

ГЕОФИЗИКА

Մ. Ս. ՕԳԱՆԻՍՅԱՆ

О ПРИРОДЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ АНОМАЛИЙ СИЛЫ ТЯЖЕСТИ
АРАРАТСКОЙ КОТЛОВИНЫ

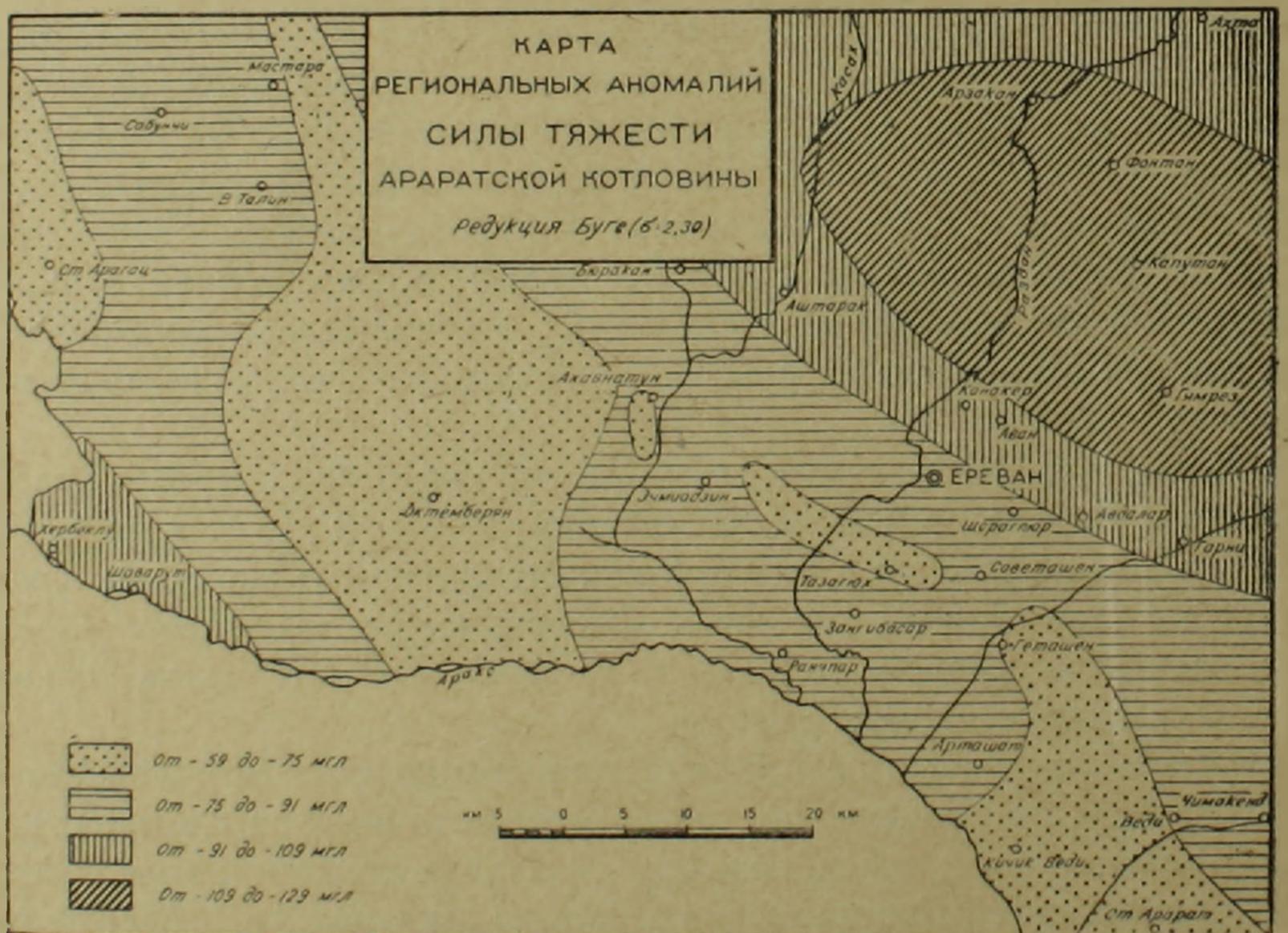
Гравитационное поле Араратской котловины, входящей в состав альпийской геосинклинальной зоны, характеризуется отрицательными значениями аномалий силы тяжести и разделяется на две зоны: юго-западную (центральная максимальная зона), отличающуюся повышенными значениями аномалий силы тяжести (от -60 до -90 мгл) и северо-восточную со значениями аномалий -90 — -130 мгл. Центральная максимальная зона, в состав которой входят Кичик-Вединский, Тазагюхский, Ахавнатунский, Октемберянский и Арагацский относительные максимумы силы тяжести, с перерывами и ундуляциями протягивается на значительное расстояние от ст. Арарат на юго-востоке, до ст. Арагац на северо-западе, т. е. она представляет собою элемент гравитационного поля, отражающий, в основном, региональную тектонику. Шаварутский минимум, повидимому, является гравитационной структурой того же порядка, что и указанные зоны. В районе с. Шаварут выявлена лишь небольшая часть этого предполагаемого регионального минимума, примыкающего к юго-западной зоне за пределами государственной границы. Фонтанский интенсивный минимум входит в состав северо-восточной зоны, которая охватывает небольшую высокогорную часть центральной Армении.

