

УДК 550.831(479.25)

С. И. НАЗАРЕТЯН

ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АНТИКАВКАЗСКИХ ГЛУБИННЫХ РАЗЛОМОВ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

На основе комплекса геофизических данных на территории республики выделяются четыре зоны глубинных разломов антикавказского простирания. Их глубина, по данным станции «Земля», превышает мощность земной коры. Рассматриваются сейсмические характеристики выявленных разломов.

Особое место в геологическом строении земной коры Армении занимают глубинные разломы (ГР), контролирующие тектонические, магматические и седиментационные процессы. По данным геологии и геофизики выделяются в основном разломы четырех направлений: общекавказского, антикавказского, широтного и меридионального [1, 2, 4, 5, 7, 8, 10, 12]. Относительно хорошо изучены общекавказские ГР, которые по простиранию совпадают с основными геологическими комплексами и зонами геофизических полей. Они четко выделяются по геологическим и геофизическим признакам. Исследователи отмечают их определяющую роль в формировании современного (альпийского) структурного плана. ГР остальных направлений в геологическом строении и в физических полях проявляются в замаскированном виде, вследствие сильного влияния общекавказской зональности геологических комплексов и геофизических полей, поэтому их выделение и изучение более сложно. Особенно высока эффективность геофизических методов для их изучения, так как основная часть республики покрыта мощным покровом молодых образований, затрудняющим изучение тектоники геологическими методами. Полученные в последние годы новые сейсмологические, аэромагнитные материалы, а также данные исследования земной коры республики станциями «Земля» позволяют более обоснованно заниматься разломной тектоникой.

В данной статье рассматриваются антикавказские ГР.

По совокупности геофизических признаков (гравиметрических, магнитометрических, сейсмологических) на территории Армянской ССР выделяются следующие основные зоны антикавказских ГР: Дигор-Степанаванский, Арагац-Куринский, Арарат-Севанский, Ерасх-Варденисский (название разломов принято условно, исходя из соответственных географических названий, рис. 1). По материалам станции «Земля» глубина указанных разломов достигает поверхности Мохоровичича [6, 7], а длина в пределах Армянской ССР составляет 100—160 км и, по всей вероятности, они прослеживаются за пределами республики. Эти

