

ГЕОФИЗИКА

Л. К. Татевосян

Использование детальной гравиметрической съемки при изучении
 глубинного строения земной коры в Армении

(Представлено А. А. Габриеляном 27.XII. 1957)

При изучении глубинного строения земной коры все шире применяются геофизические методы разведки,—чаще всего сейсмический и гравиметрический.

В последнее время, благодаря новым методам интерпретации, оказывается возможным, используя данные детальной гравиметрической съемки, сделать выводы общего характера о глубинном строении большого региона.

Одним из таких методов является метод Фишера-Люстиха ^(1,2), при помощи которого в зонах высоких горизонтальных градиентов аномалии силы тяжести можно определить глубину залегания аномального тела— h (расстояние наивысшей точки аномального тела от поверхности земли) и его мощность или полную высоту— T (расстояние между высшей и низшей точками тела) по следующим формулам:

$$T > \frac{\Delta g}{2\pi f \Delta \sigma} \quad (1) \text{ и } h \leq \frac{\Delta g}{2\pi f \Delta \sigma \left(e^{\frac{g'}{2f\Delta\sigma}} - 1 \right)} \quad (2)$$

где:

Δg —алгебраическая разность между min. и max. значениями аномалии силы тяжести на данном расчетном профиле;

g' —первый горизонтальный градиент аномалии силы тяжести;

$\Delta \sigma$ —разность плотностей между двумя поверхностями раздела;

f —гравитационная постоянная.

Формулу (2) можно представить также в следующем виде:
 (А. Г. Салихов, 1956)

$$h \leq \frac{\Delta g}{\pi g' \left(1 + \frac{g'}{4f\Delta\sigma} \right)} \quad (2')$$

Для определения $\Delta \sigma$ необходимо рассмотреть плотности пород,

распространенных в исследуемом районе, обнаружить плотностные границы раздела.

Изучением плотностей пород Армении уже много лет занимаются в Институте геологических наук АН Армянской ССР (Э. Б. Аджимамудов, Ш. С. Оганесян). Данные о плотностях кратко сводятся к следующему.

Породы третичного возраста представлены вулканогенной фацией, мергелисто-глинистыми, песчано-глинистыми и известняковыми отложениями со средней плотностью $2,29 \text{ г/см}^3$ (с учетом удельной мощности отдельных стратиграфических возрастов).

Породы мезозойского возраста (юрские вулканогенные туфы, кварцпорфиры, известняки, альбитофиры, меловые порфиры, мраморы, песчаники) обладают средней плотностью $2,62 \text{ г/см}^3$ с учетом удельной мощности и $2,64 \text{ г/см}^3$ без ее учета.

Средняя плотность пород средне-верхнего палеозоя (песчаники, порфиры, сланцы, известняки, кварциты) равна $2,63 \text{ г/см}^3$ и фактически соизмерима со средней плотностью пород мезозойского возраста. Породы нижнего палеозоя и докембрия представлены метаморфическими сланцами, кварцитами, гнейсами и известняками. Средняя плотность пород этого возраста определяется величиной $2,72 \text{ г/см}^3$.

Таким образом, можно наметить первую плотностную границу раздела между рыхлыми третичными отложениями и мезозойско-верхнепалеозойскими породами с разностью плотностей около $0,35 \text{ г/см}^3$.

Четвертичные отложения, представленные осадочными и вулканогенными породами и имеющие большое распространение, значительно дифференцированы по плотности, но мощность их так мала (300—400 м), что они не могут существенно влиять на региональное гравитационное поле Армении,

На сводной карте аномалии силы тяжести Армении в редукции Буге (составленной И. О. Цимельзоном по данным: 1) Армянских гравимагнитных партий треста Азнефтегеофизразведка, 2) региональной гравиметрической съемки А. Б. Аджимамудова, 3) маятниковой съемки) можно выделить ряд максимумов и минимумов.

Между этими областями расположены зоны высоких горизонтальных градиентов аномалии силы тяжести. Такими зонами являются северный и восточный борта Ленинанканского минимума (являющегося северо-западной оконечностью Центрального минимума Армении), в пределах которых максимальный градиент силы тяжести составляет соответственно 52 и 42 этвеша (E); зона сильно сгущенных изоаномал, обрисовывающих Колгат—Памб—Армянский—Спитакский максимум ($42E$); участок интенсивного изменения силы тяжести между Кечик—Веди и Арташатам ($40—45E$)—Арташатская зона больших градиентов по терминологии А. Т. Донабедрова (1948 г.). Отмечается интенсивное изменение поля и на северо-западе озера Севан. Ввиду отсутствия детальной съемки на востоке Армении здесь нельзя уверенно определить градиенты аномального поля.