Перед тем, как перейти к рассмотрению погребенных масс, обуславливающих региональные аномалии силы тяжести, нам кажется уместным остановиться на причинах, вызывающих отрицательные аномалии силы тяжести в геосинклинальных зонах. Существуют разные гипотезы. Не останавливаясь подробно на разборе литературных материалов, приведем здесь лишь некоторые выводы.

В. Боуи объясняет эти аномалии существованием изостатической компенсации, т. е. наличием под горными областями пород, плотность которых меньше, чем у пород, лежащих под прилегающими к этим областям впадинами [7]. Против теории изостазии выступал А. Д. Архангельский, считавший, что совершенно ненужным является принцип изостазии для объяснения тех геологических явлений, которые с ним связывают, как прогибание геосинклиналей, поднятия отдельных участков земной коры и т. д. «Эти явления зависят от разнообразных причин, но меньше всего от перемещений пластичных подкорковых масс в связи с наруше-

нием изостазии» [2]. По Е. Н. Люстиху, «с точки зрения изостазии весь Кавказ — и в особенности Большой Кавказ — перегружен, т. е. обладает избыточной массой. Следовательно, поднятие хребтов Кавказа совершается против изостатических сил. Восточная часть Кавказа, наоборот, недогружена и, следовательно, опускания здесь также происходят против изостатических сил» [12].

Веннинг-Мейнес выдвинул гипотезу о том, что горные сооружения представляют собой опущенные вниз крупные складки земной коры, на фоне которых приподнят, в виде хребтов, лишь тонкий поверхностный слой. Он предполагает, что основная складчатость типа геосинклиналей распространяется значительно шире, чем поверхностная складчатость верхних горизонтов коры и, что отрицательные аномалии могут быть объяснены широким погружением сиалической оболочки в сематическую, плотность которой больше чем сиала (9). С этой гипотезой согласен Б. А. Андреев, который предполагает, что одним из объяснений наличия крупных региональных отрицательных аномалий в геосинклинальных районах является допущение, что земная кора, имеющая плотность в среднем $2,7 \text{ г/см}^3$ и лежащая на более плотном подкоровом слое ($\sigma = 3,0 - 3,3 \text{ г/см}^3$), в геосинклинальных районах прогибается вниз, т. е. мощность ее здесь больше, чем в платформенных областях. Это предположение за последние годы нашло подтверждение в данных сейсмологии [11].



