

УДК 550.311:551.24

А. Г. БАБАДЖАНИЯН

НЕКОТОРЫЕ ДАННЫЕ О РАЗЛОМНОЙ ТЕКТОНИКЕ БАССЕЙНА  
ОЗЕРА СЕВАН ПО ГЕОФИЗИЧЕСКИМ И ГЕОДЕЗИЧЕСКИМ  
ИССЛЕДОВАНИЯМ

В проблеме изучения глубинного геологического строения территории Армянской ССР важным звеном является выяснение глубинного геологического строения бассейна озера Севан и его обрамления.

Выполненные в последние годы донная гравиметрическая съемка на акватории оз. Севан (Э. В. Тагнев, А. М. Фонштейн), аэромагнитные съемки на различных высотах по маршрутам, пересекающим озеро Севан и его обрамления (Г. А. Русаков, Г. А. Сироткин, Е. Г. Лапина), а также сейсмологические исследования со станцией «Земля» (Г. В. Егоркина, И. В. Гаретовская), позволяют на новом фактическом материале более конкретно и обоснованно разработать некоторые вопросы глубинного геологического строения этой территории.

Общеизвестна также практическая значимость проблемы глубинного строения оз. Севан, главным образом, в связи с наблюдающимися резкими изменениями его уровня. Поэтому проблема дальнейшего изучения глубинного геологического строения оз. Севан и его обрамления является актуальной как в теоретическом, так и в практическом отношении.

В настоящей статье изложены лишь некоторые данные о глубинном строении оз. Севан и его обрамления, в связи с выяснением проявлений современной геодинамической активности исследуемого района.

Проведенная донная гравиметрическая съемка на акватории оз. Севан подтверждает также установленный Центральный минимум аномалий силы тяжести Большого Севана, региональную зону высоких горизонтальных градиентов силы тяжести вдоль северо-восточного побережья и позволяет очертить Лчапский относительный минимум, Цахкашенский и Карчахпюрский относительные максимумы, выявленные наземной съемкой.

На основании анализа Севанской высокоградиентной зоны  $\Delta g$  по методу К. Ф. Тяпкина [4] (пересчеты поля на различные высоты, вычисления производных) нами выделяется глубинный разлом с углом наклона  $85-90^\circ$  северо-западного простирания, протяженностью около 90 км от г. Севан до с. Зод. Средняя величина градиента составляет  $8-10$  мгл/км, максимальной величины градиент достигает в пограничной зоне между Малым и Большим Севаном и составляет  $12$  мгл/км. Это в три раза больше градиента Вандам-Кюрдамирской градиентной зоны в Азербайджане [8]. Такие высокие градиенты, как правило,

связываются с крупными нарушениями типа сбросов в плотных слоях земной коры. Резкое понижение интенсивности гравитационного поля в юго-западном направлении обусловлено погружением плотных пород, вероятно, палеозоя и мезозоя.

Амплитуда «гравиметрической ступени» составляет 50—60 мгл. Если принять, что разница в плотностях пород по обе стороны сброса составляет  $0,3 \text{ г/см}^3$ , то его амплитуда будет порядка 4—5 км. На участке с. Гюней—с. Зод гравиметрические данные согласуются с результатами сейсмологических исследований со станцией «Земля», проведенных в 1973 году вдоль профилей Цовагюх—Зардахач и Кабахлу—Джанахмед [13]. В частности, на профиле в районе с. Джанахмед выявлен глубинный разлом ( $\alpha=85-90^\circ$ ), по которому отмечается смещение поверхности «фундамента» ( $V=6,3 \text{ км/сек}$ ) по вертикали с амплитудой 4—4,5 км.

Пространственное положение выделенного Севанского продольного глубинного разлома—СПр. ГР (рис. 2) несколько отличается от местоположения предполагаемых разломов внутри оз. Севан, показанных на различных тектонических схемах [3, 5, 7]. Вопрос относительно характера продолжения этого разлома западнее оз. Севан имеет неоднозначное решение: либо он продолжается по градиентной зоне  $\Delta T$  по направлению к с. Фиолетово, либо по градиентной зоне  $\Delta g$  его можно продолжить по направлению к с. Арзакан.

