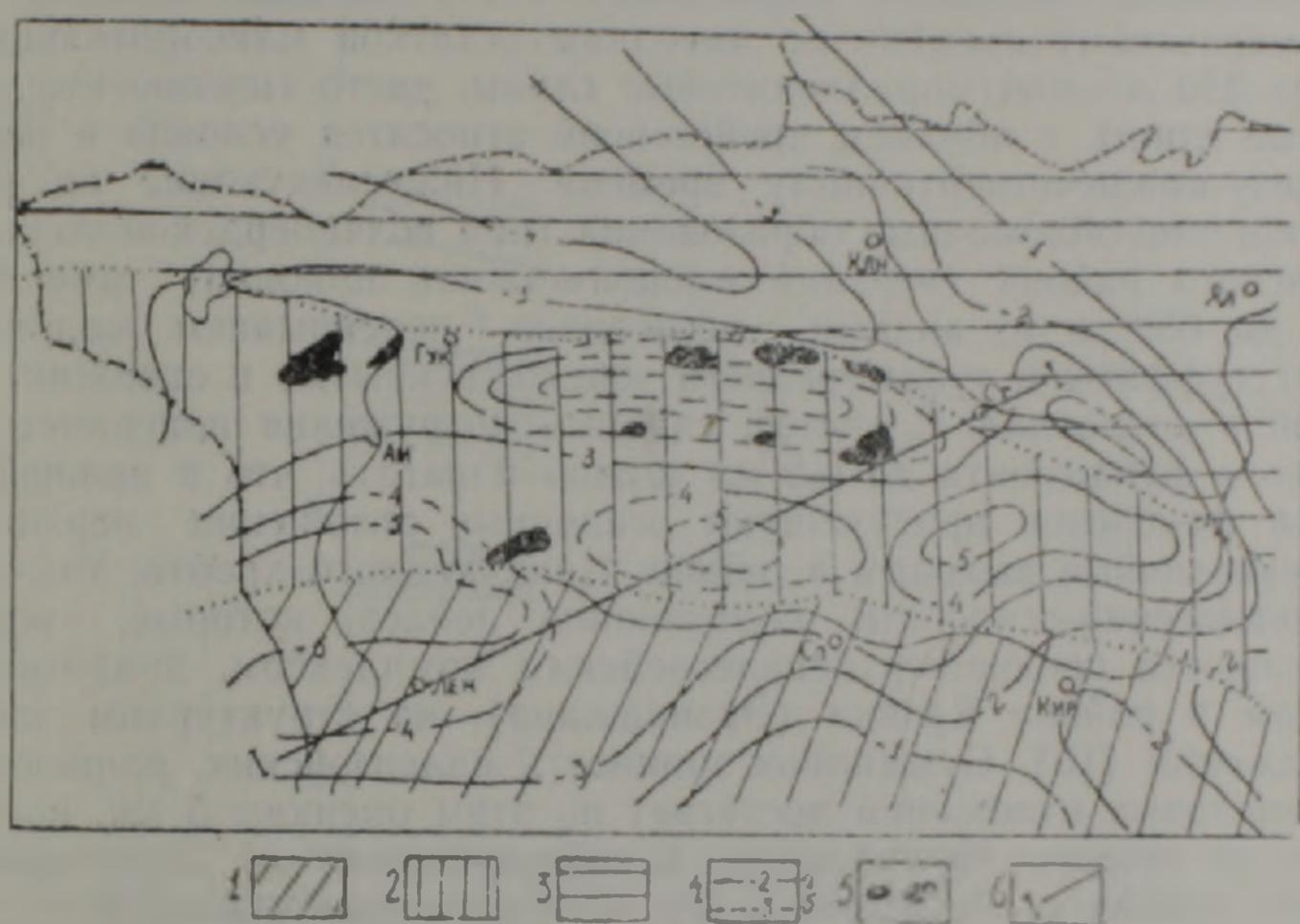


Рис. 1. Схема тектонической зональности и строения области Спитакского землетрясения.

1. Анкаван-Мегринский срединный массив. 2. Ерзика-Севанский офиолитовый синтаксис (Базумо-Ширакская зона смятия). 3. Сомхето-Карабахская зона. 4. Изогипсы поверхности метаморфического фундамента. 5. Выходы гипербазитов. 6. Линия структурного профиля.