Предлагались и другие объяснения: П. Эванс и У. Кромптон [18], Браун [19], Гальвиц [20], В. А. Магницкий [14], С. И. Субботин [17] и т. д. Гипотез — сколько угодно. Трудность заключается не в том, чтобы указать на какие-либо причины, вызывающие отрицательные аномалии,

а в том, чтобы из множества гипотез выбрать наиболее реальные на основе рассмотрения гравитационных аномалий с привлечением результатов других геофизических методов, новейшие данные которых заставляют пересмотреть прежние выводы относительно почти совершенного господства изостазии. В Индии, которая является родиной изостазии, в СССР, в морях Индонезии наблюдаются значительные отклонения от изостазии. Согласно теории изостазии, под океанами должны лежать более плотные породы, чем на том же уровне под континентами. Большое число гравитационных измерений было произведено в северо-восточной части Атлантического океана. Значения силы тяжести оказались одинаковыми как над океаном, так и над ближайшими континентами и мелководными морями [19]. Если бы в действительности имело место изостатическое равновесие земной коры, то после введения изостатических редуций аномалий силы тяжести в среднем равнялись бы повсюду нулю. Однако, ни одна схема строения земной коры, основанная на изостатических гипотезах, не обеспечивает это в большинстве районов.

Резкие отрицательные аномалии в области горных хребтов, на наш взгляд, обусловлены процессами глубинного порядка и характеризуют наиболее подвижные участки земной коры. Действительно, альпийская геосинклинальная зона, характеризующаяся преимущественно распространением больших отрицательных аномалий (— 500 мгл на Памире и — 200 мгл на Кавказе), является одной из наиболее подвижных зон земной коры, о чем свидетельствуют имеющиеся здесь место землетрясения, достигающие 7 и более баллов. Слабость сейсмических проявлений на Урале свидетельствует о том, что тектонические движения здесь в основном давно затихли и сейчас проявляются в очень слабой степени. На гравиметрической карте Урала бросается в глаза резко очерченная полоса крупных положительных аномалий Буге до + 85 мгл [3].

Переходя к истолкованию региональных гравитационных аномалий Араратской котловины, укажем, что главнейшим фактором, обуславливающим изменение ее гравитационного поля, является рельеф поверхности кристаллического фундамента. В наблюдаемых аномалиях главную роль играет рельеф поверхности допалеозойских образований, отличающихся заметной избыточной плотностью относительно перекрывающих их отложений. Незначительные колебания плотности в разрезе мезокайнозойских толщ не могут вызвать существенного гравитационного эффекта. Последний накладывается на общую картину гравитационного поля, создаваемого более плотными образованиями палеозойско-докембрийского комплекса. Наличие ряда случаев качественного и количественного соответствия является доказательством правильности этого утверждения. Например: 1) результаты количественной интерпретации гравитационных данных, выразившиеся на глубине 600 м, были сверены с данными скважины в районе с. Тазагюх, которая пересекла кристаллический фундамент на глубине 520 м; 2) полученная нами глубина залегания (около 5 км) в приереванском районе незначительно расходится с существующим представлением о геологическом строении, согласно которому

вся мощность комплекса осадочных отложений, покрывающих породы нижепалеозойско-докембрийского возраста, оценивается величиной в 4—5 км.

Однако, из вышеуказанного нельзя делать вывода о повсеместном преобладающем значении этого фактора. В ряде случаев имеет место обратное явление. Например: 1) Арзаканский кристаллический массив, сложенный разнообразными метаморфическими породами докембрийского и нижнепалеозойского возраста, характеризуется аномалиями —110 ÷ —130 мгл; 2) в районе с. Тазагюх, где кристаллический фундамент находится на глубине 520 м (по данным бурения), значения аномалий силы тяжести достигают —60 мгл; 3) разница в аномалиях между Тазагюхским и Октемберянским относительными максимумами составляет 10 мгл. Для того, чтобы при разности плотностей $0,3 \text{ г/см}^3$ обусловить наличие таких колебаний аномалий, нам нужно было предположить погружение фундамента в районе Октемберяна под мезо-кайнозойскими породами, достигающими мощности 1000 м, что по-видимому невозможно. Действительно, скв. № 3, заложенная на оси Октемберянского максимума, после 300 метровой толщи покровных базальтов, вскрыла Загинскую толщу (сармат), затем на глубине 365 м гипсоносно-соленосную толщу (ср.— нижний миоцен), мощность которой оказалась равной 300 м. Забой этой скважины находится на глубине 720 м в пестроцветной толще миоцена. В этом же районе расположена опорная скважина, забой которой находится на глубине 2800 м возможно в пестроцветной толще миоцена.