На основе изучения магнитного поля в пределах центральной части Армянской ССР [14], а также сейсмологических исследований со станцией «Земля», в результате которых был выявлен глубинный разлом в районе с. Фиолетово с углом падения  $85-90^\circ$  вдоль профиля Леникан—Дилижан, можно предположить продолжение его по градиентной зоне  $\Delta T$  по направлению к с. Фиолетово.

В пользу предположения о наличии разлома вдоль градиентной зоны  $\Delta g$  между г. Раздан и с. Фонтан свидетельствуют, кроме исследований со станцией «Земля» вдоль профиля Маркара—Пойлы, на котором был выявлен глубинный разлом с углом падения на СВ  $105^\circ$  [12], и геологические данные. Так, в районе г. Раздан породы метаморфического фундамента обнажаются на поверхности, в то время как в районе с. Фонтан скв. № 30, на глубине 3,9 км, вскрыла лишь туфопесчаники и туфоаргиллиты среднего эоцена. Глубина залегания поверхности кристаллического фундамента в пределах Фонтанского гравитационного минимума, вычисленная Ш. С. Оганисяном по методу Фишера и Маловичко, составляет 5 км [10].

Существенное значение для выяснения глубинного строения имеет и выявление разломов, поперечных по отношению к простиранию озера Севан.

С этой целью были выполнены специальные гравиметрические исследования по линии Цовагюх—Камо—Мартуни для сопоставления со скоростями современных вертикальных движений земной коры, полученными на основе повторного высокоточного нивелирования в 1937 и

1953 гг. организациями ГУГК при СМ СССР<sup>1</sup>. При анализе полученных данных использованы и результаты аэромагнитной съемки на высоте 4,2 км (Е. Г. Лапина), (рис. 1).

