

УДК 550.34(479.25)

Ш. С. ОГАНИСЯН, С. Н. НАЗАРЕТЯН

О СВЯЗИ МЕЖДУ ГЕОФИЗИЧЕСКИМИ ПОЛЯМИ И СЕЙСМИЧНОСТЬЮ НА ТЕРРИТОРИИ АРМЯНСКОЙ ССР

Путем сопоставления линейных элементов гравитационного и магнитного полей с картой эпицентров землетрясений изучена связь между ними. Выделены элементы, которые характеризуются высокой сейсмической активностью, к числу которых относятся зоны больших градиентов гравитационного поля, районы их пересечения и сочленения, границы магнитных зон и подзон, линии нарушения структуры аномального магнитного поля, районы пересечения региональных зон больших градиентов Δg с линиями нарушения структуры магнитного поля и др. Эти закономерности позволяют сделать вывод о возможности применения геофизических полей с целью выделения сейсмогенных зон.

Проблема выделения сейсмогенных зон включает ряд вопросов как по изучению геологических условий возникновения землетрясений, так и по установлению связи между различными геофизическими полями и сейсмичностью. Следовательно, решать эту проблему без привлечения геологических, геофизических и геодезических материалов нельзя, поскольку тектонические движения и сейсмичность являются следствием одного и того же эндогенного процесса. Тектонические движения в свою очередь определяют формы складок и рельефа, а также формируют распределение геофизических полей.

Известно, что земной шар в целом находится в состоянии изостатического равновесия. Однако наблюдаются и многочисленные нарушения равновесия в районах повышенной тектонической активности.

Нарушения изостатического равновесия отдельных участков земной коры являются результатом действия глубинных тектонических сил и при отсутствии антиизостатических сил аномальное распределение масс в земной коре быстро переходит в равновесие, поэтому наличие изостатических аномалий силы тяжести чаще всего свидетельствует об активности тектонического процесса. С этой точки зрения возникает необходимость изучения в первую очередь изостатических аномалий физических полей. Совершенно справедливо отмечают исследователи [1], что нарушение изостатического равновесия является таким же показателем современной активности того или иного региона, как и современные движения земной коры, вулканизм, сейсмичность и т. п. Из карты изостатических аномалий [1] следует, что земная кора в пределах Армении в целом находится в изостатическом равновесии.

Куринской зоне прогибания соответствует область наиболее интенсивных положительных изостатических аномалий силы тяжести. В не-

которых местах интенсивные положительные аномалии выходят за границу Куринского межгорного прогиба в пределы зоны моноклинального поднятия северо-восточного склона Антикавказа.

Аналогичная картина наблюдается в зоне Средне-Араксинского межгорного прогиба, которая пространственно совпадает с зоной положительных изостатических аномалий силы тяжести за исключением Ереванского прогиба, которому соответствует пониженное значение изостатических аномалий.

Неовулканическая зона Антикавказа характеризуется пониженными значениями изостатических аномалий силы тяжести (+15 мгл). Местами наблюдаются даже отрицательные аномалии, близкие к нулевым значениям.

Тот факт, что Куринская впадина и Средне-Араксинская котловина характеризуются интенсивными положительными изостатическими аномалиями, может служить указанием на связь погружения этих участков с уплотнением вещества в результате заполнения прогибов осадками, а неовулканическая зона Антикавказа, которая характеризуется пониженными значениями изостатических аномалий, совпадает с участками поднятия, средняя суммарная амплитуда которого составляет 2000 м. Это подтверждается отсутствием отложений целого ряда систем (девона, карбона, перми, триаса, юры, нижнего мела).

По границе между зонами Средне-Араксинского прогиба и неовулканического поднятия, а также между зонами моноклинального поднятия северо-восточного склона Антикавказа и Куринской депрессии, горизонтальные градиенты изостатических аномалий достигают максимальных значений, особенно в тех местах, где градиенты новейших движений также характеризуются наибольшими величинами.

Подавляющее большинство землетрясений Армении имеет неглубокие очаги (порядка 5—10 км), за исключением некоторых землетрясений, глубины очагов которых также оказываются небольшими (20—25 км). Это дает возможность при выделении сейсмогенных зон на территории Армении наряду с картой изостатических аномалий использовать также другие геофизические данные, которые отражают строение верхних частей земной коры.