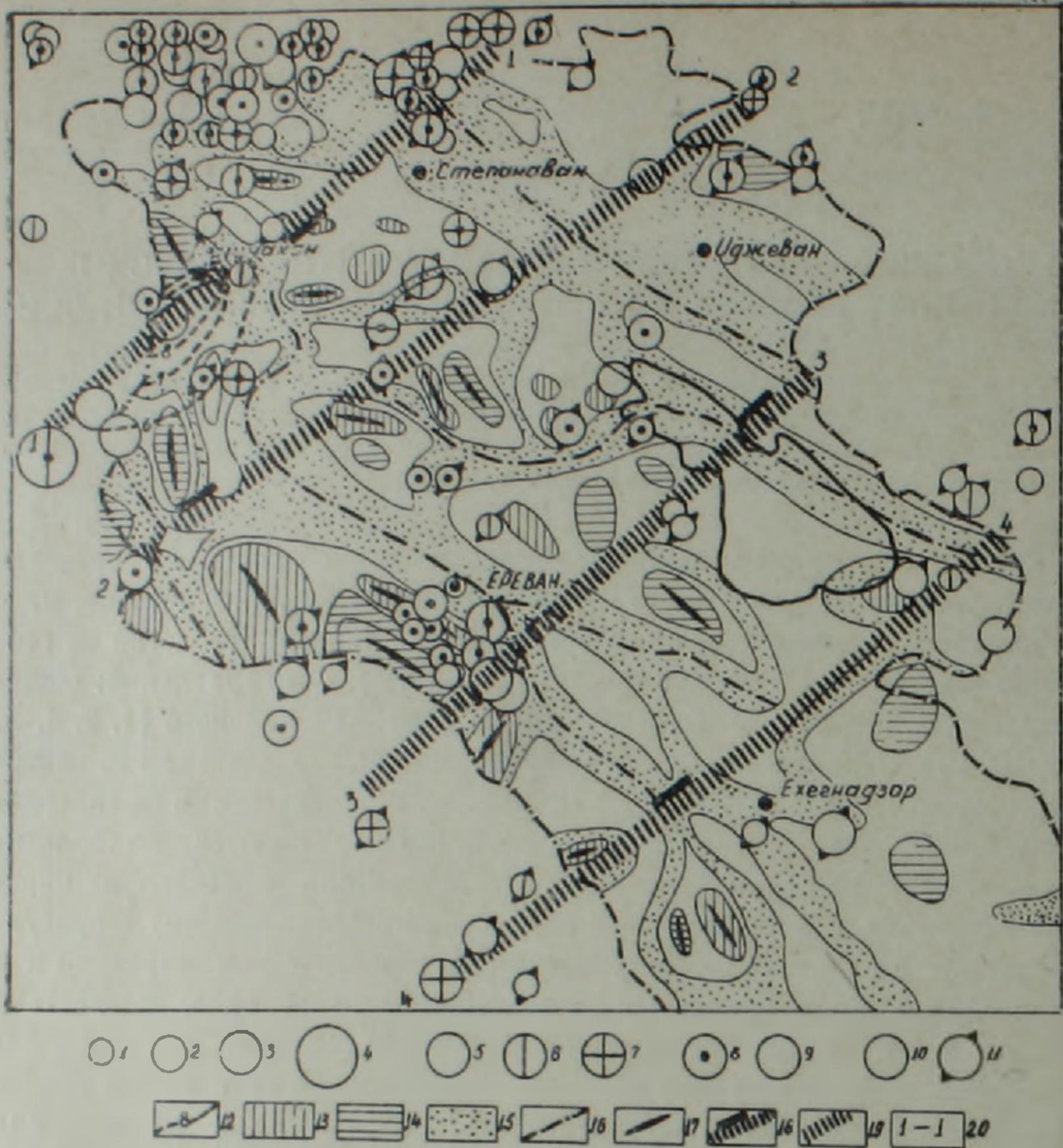


Рис. 1. Карта эпицентров сильных землетрясений [11] и схема элементов гравитационного поля и антикавказских глубинных разломов на территории Армянской ССР. Эпицентры землетрясений: 1— $M < 4$, 2— $4,1 < M < 5,0$; 3— $5,1 < M < 6,0$; 4— $6,1 < M < 7,0$; глубина очага: 5—0—10 км; 6—11—20 км; 7—21—40 км; ошибки определения глубины: 8—10—50% (классы 2, 3, 4) 9—100% и более (классы 5, 6); точность координат эпицентров: 10—класс точности 2 и 3 ($\pm 0,1^\circ$); 11—класс точности 4 ($\pm 0,2^\circ$); 12 — изосейсты Ленинаканского землетрясения 1926 г. [3]; элементы гравитационного поля: 13 — относительные максимумы; 14 — относительные минимумы; 15 — высокоградиентные зоны; 16 — оси (наибольшие градиенты) региональных высокоградиентных зон; 17 — оси локальных аномалий; 18 — фрагменты разломов по данным станций «Земля», глубинные разрезы которых представлены на рис. 3; 19 — антикавказские глубинные разломы по комплексу геофизических методов; 20 — номера разломов: 1—1 — Дигор-Степанаванский; 2—2 — Арагац-Куринский, 3—3 — Арарат-Севанский; 4—4 — Ерасх-Варденисский

две важные особенности разломов позволяют нам отнести их к категории глубинных.

Дигор-Степанаванский ГР

ГР по направлению с. Дигор — г. Ленинакан — г. Степанаван выделен впервые нами на основе сейсмологических и магнитометрических данных [2, 9]. Длина разлома в пределах Армянской ССР составляет 100 км. По сейсмологическим данным, он прослеживается на юго-запад на территории Турции, а на северо-восток — на территории Грузии.