Можно привести и другие примеры, указывающие на малую связь рельефа кристаллического фундамента с аномальным полем. Этими примерами достаточно убедительно доказывается, что не всегда существует прямая зависимость между рельефом фундамента и аномалией силы тяжести. Если бы изменение гравитационного поля действительно соответствовало неровностям поверхности фундамента, тогда от Арзаканского кристаллического массива к Араратской котловине должно было бы наблюдаться уменьшение величины гравитационного поля. В действительности же имеем обратную картину, т. е. значение гравитационного поля увеличивается почти в полтора раза при учете поправки за рельеф местности, уменьшающей аномалию на 25%. Араратская котловина характеризуется аномалиями от —60 до —80 мгл, а Арзаканский кристаллический массив обуславливает аномалию, достигающую —110 ÷ —130 мгл. Амплитуда колебания аномалий силы тяжести составляет примерно 50 мгл.

Возникает вопрос, какие геологические причины могут привести к возникновению описанного распределения гравитационного поля. В настоящий момент при скудности фактического материала мы еще не можем дать определенное геологическое истолкование этого явления и поэтому наши суждения носят в значительной степени характер гипотезы.

Для объяснения этих явлений можно, например, предположить, что кроме формы поверхности фундамента, на характер гравитационного по-

ля влияет и распределение плотности в толще кристаллических пород, связанное с петрографическим составом последних. По имеющимся данным внутри пород кристаллического фундамента отмечается дифференциация плотности порядка $0,1 \div 0,2 \text{ г/см}^3$ при которой каждый километр вертикальной мощности фундамента обусловит аномалии $4 \div 8 \text{ мгл}$. Как видно, возмущающее действие, обусловленное неоднородностью структуры фундамента, частично может объяснить наблюдаемое в действительности указанное выше несоответствие. Однако, возникает вопрос, можно ли представить толщу внутри кристаллического фундамента, которая имела бы избыточную плотность $0,1 \div 0,2 \text{ г/см}^3$ при мощности в несколько километров. В настоящее время нам трудно дать вполне определенный ответ на затронутый вопрос, так как мы не располагаем фактическим материалом о плотности глубоких частей фундамента и его стратиграфическом расчленении*.

Таким образом, в данный момент нельзя объяснить наличие столь интенсивного колебания аномалии исследованной территории исходя только из результатов изучения плотностей пород. Изменение аномалии в этих районах объясняется влиянием каких-то других, достаточно активных факторов. Это побудило нас рассмотреть более подробно вопрос о возможных причинах возникновения аномальных масс на больших глубинах, измеряемых десятками и даже сотнями километров.

Как известно, вертикальные движения отдельных участков земной коры сказываются на распределении осадочных горных пород, на их составе и мощности. Поднятиям соответствуют зоны размыва, опусканиям — зоны осадконакопления. Араратская котловина представляет собой межгорную впадину, прогибание которой, по мнению некоторых геологов [4, 10], продолжается и в современный период, о чем свидетельствуют накопления континентальных осадков и сейсмические явления. На наш взгляд, не исключена возможность, что возникновение Араратской котловины внутри горных областей может объясняться простым отставанием этого участка от соседних глыб, которые поднимаются быстрее нее. Арзаканский кристаллический массив, входящий в состав центральной (Армянской) геоантиклинальной зоны, характеризуется длительным поднятием, о чем свидетельствует отсутствие отложений целого ряда систем (девона, карбона, перми, триаса, юры, нижнего мела). Вышеуказанные факты делают несомненным вывод о том, что те геологические процессы, которые создают колебательные движения земной коры, одновременно оказывают большое влияние и на величину силы тяжести, т. е. направление движения этих участков, возможно, отражается на значении гравитационного поля, связанного с процессами, происходящими на больших глубинах в земной коре и подкоровом слое. Е. Н. Люстих [13], В. А. Магницкий [14], анализируя гравитационное поле прогибов и поднятий, большую роль приписывают процессам перетекания подкорового

* Единственная скважина, расположенная в районе с. Тазагюх, вскрыла породы кристаллического фундамента на глубине 520 м и прошла в нем всего 80 м.