Гравитационное поле на всей рассматриваемой территории, представленное редукцией Буге, повсеместно характеризуется отрицательными значениями аномалий силы тяжести. Наиболее интенсивными отрицательными аномалиями характеризуются почти все главнейшие хребты и возвышенности Армянского нагорья, возможными причинами которых являются процессы, происходящие в подкоровом слое и приводящие к разуплотнению вещества в зонах поднятия. Поле Δg имеет зональный характер. Четко выделяются три гравитационные зоны общекавказского простирания: Среднеараксинская, Центральная и Северо-Восточного склона Антикавказа.

Среднеараксинская зона повышенных значений аномалий силы тяжести, в пределах которой отмечается ряд аномалий второго и более

низкого порядка в виде относительных максимумов, разделяющихся друг от друга либо локальными минимумами, либо зонами больших горизонтальных градиентов, совпадает с областью прогибания, состоящей из ряда положительных плиоцен-антропогенных и унаследованных от олигоцен-миоцена впадин, разделенных поперечными поднятиями палеозойского основания.

Центральная зона интенсивных отрицательных аномалий силы тяжести соответствует области развития новейших тектонических движений, происходивших в плиоцене и постплиоцене и игравших исключительную роль в создании современного высокогорного, сильно расчлененного рельефа Армянского нагорья.

Крупные вулканические сооружения Армянского нагорья (Ахаллакское, Арагацкое, Гегамское, Сюникское и др.), на которых насажены многочисленные вулканические центры извержений, характеризуются интенсивными отрицательными аномалиями силы тяжести. Вышеуказанные участки в плиоцене и антропогене испытывали поднятия брахиантуклинального типа с амплитудой свыше 3000 м.

Существенной особенностью всех областей поднятия является приуроченность к их ядрам пород интрузивного комплекса. Кроме этого в пределах зоны поднятия расположены многочисленные минеральные источники, иногда с высокой температурой [2].

Зона Северо-Восточного склона Антикавказа, как и Средне-Араксинская, характеризуется относительным гравитационным максимумом. Но в отличие имеет несложное строение.

При сопоставлении карты Δg в редукции Буге с картой эпицентров землетрясений заметно, что из элементов гравитационного поля относительно полноценная связь наблюдается между зонами больших градиентов и сейсмичностью, поэтому на рис. 1 нанесены лишь эти элементы поля Δg . По размерам и величине градиентов, зоны больших градиентов Δg территории Армении неравнозначны. При пересчете поля по высоте намечается, что по высоте трансформации, непротяженные зоны больших градиентов постепенно исчезают и четко выделяются лишь две региональные зоны градиентов, по которым территория Армении расчленяется на гравитационные зоны. Эти градиентные зоны имеют глубинный характер и ограничивают мегаблоки (тектонические зоны) земной коры. Одна из них протягивается по направлению Ани—Ереван—Джульфа и прослеживается за пределами СССР. Величина горизонтального градиента Δg составляет в среднем 3—4 мгл/км, притом градиент в пределах Араратской котловины больше, чем в Нахичеванской котловине. Надо сказать, что по этому направлению, на картах изостатических аномалий также протягивается зона больших градиентов. Эпицентры Ленинканских, Талинских, Двинских, Садаракских, Нахичеванских и Джульфинских землетрясений расположены в пределах этой зоны больших градиентов Δg . Заметно также, что интенсивность землетрясений в пределах Араратской котловины больше, чем в Нахичеванской котло-

вине. Это, по-видимому, коррелируется с величиной градиентов зоны гравитационного поля.

Вторая зона больших градиентов Δg протягивается по направлению Алаверди—Башкенд—Горис—Шишкерт и также имеет региональ-