Дигор-Степанаванский ГР в первую очередь выделяется по сейсмологическим данным, по оси линейно вытянутой эпицентральной зоны сильных землетрясений. На разлом насажены довольно точно определенные эпицентры Дигорского (1935 г.), Анийского (1319 г.), Ленинаканских (1926, 1928, 1948 гг.), Степанаванских (1876, 1903, 1919 гг.) сильных и разрушительных землетрясений. К зоне ГР приурочена также линейная зона скопления эпицентров слабых толчков, причем график регрессии зоны почти совпадает с зоной разлома. Коэффициент корреляции уравнения регрессии зоны составляет 0,93 [2]. Эти данные свидетельствуют о сейсмогенности Дигор-Степанаванского ГР. Особенно активна юго-западная часть разлома в отрезке Дигор-Ленинакан, где интенсивность землетрясений достигает 8—9 баллов.

Отметим еще один важный факт. Изосейсты Ленинаканского землетрясения 1926 г. довольно сильно вытянуты в северо-восточном направлении, т. е. протягиваются вдоль ГР (рис. 1). Направление вытянутости изосейстов считается одним из основных признаков выделения разрывных нарушений.

На карте аномального магнитного поля вдоль зоны Дигор-Степанаванского ГР наблюдается понижение интенсивности поля, близкое к нулевому (рис. 2). Разлом не сечет интенсивные аномалии ΔT , а проходит между ними. По обе стороны разлома меняется характер магнитного поля. На отрезке Ленинакан — Степанаван, юго-восточнее зоны Дигор-Степанаванского ГР, магнитное поле имеет в основном слабоотрицательное значение, а северо-западнее — знакопеременный характер. Далее, разлом проходит между двумя интенсивными положительными аномалиями с амплитудой до 5 мэ (при высоте съемки 1000—1200 м). По всей вероятности, источники указанных положительных аномалий на глубине не соединяются, о чем свидетельствует аэромагнитная съемка на высоте 4000 м, на которой изолированность аномалий более отчетлива [10]. На северо-востоке разлом с юго-востока ограничивает отрицательная аномалия ΔT . Здесь вдоль разлома поле принимает нулевые значения.

Дигор-Степанаванский ГР прослеживается также по локальному гравитационному полю. В пределах территории республики разлом проходит между локальными аномалиями. Южнее г. Ленинакана ГР соответствует непротяженная зона больших градиентов Δg , с перепадом значений около 30 мгл. Величина горизонтального градиента зоны составляет 3 мгл/км. Здесь по зоне разлома происходит изменение направ-

ления простирания локальных аномалий: южнее разлома расположены линейные аномалии меридионального простирания, а севернее—интенсивная аномалия юго-восточного простирания. Далее, на северо-востоке разлом с севера ограничивает региональная зона больших градиентов Δg , которая прослеживается по направлению Артик—Ереван—Нахичевань. В центральном фрагменте ГР аномальное гравитационное поле имеет слабоградиентный характер. На северо-востоке он сечет региональную зону больших градиентов Δg северо-восточного простирания. В этом интервале проведение ГР только по характеру поля Δg затруднительно.