вещества. При рассмотрении карты Кавказа, Е. Н. Люстих выделяет «минимумы двух родов: а) линейные, связанные с полосами устойчивых поднятий, например, Мисханский антиклинорий; б) связанные с молодыми прогибами, заполненными мощными толщами осадков. Линейные минимумы нельзя объяснить горизонтальным смещением глубинного вещества. Затруднительно отнести их и за счет расширения вещества в глубине, так как довольно большие градиенты силы тяжести указывают на сравнительно неглубокое залегание аномальных масс. Правдоподобнее всего предположить здесь — так же, как и в Индонезии — поднятие легких сиалических масс» [12]. С. И. Субботин [17] приходит к выводу, что источником движений отдельных блоков земной коры является процесс изменения плотности и объема определенных зон подкоркового вещества: сжатие под прогибами и расширение под поднятиями коры. Перетекания подкоровых масс, хотя и вполне возможны, однако, они играют подчиненную роль и не носят обязательного характера. Соблюдая условие неизменности плотности подкоровых масс он получил огромные величины отрицательных аномалий во впадинах и положительных в зонах поднятий, однако не существующих в действительности. Автор этих строк делает попытку на конкретных примерах доказать возможность применения этого вывода на примере Араратской котловины и Арзаканского кристаллического массива.

Прежде всего под названием земной коры понимается толща горных пород, залегающая в материковых областях выше поверхности разрыва Мохоровичича. Согласно данным сейсмологии земная кора состоит из гранитного и базальтового (промежуточного) слоев. Мощности гранитного и базальтового слоев для Кавказа впервые были определены Е. А. Розовой [16]. При этом мощность гранитного слоя получилась равной 46 ± 5 км, а промежуточного — 14 ± 5 км. Однако, следует отметить, что на точности определения этих величин вероятно отразилось то обстоятельство, что для Кавказа были приняты скорости распространения сейсмических волн, полученных для Средней Азии, а также то, что были приняты формулы для случая, когда очаг лежит в гранитном слое, в то время, как глубина залегания очагов землетрясений, на основании записей которых Е. А. Розовой были вычислены мощности, находится на глубине 60 км, т. е. очаг этих землетрясений расположен в базальтовом слое, а возможно и ниже земной коры. Мощность земной коры Кавказа была определена В. Ф. Бончковским по методике, основанной на использовании записи поперечных поверхностных волн, смещения которых горизонтальны и перпендикулярны к направлению распространения. Таким путем им было найдено значение мощности земной коры для Кавказа в районе между сейсмическими станциями «Ереван» и «Грозный». Мощность земной коры при условии распространения поперечных поверхностных волн с групповой скоростью получилась равной 22 ± 1 км, а при условии распространения этих волн с фазовой скоростью — 49 ± 2 км [8]. Мощности указанных слоев для Малого Кавказа были определены Н. К. Карапетян по разностям времен пробега прямых и диффрагиро-

ванных воли по записям одной сейсмической станции. Мощность гранитного слоя (семь определений) получилась равной в среднем 37 ± 2 км, а промежуточного (шесть определений) — 14 ± 2 км [11].

Экспериментальные данные свидетельствуют, что плотность гранитного слоя составляет $2,70 \text{ г/см}^3$, базальтового слоя — $3,10 \text{ г/см}^3$ и нижежащей (перидотитовой) толщи подкоркового вещества — $3,10 \text{ г/см}^3$ [6, 15]. По имеющимся данным, плотность пород осадочного комплекса, в районе Октемберяна равна $2,40 \text{ г/см}^3$. При этих соотношениях плотностей в рассматриваемом районе, являющемся участком опусканий, могут возникнуть зоны дефекта масс в размере $0,30 \text{ г/см}^3$ между осадочной толщей и гранитным слоем, $0,40 \text{ г/см}^3$ между гранитным и базальтовым и $0,20 \text{ г/см}^3$ между базальтовым и перидотитовым слоями. Если принять амплитуду прогибания Араратской котловины в районе Октемберяна в среднем 3 км тогда суммарные влияния дефекта масс могут обуславливать отрицательную аномалию порядка 75 мгл. Сопоставляя полученный гравитационный эффект с наблюдаемой (-70 мгл), видим, что они почти совпадают. Этим доказывается правильность вывода о перетекании подкорковых масс и следовательно о сохранении неизменной их плотности.