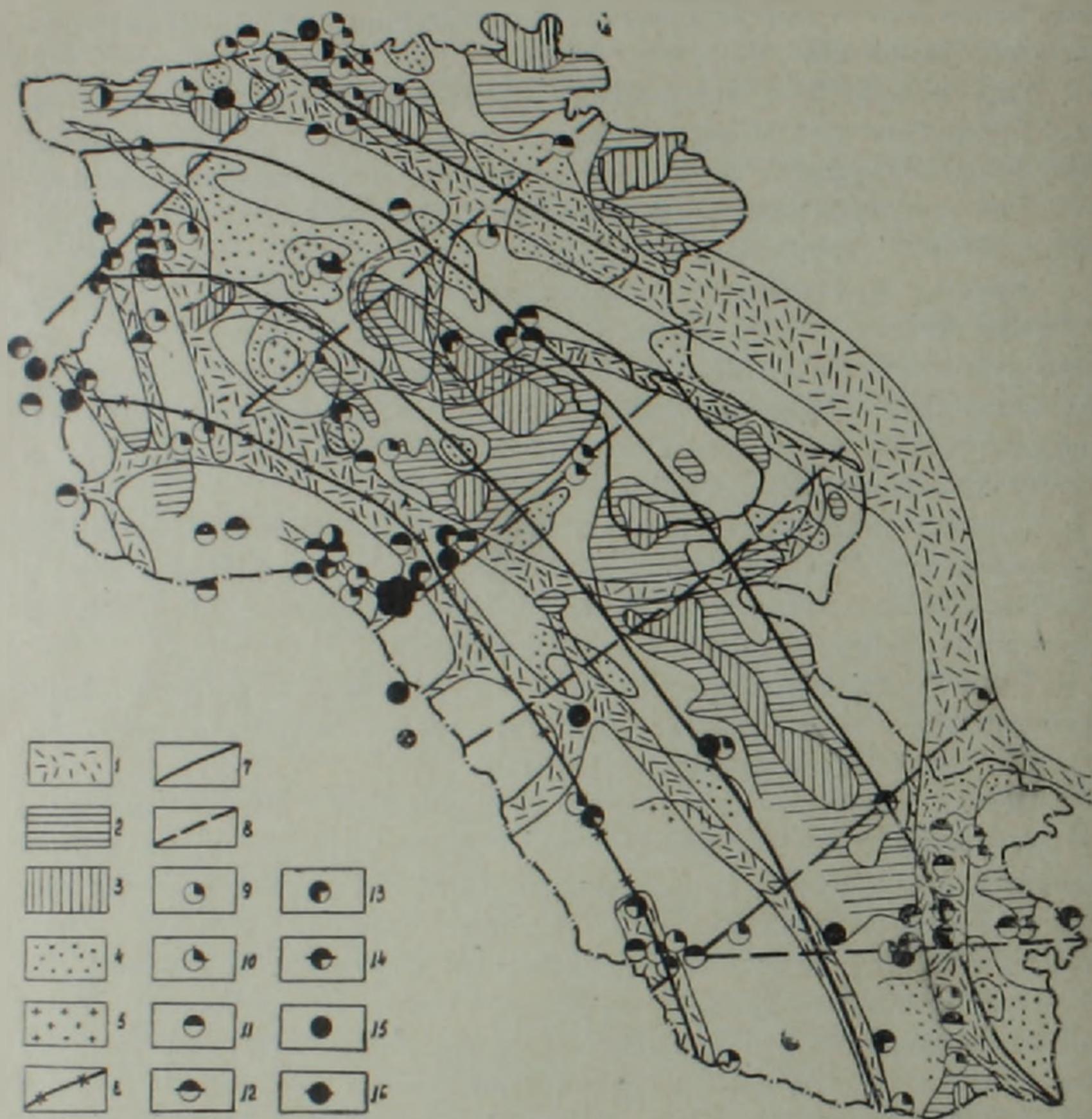


Рис. 1. Схема элементов гравитационного и магнитного полей и карта эпицентров землетрясений территории Армянской ССР. 1— зоны больших градиентов Δg ; аномалии магнитного поля; 2— положительные аномалии с интенсивностью до 3 мэ; 3— положительные аномалии с интенсивностью 3 мэ и более; 4— отрицательные аномалии с интенсивностью до 3 мэ; 5— отрицательные аномалии с интенсивностью менее 3 мэ; 6— граница магнитных зон; 7— границы магнитных подзон; 8— линии нарушения структуры аномального магнитного поля. Эпицентры землетрясений в баллах [11]: 9—5, 10—5—6, 11—6, 12—6—7, 13—7, 14—7—8, 15—8, 16—8—9.

ный характер. Она на северо-западе продолжается на территории Грузии, а на юго-востоке— Ирана. В отличие от центрального фрагмента градиентной зоны, северо-западный и юго-восточный фрагменты являются сейсмоактивными. Здесь к градиентной зоне приурочены много-

численные эпицентры сильных и слабых землетрясений, причем интенсивность землетрясений на юго-восточном фрагменте больше, чем на северо-западном. Надо отметить, что величина горизонтального градиента Δg указанных фрагментов также неодинакова. Она относительно больше на юго-востоке.