В современной гетерогенной структуре области обособляются следующие тектонические сооружения I порядка (рис. 1): 1) Северная периферия Анкаван-Мегринского среднего массива; 2) Зона Ерзика (Эрзинджан)—Севанского офиолитового синтаксиса, состоящая из офиолитовых зон—Амасийско-Севанской на севере и Ширако-Зангезурской—на юге и промежуточных между ними блоков деградировавшей коры континентального типа [3]; 3) Сомхето-Карабахская зона—ее южный край, бронированный на западе плиоцен—четвертичным вулканическим комплексом.

В пределах каждой структуры выделяются тектонические блоки мелкого порядка, которые должны быть учтены при крупномасштабном сейсмотектоническом районировании.

Данные геокартирования и специализированных тектонических, литологических и геоморфологических исследований, с вовлечением в

обсуждение результатов геофизического изучения строения коры, обобщены в виде скважинных профилей, проходящих с юго-запада на северо-восток по линии р. Ахурян—г. Ленинакан—с. Лусахпюр—г. Степанаван—с. Агви (рис. 2).

Геоморфологический профиль (А) дает представление о связи морфоструктур различного порядка с современным рельефом, а также о закономерностях их взаимосвязи в пространстве. Четко вырисовываются котловины, наложенные эрозионные амфитеатры, купола, горстовые и брахисводовые поднятия. На профиле (Б) показан структурный уровень или положение зеркала складчатости, некая условная поверхность по важнейшей стратиграфической границе (в данном случае— подошва верхнего сенона), которая характеризует гипсометрическое положение определенного типа складок [4, 14]. Учитывая положение структурного уровня, на профиле Б выделены пять ступеней. В ступени 1 структурный уровень опущен от нулевой линии на 1,5—2 до 3 км и соответствует Ленинаканскому (Ширакскому) прогибу. Здесь наиболее верхняя, изученная часть разреза складается верхнеплиоцен-четвертичным аллювиально-озерным комплексом мощностью до 400 м. Верхние 50 м—галечники, пески с прослоями и гнездами глин, а также горизонтом спекшихся туфов относятся к миндель-рисскому, отчасти миндельскому времени по находкам остатков млекопитающих [2], нижние 350 м—монтмориллонитовые глины, часто гипсоносные, диатомитовые глины, с обилием дрейссеней относятся условно к верхнему плиоцену-нижнечетвертичному времени. Нижеследующие по разрезу вулканогенно-обломочные образования типа вохчабердской толщи приереванского района (верхний миоцен-нижний плиоцен) имеют мощность до 650 м и, видимо, несогласно перекрывают маломощные (250 м) туффиты и туфы среднего эоцена, вскрытые в скважине, заложеной в котловине. С учетом глубины погружения поверхности байкальского фундамента до 6,5 км можно полагать, что в нижней части разреза фанерозоя присутствуют осадочные отложения верхнего мела—аналогичные выходам в районе Цахкуняцкого хребта, так же как и вулканогенно-осадочные образования лейаса, которые, вероятно, подстилаются средне-верхнепалеозойским комплексом, аналогичные их выходам в районе Ерзнка (Эрзинджана), на структурном западном продолжении [15]. Суммарная мощность палеозойских, раннеюрских и верхнемеловых отложений достигает по этим оценкам 5 км, восполняя разрез до кровли фундамента. К северо-востоку от Ленинаканского прогиба, между с. Лусахпюр и гор. Степанаваном наблюдается резкое воздымание структурного уровня—ступени 2—4. Ступень 2 представляет собой Лусахпюрскую брахиантиклиналь, ступень 3 соответствует Западно-Памбакской синклинали, а ступень 4—Базумскому горст-антиклинорию. Выделенные 2 и 3 ступени сложены палеогеновыми вулканогенными образованиями, местами интрузиями кислых и щелочных пород. Ступени 2, 3 и 4 обладают сложным структурным планом. Современная их структура вырисовывается при анализе приведенной геоморфологической карты (рис. 3), на которой показаны суммарная амплитуда поднятий и опусканий за неотектонический этап. Из анализа речной и овражной сети выявляется, что новейшим движениям обязаны определенные системы трещиноватости. На разных ступенях преобладающее направление морфометрических линейментов различно. Так, например, в западной части ступени 1 преобладают субмеридиональные, а на восточной—диагональное направления. Южнее линии Лусахпюр-Спитак-Кировакан происходит резкая смена направления и густоты морфолинейментов. Наиболее четко это наблюдается по обе стороны меридиана гор. Спитака, где разница фоновых значений абсолютных высот морфоструктур западнее и восточнее вышеуказанного меридиана достигает 200 м. Морфометрические элементы отличаются резкой контрастностью на ступенях 3, 4 и 5. Абсолютные отметки отрицательных форм рельефа—прогибов долины колеблются от 1200 м



(с. Качачкут, 5 ступень) до 1800 м (р. Чичхан, 2 ступень), положительных форм—от 2200 м на Памбакском, до 2400 м—Базумском хребтах. Спитакская и Кироваканская котловины относительно опускаются [9].