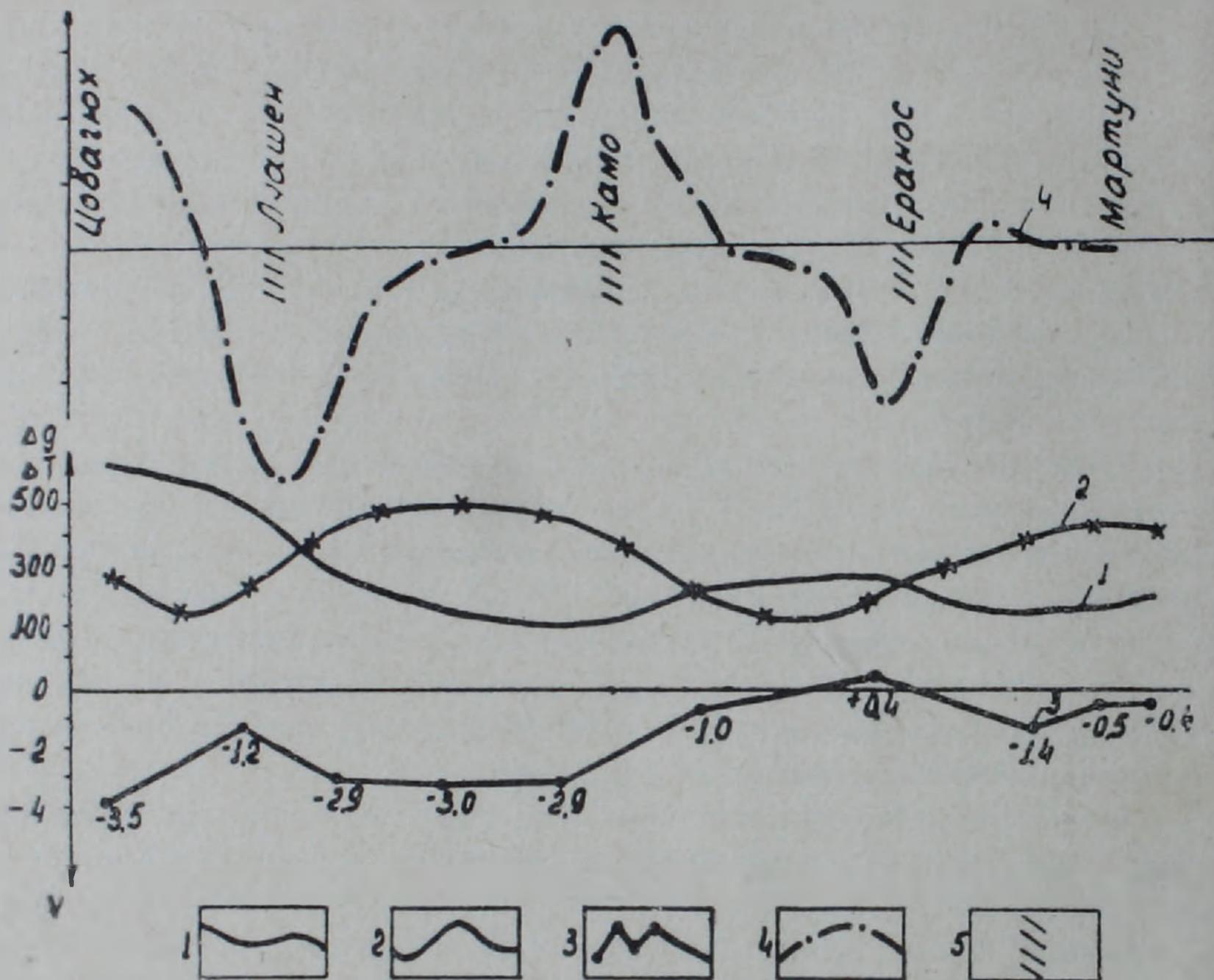


Рис. 1. Геофизико-геодезический профиль Цовагюх—Мартуни. 1—кривая  $\Delta g$ ; 2—кривая  $\Delta T$ ; 3—кривая  $V$ ; 4—кривая  $J_{\text{компл.}}$ ; 5—границы блоков.

Для выделения по этим данным блоков и границ между ними методом корреляционной обработки комплекса геофизических данных, основанного на анализе некоторой взвешенной суммы параметров—горизонтальных градиентов полей, были вычислены значения комплексных параметров в каждой точке— $J_{\text{компл.}}$  [9]. На кривой  $J_{\text{компл.}}$  выделяются области 3-х экстремумов в районах сс. Лчашен, Камо и Еранос (рис. 1).

Принимая выявленные экстремумы за границы для выделения квазиоднородных блоков по характеру связи между  $\Delta g$ ,  $\Delta T$  и  $V$ , составлены уравнения регрессии и вычислены коэффициенты корреляции.

В таблице 1 представлена характеристика блоков по этим признакам.

Совокупный анализ данных таблицы и особенностей изменения комплексного параметра приводит к следующим выводам:

<sup>1</sup> Рукописный каталог ЦНИИГАиК.

Таблица 1

Границы блоков	$\Delta T \sim \Delta g$		$\Delta g \sim V$		$\Delta T \sim V$	
	Уравнения регрессии	Коэфф. корреляции	Уравнения регрессии	Коэфф. корреляции	Уравнения регрессии	Коэфф. корреляции
Цовагюх—Лчашен	$\Delta T = -0,5 \Delta g + 3,5$	0,60	$\Delta g = 0,5 V + 3,7$	0,97	$\Delta T = -0,2 V + 0,5$	0,41
Лчашен—Камо	$\Delta T = -0,3 \Delta g + 3,7$	0,67	$\Delta g = 2,1 V + 7,1$	0,94	$\Delta T = -1,4 V + 0,2$	0,99
Камо—Еранос	$\Delta T = -1,9 \Delta g + 3,5$	0,87	$\Delta g = 0,5 V + 1,6$	0,98	$\Delta T = -0,9 V + 0,6$	0,87
Еранос—Мартуни	$\Delta T = -1,7 \Delta g + 4,3$	0,62	$\Delta g = -0,1 V + 0,9$	0,18	$\Delta T = 1,3 V + 3,8$	0,52

Примечание:  $\Delta g$  дано в условных единицах.