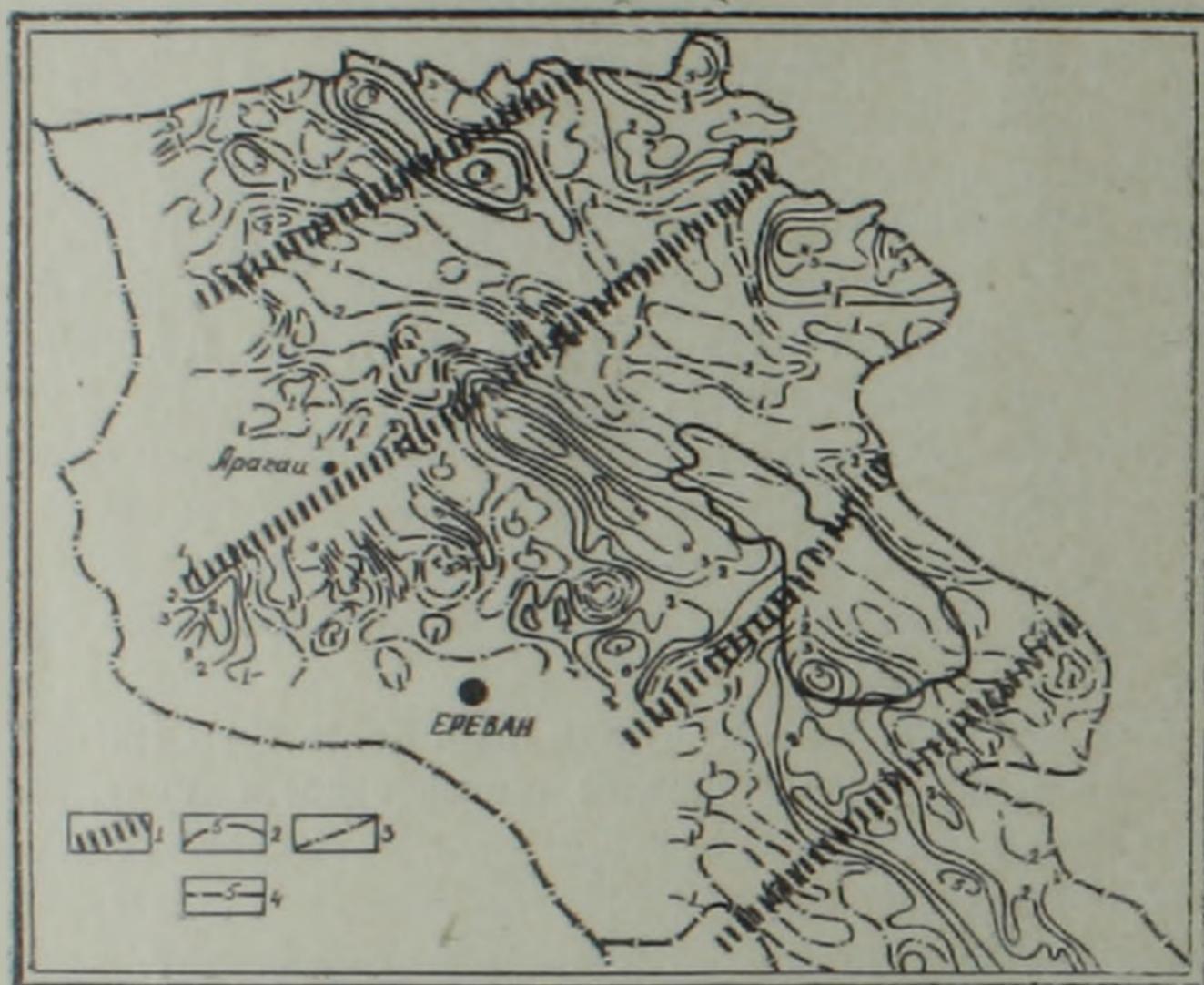


Рис. 2. Проявление антикавказских глубинных разломов в аномальном магнитном поле.

1—антикавказские глубинные разломы; изодинамы аэросъемки (по Г. А. Сироткину, высота съемки 1000—1200 м): 2—положительные; 3—нулевые; 4—отрицательные.

Северо-восточнее г. Лениакана подтверждается наличие Дигор-Степанаванского ГР по данным станции «Земля». По этим же данным глубина разлома составляет 45 км, до границы Мохоровичича, а плоскость зоны дробления имеет вертикальное расположение (рис. 3а). Заметное вертикальное смещение крыльев разлома почти отсутствует. На 1,5 км смещена лишь граница в гранитном слое, которая, вероятно, носит предположительный характер.

Арагац-Курижский ГР

Региональный разлом по направлению с. Талин—г. Арагац—с. Воскепар, выделенный Ц. Г. Акопяном по гравимагнитным признакам, поч-

ти совпадает с Арагац-Куринским ГР. Его длина в пределах Армянской ССР составляет 160 км.