Резюмируя геоморфологические данные, предполагается, что котловины региона за весь неотектонический этап воздымались со скоростью 1,6—1,8 мм/год, а горстовые, горст-сводовые поднятия—в среднем 2,2—2,4 мм/год, а в некоторых случаях до 2,6—2,8 мм/год (осевые части Базумского и Памбакского хребтов) [10].

На основании геолого-геофизических данных рассмотрим глубинное строение региона.

Особенности структуры тектонических блоков области Спитакского землетрясения

Таблица 1

Характеристика блоков	Б л о к и				
	I	II		III	
	С т у п е н и				
	1	2	3	4	5
1. Ширина блока (к.м)	15	5	20	5—6	>10
2. Зеркало складчатости (к.м)	-(1,5÷3)	+1,5	0,5÷1,5	2,5	-(0,75÷3)
3. Глубина поверхности фундамента (к.м) *)	5,5—6	3,5—4	—	—	2,5—3
4. Глубина слоя „Г“ (к.м)	Г <sub>1</sub> —10 Г <sub>2</sub> —15	9	—	—	11
5. Граница Конрада (к.м)	20	18—19	14	14(?)	20
6. Глубина слоя „Б <sub>2-3</sub> “ (к.м)	33	31	31,5	31,5	31
7. Граница Мохо (к.м)	43	43	43	43	43

\*) В глубинном строении офиолитовых зон отсутствуют горизонты «Ф», «К», «Б».

Он разделяется на три крупных тектонических блока—структур I порядка (рис. 2). Земная кора по вертикали и латерали неоднородна и подразделяется на 3 мегаслоя [6, 7]: «осадочный», «гранитный» и «базальтовый». Поверхность Мохоровичича во всех блоках расположена горизонтально на глубине 43—44 км. Глубинное строение земной коры по профилю суммировано в табл. 1.

Западная часть I блока, принадлежащего Анкаван-Мегринской зоне, характеризуется резким флексуробразным погружением поверхности фундамента до 6,5 км. Подъем поверхности его к югу и на восток хорошо согласуется с сейсмическим профилем и выходами позднепериферейских пород. Очевидно выпадение из разреза среднего-верхнего палеозоя в этом направлении. Характерно наличие горизонтов отражения обменных сейсмических волн, с обособлением «Ф», а также «Г», «Б».

Блок II имеет сложное тектоническое строение, представляя место сближения офиолитовых зон и совместно с промежуточными блоками континентальной коры зону глубинного смятия. Вдоль южного края блока простирается Ширако-Зангезурская офиолитовая зона [3, 13]. Она сопровождается гравитационными  $\Delta g$  и магнитными  $\Delta T$  аномалиями (рис. 2). Ее западным структурным продолжением является Северо-Анатолийская офиолитовая зона, которая совместно с Южно-Анатолийской офиолитовой зоной формирует зону синтаксиса вблизи г. Ерзнка [3, 15].

Ширако-Зангезурская офиолитовая зона—это крупный рубеж в тектонической зональности региона, в целом еще недостаточно полно изученный и оцененный с позиций тектонического районирования. Проблема заключается в выявлении самостоятельности данной офиолитовой зоны относительно ранее известной Амасийско-Севанской офиолитовой зоны [3, 13].

Возникновение этих глубинных структур—результат растяжения мезозойской континентальной коры до ее полного разрыва, мантийного диапиризма, сопровождаемого базальтоидным вулканизмом и глубоководной седиментацией (радиоляриты, микритовые известняки), закрытие этих прогибов произошло до сдвига в обстановке компрессии. Сформировались в итоге протяженные, в сотни км и узкие, до 10—20 км зоны смятия мантийного вещества и стратифицированных кремнисто-вулканогенных и других толщ. Здесь важно подчеркнуть отличие этих структур от прочих глубинных разломов, по геофизическим данным также достигающих мантии: *офиолитовые зоны глубинного смятия*,— наиболее крупные в иерархии сквозькоровых структур, выполненные мантийным веществом и его метаморфогенными производными, наиболее пластичными компонентами, на поверхности маркируются кремнисто-вулканогенными толщами, прорванными ультрабазитами. Их геокартирование даже в случае малых размеров выходов весьма важно для сеймотектонического районирования.