1. На юго-западном побережье оз. Севан пространственное распределение областей современных относительных поднятий и опусканий соответствует распределению блоков земной коры, характеризующихся квазиоднородными магнитным и гравитационным полями. Так, блокам, характеризующимся относительным максимумом аномалий силы тяжести ( $\Delta g$ ) и максимумом магнитного поля ( $\Delta T$ ), соответствуют интенсивные современные опускания земной поверхности, а относительным максимумам  $\Delta g$  и минимумам  $\Delta T$ —поднятия.

Учитывая, что породы фундамента обладают плотностью 2,7—2,8 г/см<sup>3</sup> и в основном являются слабомагнитными [2, 15], можно заключить, что блоки земной коры, для которых, исходя из соотношения гравитационного и магнитного полей, вероятно погружение поверхности фундамента, действительно характеризуются интенсивным относительным современным опусканием, а приподнятые блоки—относительным современным поднятием. Такие соотношения отражают, вероятно, унаследованность современных вертикальных движений от более древних структур.

Аналогичные соотношения были выявлены также почти повсеместно на территории Европейской части СССР вдоль линии повторного нивелирования [11].

2. Выделяются три границы между блоками в районах сс. Лчашен, Камо и Еранос, простирающие которых в настоящее время наиболее полно выявлено в районах Камо и Лчашен. Границы блоков, как правило, выражены зонами резкого изменения интенсивности скоростей с горизонтальным градиентом 0,3 мм/год·км, зонами градиентов аномалий силы тяжести порядка 8 мгл/км и градиентом магнитного поля порядка 50 гамм/км, а также характеризуются изменениями типа и простираения систем аномалий.

В пользу вероятного продолжения границы, выявленной между

блоками в районе г. Камо—Севанского поперечного глубинного разлома—СПГР, далее на СВ между Малым и Большим Севаном, по направлению к с. Шоржа, свидетельствуют:

а) интенсивная градиентная зона  $\Delta T$  со средним градиентом 70 *гамм/км*;

б) глубинный разлом, выявленный севернее с. Шоржа сейсмологическими исследованиями со станцией «Земля» вдоль профилей Цовагюх—Зардахач и Шоржа—Красносельск [13];

в) наличие в этой зоне, согласно данным К. Н. Паффенгольца, на северо-восточном побережье озера сброса аналогичного простирания на границе между меловыми и эоценовыми отложениями [16]. Кроме того, наиболее крупные по площади выходы массивов основных и ультраосновных пород офиолитовой формации (Джил-Сатанахачский, Шишканский) расположены лишь юго-восточнее этой границы на северном побережье озера, тогда как северо-западнее известен только малый по размерам выход в районе с. Тохлуджа [1].

Ранее С. А. Пирузяном по сейсмологическим данным был намечен региональный разлом по линии гора Б. Арарат и г. Камо [17], а А. А. Габриеляном и С. А. Пирузяном по сейсмогеологическим исследованиям продолжен через оз. Севан до с. Шоржа [6].

Приведенные выше данные подкрепляют эти предположения. Более того, учитывая данные по скоростям современных вертикальных движений по линии железной дороги Сухуми—Тбилиси—Баку, согласно которым в районе г. Кировабада выделяется зона относительно высоких градиентов скоростей с амплитудой 0,2 *мм/год*, можно с достаточным основанием полагать, что поперечный Севанский глубинный разлом продолжается на северо-восток в пределы Куринской впадины и соответствует глубинному разлому—границе между Таузским и Кюрдмирским блоками, выделенными А. Т. Донабедовым и В. А. Сидоровым [11].

К юго-востоку от СПГР намечается глубинный разлом по линии с. Гюней—Цовинар, выделяющийся как стыковая граница между аномалиями  $\Delta g$  и  $\Delta T$  антикавказского и кавказского простираний.

Следует отметить, что в районе с. Гюней сейсмологическими исследованиями со станцией «Земля» выявлен глубинный разлом [13], а К. Н. Паффенгольцем и С. Б. Абовяном установлено разрывное нарушение—сброс северо-восточного простирания [1].

Из приведенных данных можно заключить, что бассейн оз. Севан характеризуется гетерогенным строением земной коры, представленной системой блоков, обусловленных пересечением глубинных разломов северо-восточного и северо-западного простираний. В местах пересечения глубинных разломов образуются «узлы»—потенциально динамически более активные участки земной коры (рис. 2).