По ГР нарушается структура гравитационного и магнитного полей. Особенно четко он проявляется в структуре аномального магнитного поля. К центральному фрагменту разлома приурочена смена знака поля ΔT : на северо-западе интенсивное (до 4 мэ) отрицательное поле; на юго-востоке крупная интенсивная (до 5 мэ) положительная аномалия и слабоотрицательные мелкие аномалии (рис. 2). По обе стороны от юго-западного фрагмента разлома, по карте наземной магнитной съемки, меняется рисунок поля. К северо-западу — относительно спокойное поле в основном положительного знака. К юго-востоку — интенсивное знако-

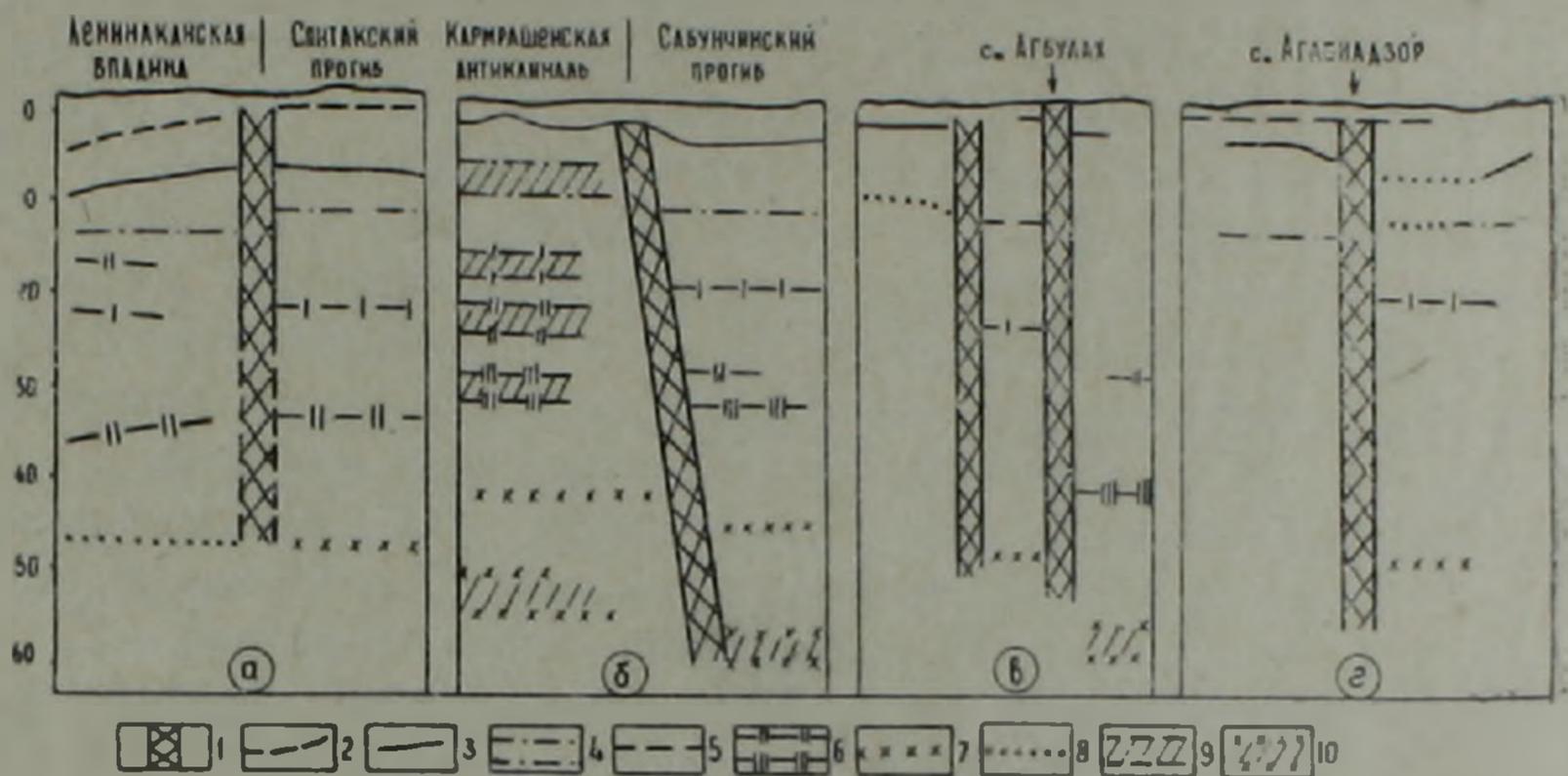


Рис. 3. Глубинные разрезы зон антикавказских глубинных разломов по материалам станции «Земля»:

а) Дигор-Степанаванского; б) Арагац-Куринского; в) Арарат-Севанского; г) Ерасх-Варденинского [6,7].