Выходы мантийных и прочих пород офиолитовой ассоциации в Ширакском фрагменте Ширако-Зангезурской зоны, так же как и в Амасийско-Севанской зоне, достаточно подробно охарактеризованы [1, 13]. Поэтому в целях тектонического районирования лишь обратим внимание на следующие обстоятельства: приуроченность их выходов в Ширакском фрагменте к ядрам мелких брахиантиклиналей, сложенных по крыльям верхнемеловыми конгломератами и известняками, сильную тектоническую нарушенность пород кремнисто-вулканогенной формации до стадии меланжа, малые размеры ультрабазитов. Между тем в Амасийско-Севанской зоне ультрабазиты, в разной мере серпентинизированные, представляют более крупные и протяженные, хотя и прерывистые тела, в пространственной сочлененности с более мощными и глубоководными по парагенезам кремнисто-вулканогенными толщами, деструктурированными лишь фрагментами до тектонического меланжа [3]. Общими для офиолитовых зон признаками являются: широкое развитие, помимо меланжа, сейсмогравитационных и мелких оползней, формирование узких, сжатых и нередко опрокинутых складок надофиолитового чехла, развитие олистостромово-олистолитовых образований. Большинство из них—это признаки длительной, в понимании геологического времени, сеймотектонической активности офиолитовых зон. Также характерно отсутствие интрузий гранитоидов, весьма ограниченное развитие плиоцен-четвертичной вулканогенной формации.

Промежуточный между офиолитовыми блоками Лусахпюрский блок континентальной коры сложен туфогенными отложениями среднего эоцена, включающими силлы и дайки габброндов, перекрывающими, по-видимому, маломощный разрез осадочного верхнего мела, а также предположительно средне-верхнеюрский вулканогенный комплекс и осадочный комплекс среднего-верхнего палеозоя—аналогичные разрезы известны, при более хорошей обнаженности, в районе г. г. Эрзерума и Ерзика [15]. Поверхность фундамента, а также горизонты «Г», «Б» почти на всем пересечении блока зафиксированы ст. «Земля». Они теряются на подступах и в пределах Базумского горст-антиклинория. Предполагается аллохтонное залегание изоклиinally складчатых плитчатых известняков титона-некома, подобно Чимендагскому комплексу района Ерзика [15]. Мощность этого аллохтона превышает 1 км, по данным бурения структурной скважины в среднем течении р. Чкнах, забой которой остался в этих породах. Вулканогенные песчаники-прослой в плитчатых известняках включают обломки основных и средних эффузивов (данные Куртиян Э. Н.), возможно, они служат указанием наличия в основании аллохтона ранне-среднеюрского вулканогенного комплекса. Допускается тектоническое сочленение с ним офиолитового меланжа (рис. 2).