Севанский «узел»—наиболее типичен, в его пределах расположены эпицентры 6—7-балльных землетрясений, происшедших в 1843 и 1945 гг. [17].

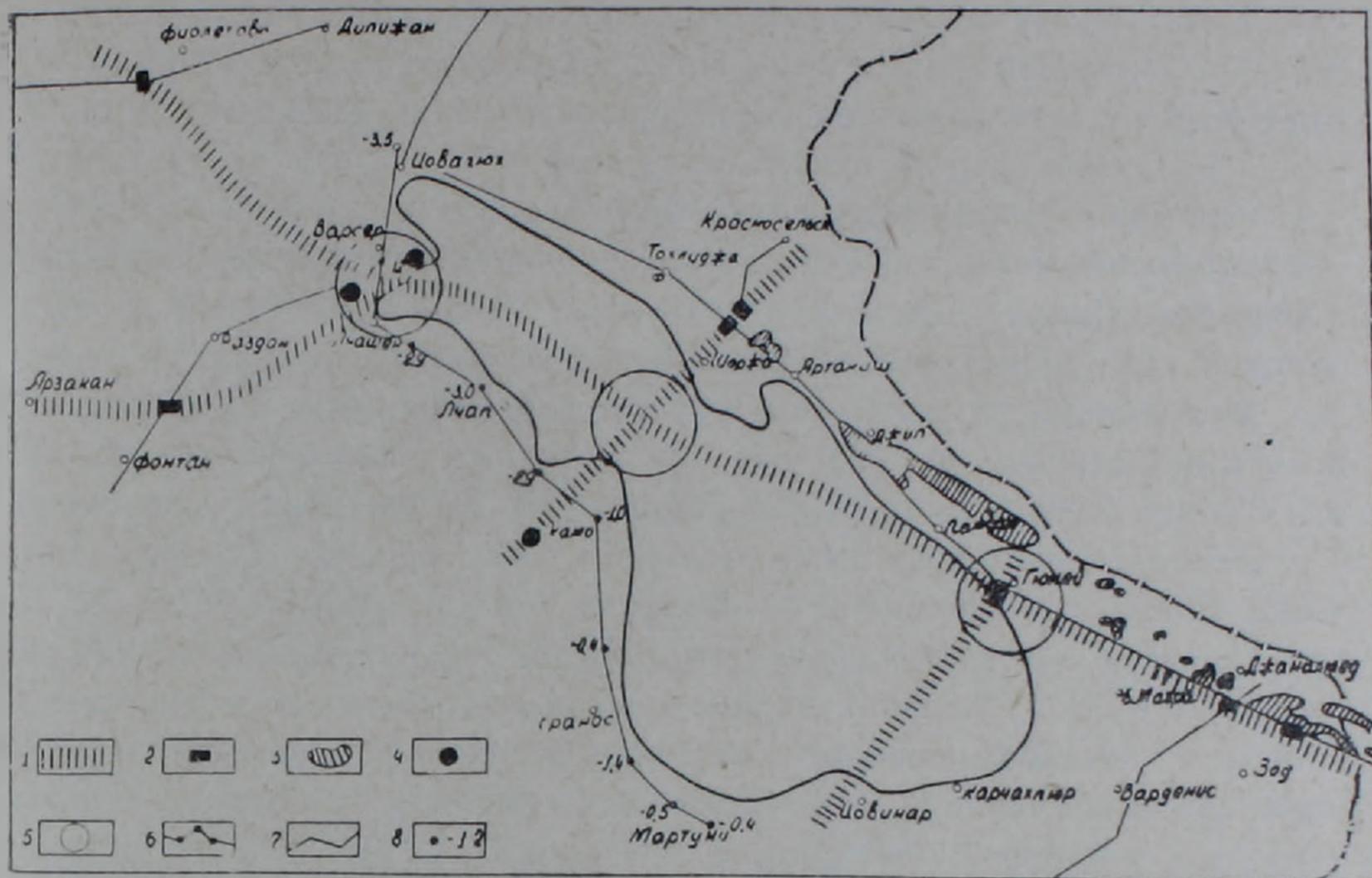


Рис. 2. Схема расположения глубинных разломов, выделенных по геофизическим данным (составил А. Г. Бабаджанян). 1—глубинные разломы; 2—разломы по данным станций «Земля»; 3—выходы основных и ультраосновных пород офиолитовой формации; 4—эпицентры землетрясений; 5—«узлы» пересечения разломов; 6—геофизико-геодезический профиль Цовагюх—Мартуни, 7—профили исследований со ст. «Земля»; 8—пункты повторного нивелирования.