Наличие значительных горизонтальных градиентов в этих зонах указывает на резкое погружение или поднятие аномального тела, на уступообразную структуру.

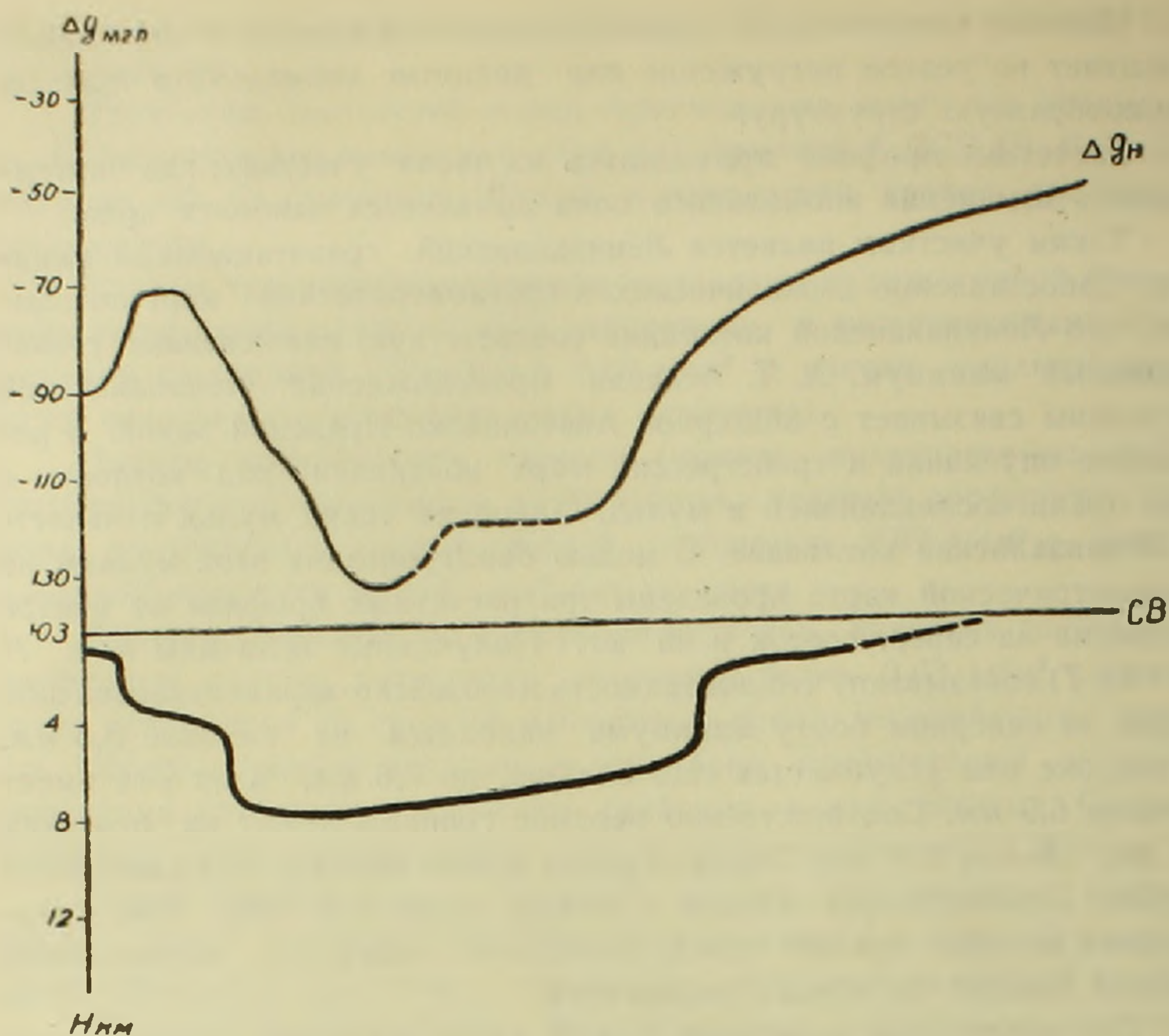
Расчетные профили проводились на таких участках, где интенсивность изменения аномального поля выявляется наиболее ярко.