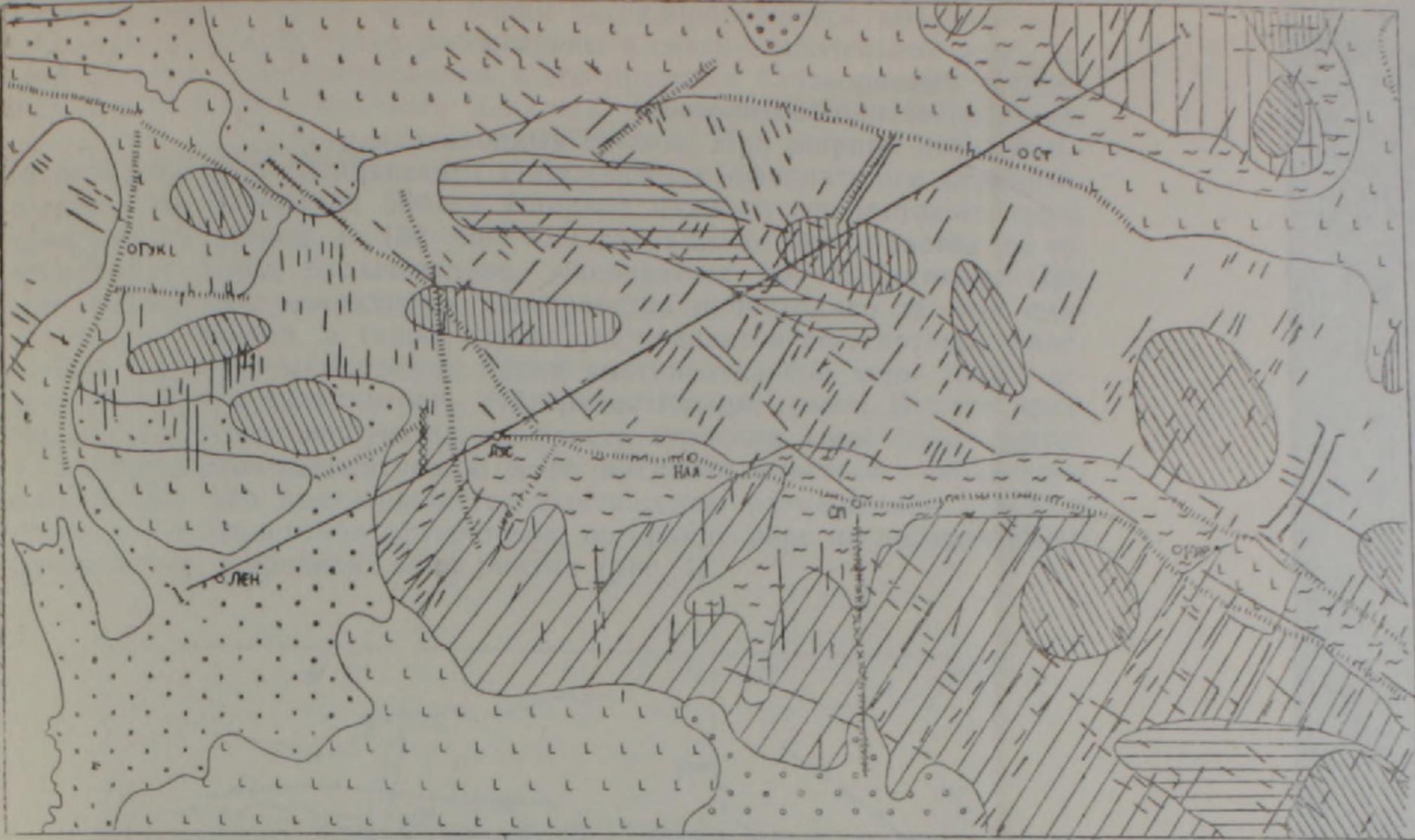


Рис. 3. Схематическая карта морфоструктур северной Армении

- Складчато-глыбовые горы.  
 1. Горст-своды. 2. Горст-купола. 3. Асимметричные своды.  
 Вулканические горы.  
 4. Щитовидные массивы, плато. Межгорные аккумулятивные равнины. Днища межгорных впадин. 5. Озерно-аллювиально-флювиогляциальные равнины, развитые в синклинальных впадинах. 6. Озерно-аллювиальные равнины, развитые в грабен-синклинальных и синклинальных котловинах.  
 Котловинные долины.  
 7. Грабен-синклинали.  
 Наложенные морфоструктуры.  
 8. Брахисводы. 9. Купола. 10. Мульдово-эрозионные амфитеатры, блюдцевидные мульдовые понижения. 11. Седловины на поперечных поднятиях. 12. Разломы (границы морфоструктур). 13. Антецедентные долины. 14. Морфографические линеаменты.  
 15. Линия профиля.

Зона глубинного смятия, включающая офиолитовые швы, а также промежуточные между ними блоки деградировавшей континентальной коры в данной схеме рассмотрены в связи с длительной компресией региона, с формированием в его пределах близкорневых покровных пластин, тектонического меланжа, олистолигово-олистоостромовых накоплений и сейсмогравитационных срывов. При ширине мезозойского пересечения от Ширакского к Базумскому офиолитовым ограничительным швам порядка 500 км (ширина каждого офиолитового трога принимается равной до 150—200 км) сокращение пространства до современного этапа включительно оценивается 20—25-кратным. При этом наибольшее сокращение пространства происходило за счет смятия и выпячивания, а также глубинных поддвигов офиолитовых пластичных масс. Промежуточные блоки континентальной коры также испытали сильную складчатость, субгоризонтальные срывы. Все это предопределило существенную нарушенность строения коры зоны смятия и соответственно-концентрацию в ее пределах участков релаксации напряжений, что подтверждается фактическим размещением главного эпицентра и эпицентров афтершоков, по крайней мере их подавляющего большинства, в пределах зоны смятия (рис. 4).