Центрально-Севанский «узел», образованный пересечением СПрГР и СПГР, может быть отнесен также к потенциально динамически более активному участку земной коры, так как расположен на глубинном разломе к северо-западу и юго-востоку от которого наблюдаются различные по интенсивности современные вертикальные движения. По средним значениям скоростей современных вертикальных движений М. Севан опускается в 4 раза быстрее ( $-2,4$  мм/год), чем Б. Севан ( $-0,6$  мм/год). Кроме того, в пределах этого «узла» проявление в будущем землетрясений не исключается, так как к юго-западу от него, в районе г. Камо известен эпицентр 6-балльного землетрясения 1903 г., а сам «узел» расположен в пределах сейсмоактивной зоны Камо—Арарат, где известны Гарнийский, Двинский и Араратский наиболее сейсмоактивные «узлы» с землетрясениями в 6—9 баллов.

Гюнейский «узел», образованный пересечением Севанского продольного и Гюней-Цовинарского глубинного разломов и расположенный к юго-востоку от Севанской и к северо-западу от известной Кельбаджарской сейсмоактивной зон, может оказаться динамически активным участком земной коры.

Исходя из вышесказанного, можно предположить, что современные тектонические процессы, происходящие в пределах системы Севанских разломов, могут иметь существенное влияние (с учетом техногенных факторов) на характер изменения во времени уровня оз. Се-

ван. В частности отметим, что к Севанскому «узлу» приурочена локальная зона фильтрации вод из оз. Севан на участке с. Лчашен—Севан—Варсер, прослеженная электроразведочными работами (Е. Г. Гуляян, Р. С. Минасян, Р. П. Сепоян).

Учитывая современную относительную динамическую активность охарактеризованных выше разломов, а также «узлов» их пересечения и ряд важнейших народнохозяйственных задач X пятилетки и последующих лет—мероприятия, связанные с поднятием уровня Севана на 4 м, интенсивное строительство курортов на побережье оз. Севан, поиски минеральных, термальных вод и других полезных ископаемых, естественно возникает вопрос о направлении дальнейших исследований.

Наиболее рациональным, с нашей точки зрения, для систематического изучения современной динамики земной коры бассейна оз. Севан является создание Севанского комплексного геодинамического полигона—СКГП. Основная задача исследований на Севанском комплексном геодинамическом полигоне—дальнейшее целенаправленное изучение современной динамической активности системы разломов («узлов») и блоков земной коры, слагающих оз. Севан и его обрамление. Опыт исследований на существующих геодинамических полигонах в СССР и за рубежом позволяет рекомендовать следующий комплекс исследований:

1. Детальное изучение скоростей современных вертикальных движений земной коры на всем побережье озера методом высокоточного нивелирования, сопровождаемое наблюдениями за изменениями гравитационного и магнитного полей на всех реперах.

2. Изучение современных горизонтальных движений с помощью светодальномеров.

3. Детальные сейсмологические исследования с помощью сейсмических станций «Земля», расположенных на побережье, и дочных сейсмографов, размещенных в пределах акваторий.

4. Исследование теплового потока как на побережье, так и в пределах акваторий.

Выполнение рекомендуемых комплексных исследований даст большую информацию о глубинном строении и современной динамической активности оз. Севан и его обрамления, что имеет важное народнохозяйственное и научное значение.

Ордена Трудового Красного Знамени Институт  
геофизики и инженерной сейсмологии АН Арм. ССР

Поступила 30.XII.1976.