Таким участком является Ленинаканский гравитационный минимум. Сопоставление геологических и гравиметрических карт показывает, что Ленинаканской котловине соответствует одноименный гравитационный минимум. А. Т. Асланян происхождение Ленинаканской котловины связывает с обширной Анатолийско-Иранской зоной. В результате опусканий и трансгрессий моря возникали ряд котловин в виде брахигеосинклиналей и мульд. Одной из таких мульд и является Ленинаканская котловина. С целью оконтуривания этой мульды на гравиметрической карте проведены три расчетных профиля от центра минимума на север, восток и на юг. Полученные величины h и H ($H=h+T$) показывают, что поверхность мезозойско-верхнепалеозойской толщи на северном борту минимума находится на глубине 5,5 км, на востоке она углубляется еще больше, до 7,6 км, а на юге имеет глубину 6,9 км. Соответственно верхние границы лежат на отметках 2,3 км, 3,9 км, 3,1 км. Таким образом можно оценить приближенную глубину Ленинаканской мульды с севера, востока и юга. Она представляет из себя прогиб кристаллического основания, наполненный мощной толщей третичных отложений.

По полученным величинам h и H вдоль профиля, проходящего через г. Ереван к озеру Севан, построена поверхность раздела рыхлых и более тяжелых пород (рис. 1). Эта поверхность в начале профиля залегает близко к поверхности земли, затем уступообразно углубляется, образуя большой прогиб, дальше к оз. Севан сбросом, амплитудой в 2,6 км, опять приближается к поверхности земли. Сравнивая построенную поверхность с известными геологическими данными, можно сделать следующие сопоставления. Наш профиль проходит через Енгиджинский гравитационный максимум. Здесь бурением обнаружен кембрий на глубине 525 м. У нас же верхний предел глубины залегания поверхности раздела получается равным 0,8 км (по данным Ш. С. Оганисяна 0,6 км). В Ереванском бассейне определяемая нами поверхность прогибается до 8 км. А. А. Габриелян (1952 г.) мощность третичных отложений Ереванского бассейна насчитывает до 5720 м (по данным Оганисяна 5,5 км).

Уступообразное поднятие в районе оз. Севан, вероятно, можно приписать к породам юрского возраста, которые выходят на дневную поверхность западнее нашего профиля.

Судя по наблюденной кривой аномалии силы тяжести (Δg_n) по профилю, можно предположить, что определяемая поверхность раздела от первого крупного уступа к уступу в районе оз. Севан ведет себя довольно-таки спокойно. Таким образом, можно сказать, что определяемая поверхность, подстилающая третичные отложения, являет-



Масштаб горизонтальный 1:1000.000,
вертикальный 1:4000.00.

Условные обозначения:

- ~ — наблюденная кривая аномалии силы тяжести;
- - - подошва третичных отложений,

ся разновозрастной. Соизмеримая плотность пород мезозоя и верхнего палеозоя не дает возможности расчленить эту поверхность, но очертить поведение подошвы третичных отложений вполне возможно.

Расчеты показывают некоторое несовпадение между амплитудой, наблюденной Δg по профилю и вычисленной аномалией силы тяжести по определяемой поверхности раздела (примерно 15 мгл). Это можно объяснить тем, что помимо первой плотностной границы раздела на наблюденное гравитационное поле действует, по всей вероятности, и граница раздела между мезозойско-верхнепалеозойскими и нижнепалеозойскими породами. О влиянии более глубоко лежащих слоев на аномальное поле Армении указывает ряд исследователей гравитационного поля Армении (Э. Б. Аджимамудов, Ш. С. Оганесян, Т. И. Яштайкина, П. И. Дунаев и другие). Кроме того, необходимо учитывать то обстоятельство, что формулы (1) и (2) дают предельные значения для h и T .

Можно уверенно сказать, что использование данных детальной гравиметрической съемки позволяет выявить ряд особенностей глубинного строения земной коры для больших районов.