1—зоны глубинных разломов; 2—границы в осадочной толще; 3—поверхность кристаллического фундамента; 4—границы в «гранитном» слое; 5—поверхность «базальтового» слоя; 6—границы внутри «базальтового» слоя; 7—поверхность Мохоровичича; 8—предполагаемое поведение границы обмена; 9—границы, характеризующиеся разбросом точек обмена; 10—границы в мантии.

переменное поле. На северо-востоке территории Армянской ССР наблюдается слабая вытянутость изодинам вдоль зоны разлома. Эта картина поля интересна тем, что в этом районе изодинамы имеют северо-западное простирание и только вдоль ГР меняется направление. В общем плане вдоль зоны разлома аномальное магнитное поле принимает значение, близкое к нулю.

На юго-западе территории республики Арагац-Куринский ГР проявляется в гравитационном поле в виде короткой зоны больших градиентов (рис. 1). От с. Талин до г. Арагац разлом в перпендикулярном направлении сечет Артик-Ереван-Нахичеванскую региональную зону больших градиентов Δg . В центральном фрагменте ГР выделяется ме-

нее уверенно, а его наличие на северо-востоке по характеру поля Δg не вызывает сомнений; вдоль разлома протягивается градиентная зона.

К зоне Арагац-Куринского разлома приурочены некоторые эпицентры землетрясений с магнитудой 4 и более. Четкая дифференцированность разлома по сейсмоактивности не наблюдается.

В пределах Талинского района по данным «Земля» подтверждается наличие ГР. Его глубина превышает мощность земной коры, а сместитель имеет северо-западное падение под углом 80° (рис. 36).

Арарат-Севанский ГР

Арарат-Севанский разлом впервые выделен С. А. Пирузяном, исходя из линейного расположения эпицентров сильных и разрушительных землетрясений [5]. Затем Ц. Г. Акопяном и Ю. И. Никольским подтверждено наличие разлома на основе магнитометрических данных [5, 10]. ГР не соответствует узкая, протяженная зона больших градиентов гравитационного поля, но разлом прослеживается по характеру локального поля Δg . Короткая зона больших градиентов Δg соответствует ГР на юго-западе территории Армянской ССР, с горизонтальным градиентом до 4 мгл/км. Здесь, северо-западнее ГР, расположены минимум и максимум Δg с преобладающей протяженностью в общекавказском направлении, а юго-восточнее разлома наблюдается максимум, ось которого простирается в антикавказском направлении. В районе с. Гарни Арарат-Севанский ГР сечет Ереван-Нахичеванскую зону больших градиентов Δg . С места пересечения градиентная зона разветвляется. В пределах Севано-Ереванского грабен-синклинория ГР также проходит между локальными аномалиями Δg : северо-западнее ГР расположены два минимума и один максимум с амплитудой аномалии 8—14 мгл, форма которых изометрическая; юго-восточнее разлома имеется один относительно крупный, слабо вытянутый в общекавказском направлении минимум.

Вдоль Арарат-Севанского ГР протягивается отрицательная линейная магнитная аномалия (рис. 2). Она прерывает структурное строение положительных аномалий магнитного поля общекавказской зональности. На северо-востоке территории, в пределах Гегамского хребта и оз. Севан, ГР соответствует нулевое значение ΔT . К юго-западному сегменту ГР приурочена смена интенсивности магнитного поля: северо-западнее разлома аномальное поле характеризуется интенсивными ($\pm 3—5$ мэ), знакопеременными аномалиями с небольшими размерами, подавляющая часть которых при пересчете поля на высоту 3 км затухает; юго-восточнее ГР поле имеет слабоинтенсивный (± 1 мэ) характер, с относительно линейными формами магнитных аномалий.