Остальные зоны больших градиентов Δg имеют локальный характер и ограничивают геоблоки более низкого порядка. Но, несмотря на это, намечается пространственная связь эпицентров с некоторыми локальными градиентными зонами (в пределах Ленинанканской и Араратской котловин, Загезурского хребта, в Гукасянском районе и др.). Особенно высока сейсмоактивность в районах пересечения и сочленения зон больших градиентов. К таким структурным элементам гравитационного поля приурочены Ленинанканский, Двинский, Алавердский, Талинский группы эпицентров.

Территория Армении характеризуется высокоградиентным, знакопеременным аномальным магнитным полем с разной интенсивностью и морфологией аномалий. Такое сложное строение магнитного поля обусловлено сложным геологическим строением. Особое влияние на магнитное поле имеют магматические образования, которые присутствуют почти во всех системах и по магнитным свойствам сильно дифференцированы. Горные породы нижней юры и более древние (кроме интрузивов) в основном характеризуются слабомагнитными свойствами и особое влияние на аномальное магнитное поле не имеют. Картина поля особенно осложнена влиянием комплекса пород, перекрывающих среднюю юру. Аномалии, имеющие более глубинные источники, обусловлены магматическими телами, которые внедрялись по зонам глубинных разломов.

Пересчеты аномального магнитного поля по высоте, высотные аэромагнитные съемки и прямые расчеты показывают, что источники основной части магнитных аномалий лежат до тех глубин, где расположены очаги подавляющей части землетрясений, т. е. до 20—30 км. Этот факт уже дает основание применения магнитометрии для выделения сейсмогенных зон.

Опыт изучения сейсмичности в разных регионах показывает, что из геоструктур особенно сейсмогенными являются линейные структуры (разрывные нарушения, оси складок и т. п.) и районы их пересечения, поэтому при выделении сейсмогенных зон нами рассмотрены линейные геомагнитные элементы регионального характера. На рис. 1 выделены некоторые такие структуры, к числу которых отнесены границы магнитных зон и подзон; линии нарушения структуры аномального магнитного поля. Без геологической интерпретации указанных структур поля ΔT рассмотрим их связь с эпицентрами землетрясений.

Граница магнитных зон проходит по направлению п. Анипемза— г. Ереван— с. Джульфа и расчленяет территорию Армении на две крупные, резко отличающиеся друг от друга магнитные зоны: Приараксинская и Присеванская. Приараксинская зона охватывает Араратскую и Нахичеванскую котловины и характеризуется спокойным, близко к ну-

левым значениям, безградиентным аномальным магнитным полем. Присеванская зона охватывает целиком горное сооружение Малого Кавказа и по характеру ΔT является противоположной Приараксинской. Здесь преобладают аномалии разных размеров и разного знака, интенсивность которых достигает несколько тысяч гамм. Граница магнитных зон приблизительно совпадает с Ереван—Нахичеванской зоной больших градиентов Δg и является высокосейсмичным. Анийская, Двинская и Нахичеванская группы эпицентров сильных землетрясений приурочены к границе магнитных зон.

Граница магнитных подзон по направлению Алаверди—Башкет совпадает с региональной зоной больших градиентов Δg . Северо-восточнее от этой границы поле ΔT имеет положительное значение с относительно изометрическими формами магнитных аномалий, а юго-западнее границы поле имеет в основном отрицательное и близкое к нулю значение. К северо-западному отрезку границы магнитных подзон приурочены несколько эпицентров относительно несильных землетрясений.