Геологический факультет МГУ

L. 4. ՅԱՂԵՎՈՍՅԱՆ

Մանրակրկիտ գրավիմետրիական նկարահանման օգտագործումը Հայաստանում երկրի կեղեվի խորքային կառուցվածքի ուսումնասիրության համար

Երկրի կեղևի խորքային կառուցվածքի ուսումնասիրության ժամանակ լայն կիրառում են ստանում դեոֆիզիկական մեթոդները:

Վերջին ժամանակներս, շնորհիվ ինտերսլաբտացիայի նոր մեթոդների, հնարավոր է դարձել գրավիմետրիական տվյալների հիման վրա ընդհանուր բնույթի եզրակացություններ անել մեծ ուղիղների խորքային կառուցվածքի մասին: Այդպիսի մեթոդներից է հանդիսանում Ֆիշեր-Լյուստիխի մեթոդը, որի օգնությամբ ծանրության ուժի անոմալիաների հորիզոնական մեծ գրադիենտների զոնաներում կարելի է որոշել անոմալիա ստեղծող մարմնի տեղադրման խորությունը h և նրա հզորությունը T հետևյալ բանաձևերով՝

$$T \geq \frac{\Delta g}{2\pi f \Delta \sigma} \quad (1) \quad \text{և} \quad h \leq \frac{\Delta g}{2\pi f \Delta \sigma \left(e^{\frac{g'}{2f \Delta \sigma}} - 1 \right)}, \quad (2)$$

որտեղ՝

Δg — հաշվումներում օգտագործված օժանդակ պրոֆիլների ծանրության ուժի անոմալիաների միջին և մաքսիմալ նշանակությունների տարբերությունն է:

g' — Ծանրության ուժի անոմալիայի առաջին հորիզոնական գրադիենտն է:

$\Delta \sigma$ — Բաժանման սահմանների խտությունների տարբերությունն է:

f — Գրավիտացիոն հաստատունն է:

(2) բանաձևը կարելի է ներկայացնել նաև հետևյալ տեսքով (Ա. Գ. Սալիխով 1936 թ.):

$$h \leq \frac{\Delta \sigma}{\pi g' \left(1 + \frac{g'}{4f \Delta \sigma} \right)}, \quad (2')$$

Հայաստանում տարածված ապարների խտության մասին տվյալները (է. Բ. Հաջի-Մամուդով, Շ. Ս. Հովհաննիսյան) համառոտակի հանգեցվում են հետևյալին:

Խրորորդական դարաշրջանի ապարների միջին խտությունը կազմում է 2,29 գ/սմ³ (հաշվի առնելով առանձին ստրատիգրաֆիական հորիզոնների տեսակարար հզորությունները): Մեզոզոյան ապարների միջին խտությունը՝ 2,62 գ/սմ³, միջին և վերին պալեոզոյի՝ 2,63 գ/սմ³, իսկ ստորին պալեոզոյի և միջնոքմբրիի ապարների միջին խտությունը՝ 2,72 գ/սմ³:

Այսպիսով խտություններով պայմանավորված բաժանման առաջին սահմանը կարելի է անցկացնել Խրորորդական և մեզոզոյի-վերին պալեոզոյի ապարների միջև 0,35 գ/սմ³ խտությունների տարբերությամբ:

Հայաստանի ծանրության ուժի անոմալիաների ընդհանրացված քարտեզի վրա (Բուզեի ուղղակի) կարելի է տարբերել մի շարք մաքսիմումներ և մինիմումներ, որոնք անջատվում են իրարից ծանրության ուժի անոմալիաների մեծ գրադիենտների զոնաներով: Այդպիսի զոնաներից են Հենիականի մինիմումի հյուսիսային և արևելյան

մասերը (համապատասխանաբար 32 և 42 էտվեշ) իզոանոմալների խտացված գոնան, որը եզրագծում է Սպիտակի մաքսիմումը (42 էտվեշ) և Վեդի-Ղամարլու տեղամասի ծանրության ուժի ինտենսիվ փոփոխության շրջանը: Գրավիտացիոն դաշտի ինտենսիվ փոփոխությունն նշվում է նաև Սևանից հյուսիս-արևմուտք:

Նշված գոնաներում հորիզոնական գրադիենտի առկայությունը խոսում է այն մասին, որ անոմալիա ստեղծվող մարմինների մակերևութները խիստ տատանումներ են կրում:

Լենինականի մուլդայի խորքային կառուցվածքն ուսումնասիրելու նպատակով գրավիմետրիական քարտեզի վրա ընտրված են երեք ոժանդակ պրոֆիլներ, որոնք անցկացված են գրավիմետրիական միջնամուկի կենտրոնից դեպի հյուսիս, հարավ և արևելք: H և H' ($H' = H + T$) ստացված արժեքները ցույց են տալիս, որ մեզոզոյ-վերին պալեոզոյի շերտախմբի մակերեսը մուլդայի հյուսիսային մասում գտնվում է 5,5 կիլոմետր խորության վրա, արևելքում նա խորասուզվում է և հասնում է մինչև 7,6 կմ, իսկ հարավում նրա խորությունը կազմում է 6,9 կմ: Վերին սահմանները համապատասխանաբար որոշված են 2,3 կմ, 3,9 կմ և 3,1 կմ: Այսպիսով մոտավորապես կարելի է գնահատել Լենինականի մուլդայի խորությունը հյուսիսից, արևելքից և հարավից: Նա իրենից ներկայացնում է բյուրեղային հիմքի ճկվածք, որը լցված է մեծ հզորություն ունեցող երրորդական հասակի նստվածքային ապարներով:

Երևանով և Սևանով անցնող պրոֆիլի ուղղությամբ ստացված H և H' արժեքներով կառուցված է փուխր նստվածքների և ավելի ծանր ապարների բաժանման սահմանը (նկ. 1): Այդ սահմանի մակերևութը պրոֆիլի սկզբում տեղադրված է երկրի մակերեսին մոտ, այնուհետև աստիճանաձև խորասուզվում է, առաջացնելով մեծ ճկվածք: Սևանի մոտակայքում վայրենեցվածքով, որի ամպլիտուդան 2,6 կմ է, այդ մակերևութը նորից մոտենում է երկրի մակերեսին: Համատեղելով ստացված պատկերը գոյություն ունեցող երկրաբանական տվյալների հետ, կարելի է հետևյալ համեմատությունները անել: Մեր պրոֆիլը անցնում է Ծնգիջայի գրավիտացիոն մաքսիմումի վրայով, որտեղ հորատման աշխատանքներով 525 մ. վրա հայտնաբերված է քեմրրիի հասակի ապարներ: Մեզ մոտ վերին սահմանի խորությունն այդ մասում ստացվել է 800 մ, իսկ Երևանի ավազանում՝ 8 կմ: Ըստ Ա. Ա. Գարրիբյանի (1952 թ.) Երևանի ավազանի երրորդական հասակի նստվածքների հզորությունը հասնում է 5720 մ: Սևանի շրջակայքում աստիճանաձև բարձրացումը, ըստ երևույթին, կարելի է վերագրել յուրայի հասակի ապարներին, որոնք մերկանում են մեր պրոֆիլից արևմուտք:

Համեմատելով դիտվող Δg -ի և հաշվումներով ստացված անոմալիայի ամպլիտուդաները նկատում ենք որոշ տարբերություն (մոտ 15 մգլ): Դա կարելի է բացատրել նրանով, որ ըստ երևույթին, բացի առաջին բաժանման սահմանից, գրավիտացիոն դաշտի վրա ազդում է նաև մեզոզոյ-վերին պալեոզոյի և ներքին պալեոզոյի միջև գտնվող բաժանման սահմանը:

Հայաստանի գրավիտացիոն դաշտի վրա ավելի մեծ խորություններում գտնվող ապարների ազդեցության մասին նշում են նաև մի շարք այլ ուսումնասիրողներ (Հաջիմամուդով, Հովհաննիսյան, Յաշտայկին, Դուռնաև և այլն): Բացի այդ, անհրաժեշտ է հաշվի առնել, որ (1) և (2) բանաձևերը տալիս են H և H' միայն սահմանային արժեքները:

Այսպիսով կարելի է համոզված ասել, որ գրավիմետրիական հանույթի տվյալները հնարավորություն են տալիս մեծ շրջանների համար հայտնաբերել խորքային կառուցվածքի մի շարք առանձնահատկություններ:

ЛИТЕРАТУРА — ԴՐԱՎԱՆՈՒՅՈՒՆ

¹ Е. Н. Люстич, Количественная интерпретация некоторых гравитационных аномалий Русской платформы. Прикл. Геофиз., вып. 6, М., 1950. ² I. W. Fisher, Limiting values of gravitational and magnetizing anomalies due to a subterranean bounded by a single differential surface. Geophysics, vol. VI, № 1, 1941