Арарат-Севанский ГР характеризуется высокой сейсмической активностью. К зоне разлома приурочены многочисленные эпицентры сильных и разрушительных землетрясений: Двинские (851, 858, 861, 863 гг.), Гарнийское (1679 г.), Акна (1932 г.) и др. Заметно, что севе-

ро-восточный отрезок ГР менее сейсмоактивен, чем юго-западный. Если юго-западнее с. Гарни к зоне ГР приурочены многочисленные эпицентры землетрясений с магнитудой до 6, то северо-восточнее Гарни в зоне разлома расположены в основном эпицентры слабых толчков.

По данным станции «Земля», Арарат-Севанский ГР прослеживается до поверхности Мохоровичича, проникая на глубину до 50 км (рис. 3в). Сместитель разлома имеет вертикальное расположение. Наблюдается вертикальное смещение крыльев разлома по поверхности кристаллического основания с амплитудой 2 км. Об амплитуде смещения по глубоким границам трудно судить из-за отсутствия данных. Смещение по поверхности фундамента, по-видимому, имеет локальный характер, так как исследования проведены в зоне Севанского офиолитового пояса. Этим, наверно, надо объяснить отсутствие в разрезе основных опорных границ правее ГР.

Ерасх-Варденисский ГР

Ц. Г. Акопяном по данным наземной магнитной съемки впервые выделен региональный разлом по направлению с. Норашен—с. Ехегис—п. Варденис, а затем аэромагнитными данными [10] и с помощью станции «Земля» [7] подтверждено наличие и доказан глубинный характер разлома. Исходя из геометрии сгущения эпицентров Антикавказа, нами прослежен ГР на территории Ирана, до г. Маку [2]. Его длина в пределах Армянской ССР и Нахичеванской АССР составляет 120 км.

На юго-западе территории СССР Ерасх-Варденисскому ГР соответствует зона больших градиентов Δg локального характера (рис. 1). По обе стороны от зоны меняется простирание аномалии. К северо-западу максимум субширотного простирания, а к юго-востоку—максимум и минимум субмеридионального простирания. На границе Армянской ССР и Нахичеванской АССР разлом пересекается с Ереван-Нахичеванской зоной больших градиентов Δg . От места пересечения градиентная зона разветвляется на три ветви. В центральном фрагменте ГР проявляется в виде узкой относительно протяженной высокоградиентной зоны Δg . На северо-востоке разлом сечет зону больших градиентов гравитационного поля, протягивающуюся вдоль Севанских гор.

На аэромагнитной карте Ерасх-Варденисский ГР проявляется в виде линии нарушения структуры поля (рис. 2). Вдоль центрального фрагмента разлома наблюдается понижение интенсивности поля.

Разлом является сейсмогенным. Особенно высокой сейсмической активностью характеризуется юго-западный фрагмент ГР, где к зоне приурочены эпицентры землетрясения г. Маку (1840, 1968 гг.), с. Шарур (1840 г.). К зоне ГР приурочены также многочисленные слабые землетрясения, которые составляют линейную зону, протягивающуюся вдоль Ерасх-Варденисского разлома. График регрессии линейной эпи-

центральной зоны совпадает с ГР [2]. Сильные землетрясения, приуроченные к зоне разлома северо-восточнее с. Шатин, отсутствуют, а количество слабых толчков резко уменьшается.

По материалам станции «Земля» в трех местах подтверждается наличие ГР: на границе Армянской ССР и Нахичеванской АССР; у с. Ахавнадзор и в районе Севанских гор [7]. Глубина разлома составляет 50 км, а плоскость зоны дробления имеет вертикальное расположение. Предполагается, что у с. Ахавнадзор по разлому поверхность фундамента юго-восточного крыла на 1,5 км опущена (рис. 3).