Особенно четко выделяются границы магнитных подзон по направлениям Гукасян—Севан—Шишкерт и Ленинанкан—Азизбеков—Ордубад, которые ограничивают с севера, северо-востока и юга, юго-запада зону интенсивных положительных аномалий ΔT . На высокоточных аэромагнитных картах эти границы выражены узкими (3—6 км) протяженными зонами больших градиентов магнитного поля (30—60 гамм/км, при высоте съемки 4200 м [10]). Эпицентры сильных землетрясений, приуроченных к центральным отрезкам этих магнитных границ, неизвестны. Наоборот, высокосейсмичны их северо-западные и юго-восточные отрезки, которые по магнитной характеристике резко отличаются от центральных отрезков. Если по центральным отрезкам в поперечном направлении намечается четкая смена знака и интенсивности магнитного поля, то по северо-западным и юго-восточным отрезкам такая картина не наблюдается. Здесь, вдоль границ магнитных подзон, падает интенсивность поля ΔT и принимает значение близкое к нулю. К северо-западному отрезку границы магнитных подзон по направлению Гукасян—Севан—Шишкерт приурочены эпицентры землетрясений Гукасяна, Кировакана, Севана, юго-восточному—Сюника. К границе подзон Ленинанкан—Азизбеков—Ордубад на северо-западе приурочены землетрясения Ленинанканского района, а на юго-западе— Азизбекова, Зангезурского хребта и Ордубада.

Линейная отрицательная аномалия по направлению городов Арарат—Камо простирается в антикавказском направлении и нарушает общекавказскую зональность аномального магнитного поля. Она нарушает сплошность интенсивных положительных аномалий, соответствующих складчатой зоне Армении. Вдоль этой аномалии расположены сильные и разрушительные землетрясения Арарата, Двина, Камо. На основе линейного расположения эпицентров указанных землетрясений С. А. Пирюзьяном по оси магнитной аномалии проведен региональный разлом [11].

Линия нарушения структуры поля ΔT по направлению Каджаран—Кафан имеет субширотное простирание, по обе стороны от которой резко меняется характер поля.

Севернее линии поле ΔT характеризуется интенсивными, крупными положительными аномалиями, южнее—интенсивной отрицательной аномалией. Вдоль указанной линии на высокоточных аэромагнитных картах намечается зона больших градиентов ΔT . Пространственно к этому направлению приурочены эпицентры сильных землетрясений, в том числе зангезурских землетрясений 1931 и 1968 г. г. Вероятное направление разрыва по определениям динамических параметров землетрясений 1968 г. протягивается вдоль этой линии [6].

Высокой сейсмичностью характеризуется линия нарушения структуры магнитного поля по направлению Ани—Ленинакан—Степанаван, к которой приурочены многочисленные эпицентры, в том числе и разрушительных землетрясений районов городов Ани, Ленинакан, Степанаван. Особенно высока сейсмичность в тех местах, где линия нарушения структуры поля ΔT антикавказского направления пересекается с границами магнитных зон и подзон (Ани, Ленинакан, Алаверди). Вдоль указанной линии намечается понижение интенсивности поля, величина которой приближается к нулю.

Арагац—Иджеванская линия нарушения структуры аномального магнитного поля также протягивается в антикавказском направлении, вдоль которой значение ΔT резко понижается и принимает нулевое и близкое к ней значение. По обе стороны линии в центральном отрезке меняется знак и форма магнитных аномалий, а на северо-востоке и юго-западе— рисунок поля. Землетрясения Арагаца, Апарана, Фиолетово и Иджевана приурочены к указанному элементу поля.

В общем плане заметно, что районы, которые характеризуются интенсивными положительными магнитными аномалиями больших размеров, являются относительно слабосейсмическими (Гегамское, Сюникское нагорья, Ноемберянский и Шамшадинский районы), а в районах, где наблюдается знакопеременное, дифференцированное поле ΔT , сейсмичность больше (Ленинаканская, Араратская котловины, Зангезурский, Севанский и Алавердский районы и др.).

Намечается также одно важное соотношение между гравитационным, магнитным полями и сейсмичностью. Районы, где пересекаются региональные зоны больших градиентов Δg с линиями нарушения структуры магнитного поля, как правило, характеризуются высокой сейсмичностью. Двинская, Зангезурская, Алавердская, Ленинаканская, Талинская группы эпицентров расположены именно в таких районах.

Важной особенностью сейсмичности Антикавказа является то, что от северо-востока к юго-западу возрастает сейсмическая активность (частота и сила землетрясений), или она возрастает от области раннеальпийской складчатости к области позднеальпийской складчатости [5]. Изучение данных высокоточной нивелировки показывает, что имен-

но в этом направлении увеличивается и амплитуда вертикальных движений земной коры, и они более дифференцированы.