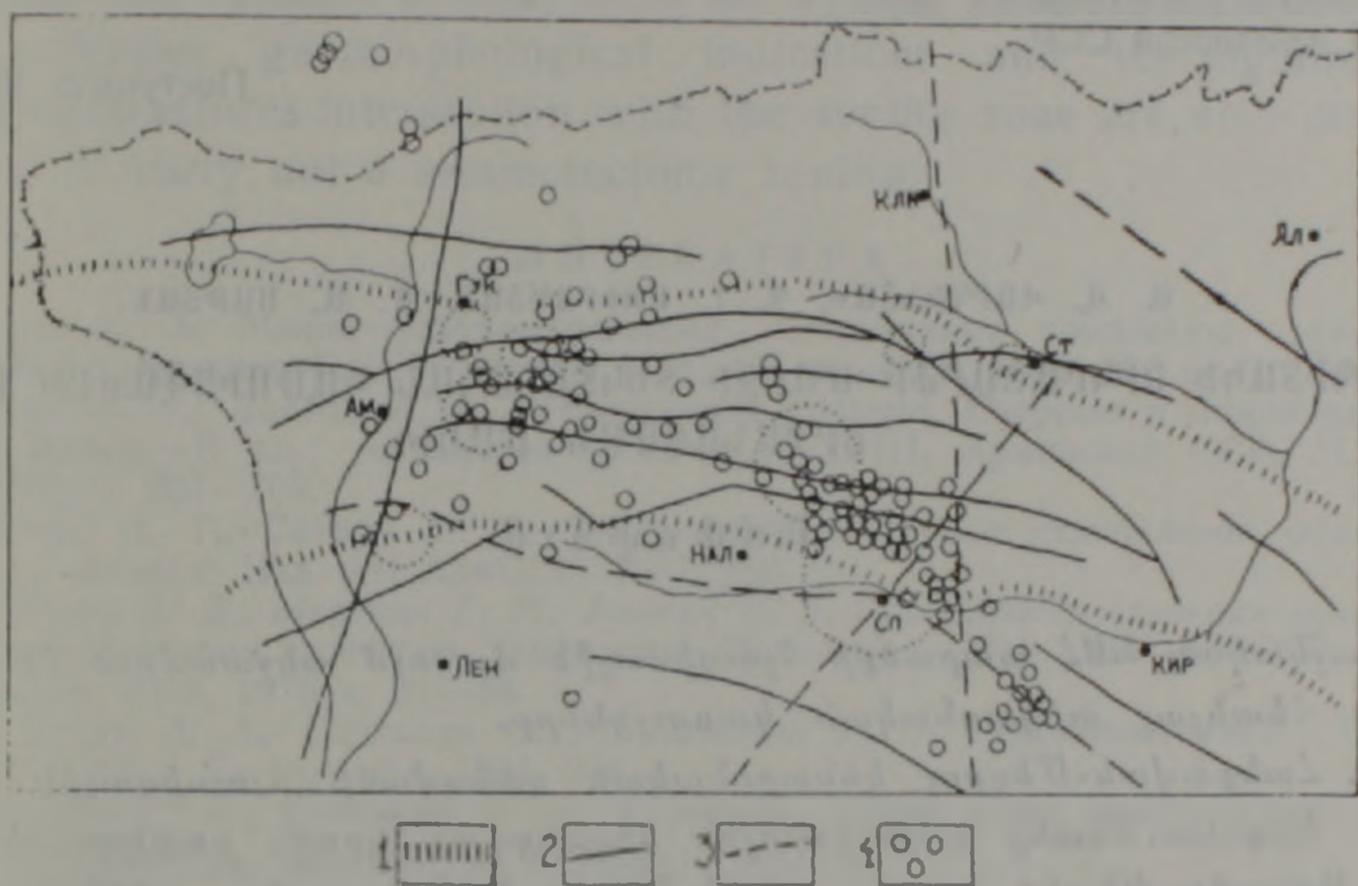


Рис. 4. Схема тектонических разрывных нарушений и распределения эпицентров афтершоков Спитакского землетрясения.

1. Зоны глубинного смятия (офиолитовые швы). 2. Внутрикоровые разломы по геологическим данным. 3. Разломы по геофизическим данным. 4. Эпицентры афтершоков (по данным на январь 1989 г. включительно (16)). Кружки пунктиром — участки сгущения эпицентров афтершоков.