Таким образом, из краткой геофизической характеристики и схемы расположения антикавказских ГР можно сделать следующие выводы:

а) разломы почти параллельны друг другу, а расстояние между ними относительно выдержано и составляет 40—60 км;

б) по материалам станции «Земля» глубина разломов прослеживается до поверхности Мохоровичича, а сместители разломов имеют близкo-вертикальное расположение;

в) существенные вертикальные смещения крыльев разломов отсутствуют, чем объясняется отсутствие протяженных зон больших градиентов Δg вдоль ГР;

г) вдоль зон разломов наблюдается понижение интенсивности аномального магнитного поля, что, по-видимому, связано с нарушением ориентации векторов остаточной намагниченности пород зон дробления;

д) все антикавказские ГР являются сейсмогенными, причем их юго-западные фрагменты более активны, чем северо-восточные (кроме Арагац-Куринского ГР).

Институт геофизики и инженерной
сейсмологии Академии наук Армянской ССР

Поступила 12.VI.1979.

Ս. Ն. ՆԱԶԱՐԵՅԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ՏԱՐԱՍՔԻ ՀԱԿԱԿՈՎԿԱՍՅԱՆ ԽՈՐՔԱՅԻՆ
ԲԵԿՎԱԾՔՆԵՐԻ ԵՐԿՐԱՖԻԶԻԿԱԿԱՆ ԲՆՈՒԹԱԳԻՐԸ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

ՀՍՍՀ տարածքում անջատվում են շորս հակակովկասյան ուղղութայան խորրային բեկվածքներ, որոնք միմյանց նկատմամբ ունեն համարյա զուգահեռին մոտ դասավորություն և սեյսմոակտիվ են: Իրանք առանձնացվում են լոկալ գրավիտացիոն և մաղնիսական դաշտերի կառուցվածքով: Խորրային բեկվածքների խորությունը «Զեմլյա» կայանի տվյալներով գերազանցում է երկրակեղևի հզորությունը:

THE GEOPHYSICAL CHARACTERISTIC OF ANTICAUCASIAN
ABYSSAL FRACTURES IN THE ARMENIAN SSR TERRITORY

A b s t r a c t

On the basis of the geophysical data complex 4 anticaucaasian abyssal fractures zones are marked out. According to the "Zemlya" station data their depth exceeds the thickness of the Earth's crust. The seismic characteristics of revealed fractures are considered.

ЛИТЕРАТУРА

1. Асланян А. Т. Региональная геология Армении. Изд. «Айпетрат», 1958.
2. Баграмян А. Х., Назаретян С. Н. Некоторые вопросы сейсмотектоники Армении. «Сейсмологический бюллетень Кавказа 1974 г.». Изд. «Мецниереба», Тбилиси, 1976.
3. Бюк Е. И. Сейсмические условия Закавказья. Часть I. Тбилиси, 1948.
4. Габриелян А. А., Пирузян С. А. Сейсмотектоническая схема Армении и сопредельных частей Антикавказа. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4, 1972.
5. Геология Армянской ССР. Том X. «Геофизика». Изд. АН Арм. ССР, Ереван, 1972.
6. Егоркина Г. В. и др. Строение земной коры северо-западной части Армении. «Советская геология», № 3, 1976.
7. Егоркина Г. В. и др. Изучение глубинных разломов по материалам станций «Земля» на территории Армении. «Разведочная геофизика», вып. 72, «Недра», М., 1976.
8. Назаретян С. Н. Общие закономерности размещения глубинных разломов на территориях Армянской ССР и Нахичеванской АССР. ДАН Арм. ССР, т. LXVII, № 4, 1978.
9. Назаретян С. Н., Казарян С. С. Опыт классификации глубинных разломов территории Армянской ССР, выявленных по данным геофизики. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 3, 1976.
10. Никольский Ю. И., Сироткина Т. Н., Милай Т. А. Некоторые черты тектоники и истории геологического развития территории Армении по данным геофизики. В сб. «Методы разведочной геофизики», вып. 12. «Недра», Л., 1971.
11. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР. «Наука», М., 1977.
12. Саркисян А. О., Волчанская Н. К. О блоковом строении территории Армянской ССР и прилежащих районов Малого Кавказа. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4, 1973.