## Հ. Գ. ԲԱԲԱԶՅԱՆՅԱՆ

ՈՐՈՇ ՏՎՅԱԼՆԵՐ ՍԵՎԱՆԻ ԱՎԱԶԱՆԻ ԽԱԽՏՈՒՄՆԱՅԻՆ ՏԵԿՏՈՆԻԿԱՅԻ  
ՄԱՍԻՆ ԳԵՈՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԵՎ ԳԵՈԴԵԶԻԱԿԱՆ ՀԵՏԱԶՈՏՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐՈՎ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Գեոֆիզիկական, գեոդեզիական և սեյսմոլոգիական կոմպլեքս Նետազո-  
տությունների հիման վրա Սևանա լճի ավազանույ առանձնադիված են հյու-

սիս-արևելյան (հակակովկասյան) ու հյուսիս-արևմտյան (կովկասյան) տարածման խորքային բեկվածքներ:

Այդ բեկվածքների հատման գոտիները հանդիսանում են երկրակեղևի համեմատաբար ակտիվ տեղամասեր:

Ավազանի խորքային երկրաբանական կառուցվածքի և ժամանակակից դինամիկ ակտիվության հետազոտության նպատակաուղղված ուսումնասիրությունների համար առաջարկվում է Սևանի ավազանում ստեղծել կոմպլեքս գեոդինամիկական փորձադաշտ:

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Аббян С. Б. Геология и полезные ископаемые северо-восточного побережья озера Севан. Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1961.
2. Акоюн Ц. Г. О магнитных свойствах горных пород Армении. Известия АН Арм. ССР, серия геол. и географ. наук, № 4, 1955.
3. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. «Айпетрат», Ереван, 1958.
4. Беланов В. М., Голиздра Г. Я., Тякин К. Ф. и др. Изучение тектоники докембрия геолого-геофизическими методами. Изд. «Недра», М., 1972.
5. Габриелян А. А., Адамян Л. А., Акоюн В. Т., Арзуманян С. К., Вегуни А. Т., Саркисян О. А., Симонян Г. П. Тектоническая карта Армянской ССР. Изд. «Митк», Ереван, 1968.
6. Габриелян А. А., Пирузян С. А. Сейсмоструктурная схема Армении и сопредельных частей Антикавказа. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4, 1972.
7. Габриелян А. А. Геотектоническое районирование территории Армянской ССР. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4, 1974.
8. Гаджиев Р. М. Глубинное геологическое строение Азербайджана. Азерб. Гос. изд. Баку, 1965.
9. Геворкян В. М., Казарян С. С., Трофимова Т. А. Корреляционная обработка данных геофизического комплекса для выделения рудных тел (на примере Анкадзорского месторождения меди). Сб. «Тезисы докладов Всесоюзн. сов. по разработке совершенствования и комплексирования методов подземной геофизики», Ленинкан, 1975.
10. Геология Армянской ССР. Том 10, «Геофизика». Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1972.
11. Донабедов А. Т., Сидоров В. А. Возможности применения методов изучения современных движений земной коры для поисково-разведочных работ на нефть и газ. Сб. «Тематические научно-технические обзоры». М., 1976.
12. Егоркина Г. В., Соколова И. А., Егорова Л. М., Двоскина Т. Д., Минниязова Г. Я. Строение земной коры северо-западной части Армении. «Советская геология», № 6, 1973.
13. Егоркина Г. В., Соколова И. А., Егорова Л. М. Глубинное строение ультрабазитовых поясов Армении. «Советская геология», № 3, 1976.
14. Назаретян С. Н., Бабаджанян А. Г., Караханян А. К. О некоторых особенностях магнитных аномалий на территории центральной части Армянской ССР и их истолкование с целью изучения разломной тектоники района. Тезисы докл. респ. научно-технической конф. молодых научных сотрудников Армении 17—18 декабря, Ереван, 1973.
15. Оганисян Ш. С. О плотности горных пород Армении. Известия АН Арм. ССР, серия геол. и географ. наук, № 3, 1958.
16. Паффенгольц К. Н. О происхождении озера Севан (Армения), Ван (Анатолия) и Урмия (Иран). Известия АН СССР, сер. геол., № 1, 1950.
17. Пирузян С. А. Новые данные по сейсмоструктурной тектонике Большого Ереванского района. ДАН Арм. ССР, № 4, 1965.