Блок III относится к южной периферии Сомхето-Карабахской тектонической зоны, причем граница с зоной смятия (блоком II) отбивается и геологическим картированием, и сейсмопрофилированием, а также по магнитным аномалиям и градиентам поля тяжести (II). Верхнемеловые отложения, относящиеся ко II блоку и слагающие северное крыло Базумского горст-антиклинория, надвинуты на вулканогенно-осадочную толщу эоцена, принадлежащую блоку III. Следует также отметить сложность рассматриваемого региона рядом относительно менее глубоких разломов преимущественно близширотного и диагонального простирания, ограничивающих мелкие наложенные грабены и горсты (Гогаранский, Арчутский, Овандаринский и др.), а также наличие глубинного разлома северо-восточного простирания по линии Арагац-Спитак-Привольное [5, 12].

## Выводы

Анализ тектонически сложной блоковой структуры области землетрясения приводит к выводу о тяготении эпицентра, а также эпицентров афтершоков Спитакского землетрясения к Базумо-Ширакской зоне глубинного смятия, заложение которой обусловлено было еще на этапе формирования офиолитовых сблизженных в пространстве трогов и затем—при сжатии офиолитовых трогов и промежуточных между ними блоков континентальной коры. Процесс этот, наиболее интенсивно проявившийся на неотектоническом этапе, обусловил возникновение наложенных структур в зоне смятия, вдоль границ которых концентрируются эпицентры афтершоков.

Область Спитакского землетрясения по сложности геологического строения и сейсмической активности, в том числе и потенциальной, коррелируется с зоной Эрзинджанского синтаксиса, северо-восточным продолжением которого она и является. Эти особенности сейсмотектонического характера должны быть приняты во внимание при проведении разноцелевого строительства в пределах рассматриваемого региона.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила 10.IV.1989.

Ա. Վ. ՎԱՐԴԱՆՅԱՆ, Գ. Լ. ՄՈՒՐԱԴՅԱՆ, Մ. Ա. ՍԱԽՅԱՆ

ՍՊԻՏԱԿԻ ԵՐԿՐԱՇԱՐԺԻ ՄԱՐԶԻ ՏԵԿՏՈՆԱԿԱՆ ԿԱՌՈՒՑՎԱԾՔԻ ԵՎ  
ՇՐՋԱՆԱՑՄԱՆ ՄԱՍԻՆ

### Ա մ փ ո փ ու մ

Հայկական ԽՍՀ տարածքի հյուսիսային մասում անջատվում են առաջին կարգի հետևյալ տեկտոնական կառույցները.

1. Հանքավան-Մեղրու կենտրոնական զանգվածի հյուսիսային մաս,
2. Երզնկա-Սևանի օֆիոլիտային մերձեցման գոտի, բաղկացած հյուսիսում՝ Ամասիա-Սևանի և հարավում՝ Շիրակ-Ջանգեղուրի գոտիներից, նրանց միջև տեղադրված անցումային մայրցամաքային երկրակեղևի բեկորներով,
3. Սոմխեթա-Ղարաբաղի գոտու հարավային մաս:

Տեկտոնական, երկրաբանական, քարաբանական և երկրաֆիզիկական տվյալների հիման վրա լեռնինական-Ստեփանավան ուղղությամբ միջանցիկ կտրվածքներ են կազմված, որոնք ընդլայնակի հատում են վերոհիշյալ բոլոր երեք կառույցները:

Կտրվածքները դիտարկելիս եղրահանգում ենք, որ յուրահատուկ և ամենաբարդ կառուցվածք ունի Երզնկա-Սևանի գոտին: Այս կառույցում տարածված են երկրապատյանի և օֆիոլիտային զուգակցության ապարները: Սույն օֆիոլիտային գոտին նպատակահարմար է դիտել որպես բուն օֆիոլիտների և նրանց միջև տեղակայված մայրցամաքային զանգվածների ճղմման, մերձեցման մի տարածք, որը ժամանակակից կառուցվածքում իր արտահայտությունն է գտնում տեկտոնական մելանժի, թեփուկային վրաշարժերի, օլիստոստրոմ-օլիստոլիթների և սեյսմագրավիտացիոն փլուզումների տեսքով:

Նշանակալի է, որ ըստ երկրաշարժաբանական տվյալների, Սպիտակի երկրաշարժի և աֆտերշոկերի էպիկենտրոնները տեղադրված են օֆիոլիտային գոտիների մերձեցման և նրանց միջև գտնվող անցումային մայրցամաքային