Обобщая вышесказанное можно заметить, что успешно можно применять геофизические поля для выявления сейсмоактивных зон на территории Армянской ССР, при этом особое внимание надо уделять наиболее вероятным сейсмогенным элементам гравитационного и магнитного полей, к числу которых относятся зоны больших градиентов гравитационного поля, районы пересечения и сочленения зон больших градиентов Δg , границы магнитных зон и подзон, линии нарушения структур аномального магнитного поля, районы пересечения границ магнитных зон и подзон с линиями нарушения структуры поля ΔT , районы пересечения региональных зон больших градиентов Δg с линиями нарушения структуры магнитного поля.

Институт геофизики и инженерной сейсмологии АН Армянской ССР

Поступила 27.III.1979.

Շ. Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍԻԱՆ, Ս. Ն. ՆԱԶԱՐԵՏԻԱՆ

ՀԱՅԿԱԿԱՆ ՍՍՀ ԲՆԱՏԱՐԱԾՔՈՒՄ ԵՐԿՐԱՅԻՋԻԿԱԿԱՆ ԳԱՇՏԵՐԻ
ԵՎ ՍԵՅՍՄԱԿԱՆՈՒԹՅԱՆ ՄԻՋԵՎ ԵՂԱԾ ԿԱՊԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Անոմալ գրավիտացիոն և մագնիսական դաշտերի գծային տարրերի սխեմայի և էպիկենտրոնների քարտեզի համադրումից նկատվում են որոշակի օրինաչափություններ, որոնք թույլ են տալիս առանձնացնելու ՀՍՍՀ բնատարածքի սեյսմոգեն գոտիները: Նշված դաշտերի հավանական սեյսմոգեն տարրերից են՝ բարձր գրադիենտային գրավիտացիոն գոտիները, այդ գոտիների հատման շրջանները, մագնիսական սևոմալ դաշտի գոտիների և էնթագոսիների սահմանները, ֆիզիկական դաշտերի ստրուկտուրային կտրուկ փոփոխման ուղղությունները և այլն:

SH. S. HOVHANNISIAN, S. N. NAZARETIAN

ON THE CONNECTION BETWEEN GEOPHYSICAL FIELDS AND SEISMICITY ON THE ARMENIAN SSR TERRITORY

A b s t r a c t

A comparison of gravitational and magnetic fields linear elements and earthquakes epicentres chart is made to investigate the connection between them. The elements are marked out which are characterized by the high seismic activity as gravitational field large gradients zones, magnetic zones and subzones boundaries, anomal magnetic field struc-

ture dislocation lines. These regularities allow to conclude the possibility of physical fields applying in marking out the seismogene zones.

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. *Артемьев М. Е.* Изостазия. «Наука», М., 1973.
2. *Асланян А. Т.* Региональная геология Армении. Изд. «Айпетрат», 1958.
3. *Гамбурцев Г. А.* Состояние и перспективы работ в области прогноза землетрясений. Бюлл. Совета по сейсмологии, № 1, 1955.
4. *Габриелян А. А.* Новейшая тектоника и сейсмичность Армянской ССР и смежных частей Антикавказа. Известия АН Арм. ССР, серия геол. и географ. наук, т. XVI, № 4—5, 1963.
5. *Габриелян А. А., Пирузян С. А.* Сейсмическая схема Армении и сопредельных частей Антикавказа. Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле, № 4, 1972.
6. *Карапетян Н. К.* Результаты сейсмологического изучения Зангезурских землетрясений 1968 г. В кн. «Результаты комплексного изучения Зангезурского землетрясения».
7. *Кириллов И. В., Люстих Е. Н. и др.* Анализ геотектонического развития и сейсмичности Кавказа. Изд. АН СССР, М., 1960.
8. *Люстих Е. Н., Магницкий В. А.* Вертикальные движения земной коры, изменения гравитационного поля во времени и перемещения подкорковых масс. В кн. «Современные движения земной коры». Изд. АН СССР, М., 1963.
9. *Никольский Ю. Н. и др.* Некоторые черты геологического развития территории Армении по данным геофизики. «Методы разведочной геофизики», вып. 12, «Недра». Л., 1971.
10. Новый каталог сильных землетрясений на территории СССР. «Наука», М., 1977.
11. *Пирузян С. А.* Опыт детального сейсмического районирования территории Большого Ереванского района. Изд. «Айастан», Ереван, 1969.
12. *Субботин С. И., Наумчак Г. Л., Рахимова И. Ш.* Процессы в верхней мантии Земли и строение земной коры. Изд. «Наукова думка», Киев, 1964.