Суммарное влияние избытка масс на Арзаканском кристаллическом массиве при поднятии в среднем 2 км и при разности плотностей $0,40 \text{ г/см}^3$ между гранитным и базальтовым слоями и $0,20 \text{ г/см}^3$ между базальтовым и перидотитовым слоями создает положительную аномалию порядка 12 мгл, тогда как средний наблюдаемый уровень аномалий составляет — 120 мгл. Амплитуда колебания этих величин составляет 132 мгл. Возникает вопрос, какие процессы могут вызвать те соотношения, которые имеются между геологическими явлениями и аномалиями силы тяжести и каким способом можно устранить получаемые нами теоретическим путем аномалии в области поднятий Арзаканского кристаллического массива.

При вычислениях мы приняли, что мощность земной коры на исследованной территории не меняется. Однако, сейсмические данные свидетельствуют о ее утолщении в зонах складчатых сооружений. Поскольку Арзаканский кристаллический массив расположен в области центрального нагорья Армении и существует, вообще, прямая зависимость между толщиной земной коры и ее внешним рельефом, то не исключена возможность, что толщина земной коры в этих районах больше, чем в области Араратской котловины. По Б. К. Балавадзе мощность земной коры на территории Грузии меняется в пределах от 41 до 67 км причем под высокогорными областями кора толще и равна примерно 60 км под областями с умеренно высоким рельефом — тоньше и равна примерно 50 км а в равнинных областях мощность земной коры принимается, примерно, равной 40 км [5]. Исходя из указанных данных, достаточно предположить увеличение мощности на 8 км чтобы устранить получаемые аномалии в зоне поднятия Арзаканского кристаллического массива.

Можно предположить, что мощность земной коры остается постоян-

ной, а меняется только плотность подкорового вещества. Физические процессы, происходящие в недрах земной коры, в зонах поднятий, приводят к разуплотнению вещества, которое является главной причиной вертикальных движений земной коры [17]. Расчеты показывают, что уменьшение плотности на $0,10 \text{ г/см}^3$ для цилиндрического тела с радиусом 40 км, ось которого находится на глубине 60 км, создает отрицательную аномалию, равную -130 мгл.

Подытоживая все изложенное, мы приходим к следующим выводам:

1) отрицательные аномалии силы тяжести обусловлены процессами глубинного порядка и характеризуют наиболее подвижные участки земной коры, о чем свидетельствуют имеющие здесь место землетрясения, достигающие 7 и более баллов;

2) главнейшим фактором, обуславливающим изменение гравитационного поля исследованной территории является рельеф поверхности кристаллического фундамента. Незначительные колебания плотности в разрезе мезокайнозойских толщ не могут вызывать существенного гравитационного эффекта. Последний накладывается на общую картину гравитационного поля, создаваемого более плотными образованиями палеозойско-докембрийского комплекса. Наличие ряда случаев качественного и количественного соответствия является доказательством правильности этого утверждения;

3) не всегда существует прямая зависимость между рельефом фундамента и аномалией силы тяжести. В ряде случаев имеет место обратное явление. Например, Арзаканский кристаллический массив, сложенный разнообразными метаморфическими породами докембрийского, нижнепалеозойского и, возможно, верхнепалеозойского возраста, характеризуется аномалиями $-110 - 130$ мгл: в районе с. Тазагюх, где кристаллический фундамент находится на глубине 520 м, значения аномалий силы тяжести достигают -60 мгл;

4) нельзя объяснить наличие столь интенсивного колебания аномалии (50 мгл), исходя только из результатов изучения плотностей пород. Главнейшими причинами, объясняющими несоответствия гравитационного поля по отношению к рельефу поверхности палеозоя-докембрия, являются или изменение мощности земной коры или процессы, происходящие в недрах земной коры и приводящие к разуплотнению вещества в зонах поднятий Арзаканского кристаллического массива.