կեղևի գարդացման շրջանում, ընդ որում, նրանք կենտրոնացած են իզոմ-  
ների և վրադրված նեոտեկտոնական կառույցների հանդույցում:

Վերը բերված տվյալները ցույց են տալիս, որ Երզնկա-Սևանի օֆիոլիտա-  
յին գոտին իր հարակից շրջաններով հանդերձ տեկտոնապես շատ ակտիվ է և  
որ այն մշտապես ուշադրության կենտրոնում պետք է գտնվի տարբեր ինժե-  
ներաերկրաբանական խնդիրների լուծման ժամանակ:

A. V. VARDANIAN, P. I. MOURADIAN, M. A. SATIAN

## ON THE TECTONIC STRUCTURE AND ZONING OF THE SPITAK EARTHQUAKE REGION

### A b s t r a c t

The Amasia-Sevan syntax zone (including the ophiolite zones) and its joint with adjacent tectonic zones structural peculiarities, as well as the connection of the earthquake epicentre and aftershocks epicentres (including the January events) with the syntax zone are considered. The block tectonics geomorphological indications and the significance of transversal fractures intersection with the syntax zone are also discussed, in order to carry out a seismotectonic zoning.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Абовян С. Б. Мафит-ультрамафитовые интрузивные комплексы офиолитовых поясов Армянской ССР. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1981, 306 с.
2. Авакян Л. А., Давтян А. Р. Четвертичная система. Озерные и озерно-речные отложения.—В кн.: «Геология СССР», т. XLIII, Армянская ССР. М.: Недра, 1970, с. 203—209.
3. Асланян А. Т., Сатян М. А. Тектонические условия становления офиолитовых зон. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1987, 159 с.
4. Варданян А. В., Мкртчян Г. Р., Ананян Э. В. Особенности строения земной коры по сквозному профилю Леникан—Ноемберян.—Изв. АН АрмССР. Науки о Земле, № 4, 1976, с. 31—38.
5. Габриелян Л. А., Саркисян О. А., Симонян Г. П. Сейсмотектоника Армянской ССР. Изд. Ер. госунта, 1981, 283 с.
6. Егоркина Г. В., Соколова И. А. Строение земной коры северо-западной части Армении. Сов. геология, № 6, 1973, с. 80—91.
7. Егоркина Г. В., Соколова И. А., Егорова Л. М. Изучение глубинных разломов по материалам станции «Земля» на территории Армении. Разведочная геофизика, вып. 72, М.: Недра, 1976, с. 29—40.
8. Карапетян Н. К. Сейсмичность Эрзинджан-Бингельского региона.—Изв. АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4, 1985, с. 38—47.
9. Матцова В. А., Сидоров В. А. Некоторые вопросы составления карт современных вертикальных движений земной коры.—В кн.: Современные движения земной коры, № 5, Тарту, 1973, с. 58—65.
10. Милановский Е. Е., Новейшая тектоника Кавказа. М.: Недра, 1968, 281 с.
11. Никольский Ю. И., Милай Т. Ф., Коган Л. З. Геолого-геофизические исследования тектоники, магматизма и металлогении Кавказа. Л.: Недра, 1975, 216 с.
12. Саркисян О. А. Блоковое строение территории Армянской ССР и смежных областей. Изв. АН АрмССР, Науки о Земле, № 4, 1973, с.
13. Сатян М. А. Позднемеловой литогенез офиолитовых зон Армянской ССР. Ереван Изд. АН АрмССР, 1979, 168 с.
14. Шолпо В. Н. Типы и условия формирования складчатости Сланцевого Дагестана. М.: Наука, 1964, 167 с.
15. Bergougnan H.—Structure de la Chaîne pontique dans le Haut-Kalkit (Nord-Est L'Anatolie). Bull. Soc. geol. France\*, 1976, v. 18, № 3, pp. 670—690.
16. Filson J., Borchardt R., Sharp R., Simpson D., Langer G., Sambera G., Dietel C., Cranswick E., Mueller C., Noce T., Cranswick E. e. a. — Results and data from Seismologic and Geologic studies following earthquakes of December 7, 1988, near Spitak, Armenia SSR, USA, GSA, report, 1989, pp. 188.
17. Ilhan E.—Earthquakes in Turkey. In: Geology and history of Turkey, edited by A. S. Campbell. Tripoli, Libya, 1971, pp. 431—442.