Для окончательного решения этого вопроса нужны дополнительные специальные сейсмические исследования.

Շ. Ս. ՀՈՎՀԱՆՆԻՍՅԱՆ

ԱՐԱՐԱՏՅԱՆ ՀՈՎՏԻ ԾԱՆՐՈՒԹՅԱՆ ՈՒԺԻ ՌԵԳԻՈՆԱԼ ԱՆՈՄԱԼԻԱՆԵՐԻ ԲՆՈՒՅԹԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

Ուսումնասիրելով Արարատյան հովտի գրավիտացիոն ուղիղալ գաշտը, հեղինակը հանգել է հետևյալ եզրակացութիւններին՝

1. Ծանրութիւն ուժի անոմալիաների բացասական արժեքները պայմանավորված են երկրի կեղևի խորքային սլոյսերներով և գլխավորապես դիտվում են ինտենսիվ տեկտոնական շարժումների զոնայում: Իրոք, Ալպյան գետին-կլինալային զոնան, որը բնութագրվում է մեծ բացասական արժեք ունեցող անոմալիաներով (Պամիրում — 500 մգլ և Կովկասում — 200 մգլ), հանդիսանում է երկրի կեղևի ամենաշարժուն տեղամասերից մեկը, որի մասին վկայում են այնտեղ տեղի ունեցող γ և ավելի բայի հասնող երկրաշարժները: Ուրալում սելամիկ երևույթների թուլացումը բացատրվում է նրանով, որ տեկտոնական շարժումները հիմնականում մարել են և հիմա հանդես են գալիս շատ թույլ չափով: Ուրալի գրավիտատրական քարտեզի վրա աչքի է ընկնում, ցայտուն կերպով արտահայտված, դրական անոմալիաների (85 մգլ) զոնան:

2. Արարատյան հովտի գրավիտացիոն գաշտը պայմանավորող գլխավոր գործոնը հանդիսանում է բլուրեղային ֆունդամենտի սելլեֆը: Մեզո-կալնոզոյան շերտախմբի մեջ մտնող ապարների խտութիւնների աննշան տատանումները չեն կարող ստեղծել զգալի գրավիտացիոն էֆեկտ: Վերջինս վերագրվում է պալեոզոյան-մինչքեմբրյան ֆունդամենտով պայմանավորված գրավիտացիոն գաշտի վրա: Օրինակ՝ Թագագյուղի շրջանի գրավիտատրական տվյալների քանակական մեկնարանութիւն արդյունքների (600 մ) համեմատութիւնը հորատանցքերի արդյունքների (520 մ) հետ, ցույց է տալիս, որ այդ շրջանի գրավիտացիոն գաշտը պայմանավորված է պալեոզոյան-մինչքեմբրյան ֆունդամենտի սելլեֆով: Ֆիշերի անհավասարութիւնները որոշված բլուրեղային ապարների խտութիւն մեծութիւնը (5 կմ) մերձերևանյան շրջանում շատ քիչ է տարբերվում երկրաբանական կառուցվածքի մասին գոյութիւն ունեցող պատկերացումից, որի համաձայն պալեոզոյան-մինչքեմբրյան սիստեմը ծածկող նստվածքային ապարների ընդհանուր կարողութիւնը կազմում է 4—5 կմ:

3. Ոչ միշտ գոյութիւն ունի ուղղակի կապ բլուրեղային հիմքի սելլեֆի և ծանրութիւն ուժի անոմալիաների միջև: Մի շարք դեպքերում նկատվում է հակառակ երևույթ: Օրինակ՝ Արզականի բլուրեղային զանգվածը, որը կազմված է մինչքեմբրյան և ստորին պալեոզոյան հասակի տարբեր տեսակի մետամորֆային ապարներից, բնութագրվում է —110 : —130 մգլ արժեք ունեցող անոմալիաներով: Թագագյուղի շրջանում, որտեղ բլուրեղային ֆունդամենտը գտնվում է 520 մ խտութիւն վրա, ծանրութիւն ուժի անոմալիաների արժեքը հասնում է — 60 մգլ:

4. Ելնելով միայն ապարների խտութիւնների ժամանակակից ուսումնասիրութիւնից, չի կարելի բացատրել անոմալիաների այնպիսի ինտենսիվ տատանումը (50 մգլ), որը նկատվում է Արարատյան հովտի գրավիտացիոն

դաշտի վրա: Գրավիտացիոն դաշտի և բլուրեղալին ֆունդամենտի սելլեֆի միջև գոյություն ունեցող անհամապատասխանության ամենագլխավոր պատճառները հանդիսանում են կամ երկրի կեղևի հաստության փոփոխությունը, որը աճում է հարթություններից դեպի լեռնալին վայրերն անցնելիս, կամ երկրի խորքում կառավարող պրոցեսները, որոնք առաջացնում են Արգականի բլուրեղալին զանգվածի զոնալում նյութի նոսրացում և հետևաբար տվյալ տեղամասի բարձրացում:

Այդ հարցի վերջնական լուծման համար հարկավոր է կատարել հատուկ սելյամիկական հետազոտություններ:

ЛИТЕРАТУРА

1. *Абельский М. Е., Андреев Б. А., Голомб В. Э., Самсонов Н. И.* Курс гравиразведки для геолого-разведочных техникумов. Госгеолтехиздат, 1954.
2. *Архангельский А. Д.* Геология и гравиметрия. ОНТИ, 1933.
3. *Архангельский А. Д., Михайлов А. А., Федьинский В. В., Люстих Е. Н.* Геологическое значение аномалий силы тяжести в СССР. Изв. АН СССР. Серия геологическая, № 4, 1937.
4. *Асланян А. Т.* К истории происхождения Араратской котловины. ДАН АрмССР, XI, № 1, 1948.
5. *Балавадзе Б. К.* Гравитационное поле и строение земной коры в Грузии. Изв. АН Груз. ССР. Тбилиси, 1957.
6. *Берг Ф., Шерер Д., Спайсер Г.* Справочник для геологов по физическим константам. Ил. м. 1949.
7. *Боуи В.* Изостазия. ОНТИ, 1936.
8. *Бончковский В. Ф.* Толщина земной коры. „Природа“, № 5, 1945.
9. *Венинг-Мейнес Ф. А.* Гравиметрические наблюдения на море. Изд. геодез. и карт, литературы, ГУГК при СНК СССР. М., 1940.
10. *Габриелян А. А.* К тектонике Араратской котловины. ДАН АрмССР, IX, № 3, 1948.
11. *Карапетян Н. К.* Годограф сейсмических волн Малого Кавказа. Изв. АН СССР. Серия геофизическая, № 1, 1956.
12. *Люстих Е. Н.* Тектоника глубоких частей земной коры по гравиметрическим данным. Труды Геофизического института, № 26 (153), 1955.
13. *Люстих Е. Н.* Гравиметрический метод изучения причин колебательных движений земной коры и некоторые результаты его применения. Изв. АН СССР, Серия геологическая, № 6, 1948.
14. *Магницкий В. А.* О возможном характере деформации в глубоких слоях земной коры и подкоровом слое. Бюлл. МОИП. Новая серия. Отд. Геолог., т. XXIII, 1948.
15. *Магницкий В. А.* Основы физики земли. Гедезиздат, 1953.
16. *Розова Е. А.* Глубинное строение земной коры Кавказа. Труды сейсмологического института АН СССР, № 94, 1939.
17. *Субботин С. И.* О состоянии подкорового вещества в зонах прогибов и поднятий земной коры. Геологический журнал АН УССР, т. XIV, вып. 2, 1954.
18. *Эванс П., Кромптон У.* Геологические факторы в гравитационной интерпретации на примере Индии и Бирмы. Ежеквартальный журнал Лондонского геологического общества, т. 102, часть 3, № 407, 1946. (перевод В. Л. Егояна. Библиотека ИГН АН АрмССР).
19. *Browne V. C.* Gravity measurements and oceanic structure. Proc. Roy. Soc. 222, 1954.
20. *Gallwitz Hans.* Über Gebirgsbildung. Wiss. Z. Martin—Luther—Univ. Halle-Wittenberg 3. Math.-naturwiss. Reihe № 2, 1953--54.