

Новые данные по глубинному строению центральной части НР Болгарии

В. Лапшов

*Научно-исследовательский институт полезных
ископаемых, 1505 София*

V. Lapshov — New data on the deep structure of the central part of PR Bulgaria according to gravimetric studies. Quantitative interpretation of gravimetric data for the area of Stara Planina and the Srednogorie indicates that a deep root of lower density exists under their central and eastern part. Rocks of lower density are recorded in the interval 7-115 km. The maximum thickness of the root is 50 km. At the same time the root pinches out in western direction and is not traced in the western part of this territory. It is assumed that the western parts of Stara Planina and the Srednogorie had a geological development which was fundamentally different from the evolution of their central and eastern parts. It is proposed to divide these regions as independent units in the tectonic zonation of the country

Введение

Вся рассматриваемая территория в 50-е годы была покрыта региональной гравиметрической съемкой. Позже (в 70-е годы) в восточной части были проведены и более детальные гравиметрические работы. За это время неоднократно различными коллективами проводилась и качественная интерпретация этих материалов (С. Богданов и др., 1980, 1981; Б. Торнева и др., 1981, и другие). Проведены осреднения гравитационного поля с радиусами 1—12 км. В результате этих работ получена серия региональных и локальных гравиметрических карт. Эти карты были затем качественно (без количественных расчетов) интерпретированы, в результате чего был получен целый ряд геологических выводов, относящихся к глубинам не более 4—6 км.

Настоящими же работами проведено разложение гравитационного поля с параметрами большими 40 км, в результате чего полученные данные о плотностных неоднородностях относятся к другим, более глубоким слоям земли. Кроме того, полученные таким образом гравитационные составляющие были количественно проинтерпретированы, т. е. с помощью строгих математических расчетов были решены обратные задачи гравиметрии, в связи с чем и результаты имеют конкретный и более определенный характер.

¹ Используемая от автора на статью методика и полученные результаты с диктоскопными (бел. ред.).

Методика интерпретации

Методика интерпретации гравиметрических материалов подробно изложена в предыдущих работах автора (Л а п ш о в, 1976, 1977, 1981), поэтому здесь она рассматривается кратко. Интерпретация была начата с разложения наблюдаемого суммарного гравитационного поля на составляющие. Разложение было проведено аппроксимацией поля (А х и е з е р, 1947) многочленами второй и третьей степени (М и ш и н а, П р о с к у р я к о в, 1965) по способу наименьших квадратов (Л и н и к, 1962). Многочлен третьей степени имеет следующий вид:

$$A_1 X^3 + A_2 Y^3 + A_3 X^2 Y + A_4 Y^2 X + A_5 X^2 + A_6 Y^2 + A_7 X Y + A_8 X + A_9 Y + A_{10},$$

где X , Y являются условными координатами точек наблюдений, а $A_1 \dots A_{10}$ искомыми коэффициентами многочлена. Многочлен второй степени имеет тот же вид, но состоит из шести членов. Интерпретация аномалий не должна ограничиваться только разложением поля на составляющие. Этот процесс должен быть продолжен количественными расчетами, т. е. решением обратных задач гравиметрии. Больше того, количественные расчеты должны сопровождать сам процесс разложения с тем, чтобы оптимально задавать параметры при разложении и своевременно получать информацию о полученных результатах.

Количественная интерпретация проводилась с помощью подбора. В качестве возмущающих масс принимались тела правильной формы — призма, цилиндр, шар и другие. Метод подбора является очень трудоемким, связанным с большим объемом ручной вычислительной работы. В то же самое время он является точным и исключаяющим ошибки в решении обратных задач гравиметрии. Кроме того, он позволяет по гравиметрическим аномалиям находить глубины, размеры, форму и плотностные разности пород, в то время как ни один из всех других существующих методов указанными преимуществами не обладает.

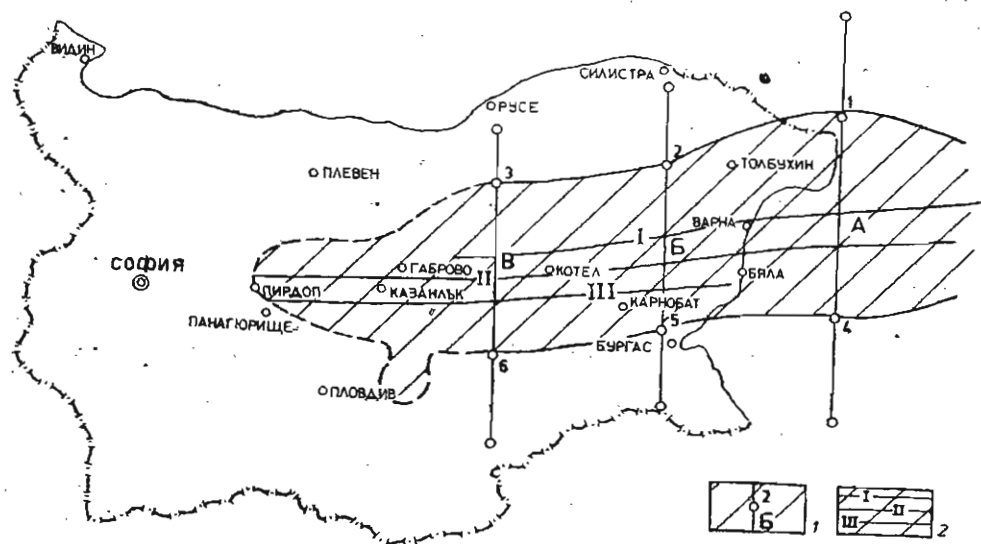
Вначале расчетов в качестве возмущающего тела берется призма, которая устанавливается с поверхности, а разность плотности пород и размеры тела принимаются произвольными. Решая прямую задачу гравиметрии, получают несколько кривых Δg в зависимости от перемещения тела вправо или влево по профилю. Сопоставляя теоретические кривые с интерпретируемой, определяют минимальные расхождения и таким образом находят оптимальное положение тела и его поперечные размеры. Эти параметры необходимо временно закрепить. Затем таким же способом определяют нижнюю границу тела, т. е. его толщину. После этого таким же методом находят оптимальную глубину и разность плотностей между телом и вмещающими породами. На этом заканчивается первый цикл вычислений. Второй цикл расчетов тот же самый, только параметры здесь принимаются не произвольные, а полученные от первого цикла. Затем переходят к расчетам по третьему циклу, принимая соответствующие параметры от второго цикла. Расчеты по одному профилю заканчиваются тогда, когда параметры от последнего цикла практически не различаются от параметров, полученных от предпоследнего цикла.

Результаты исследования и их толкование

В результате разложения гравитационного поля удалось установить по трем составляющим наличие региональных минимумов.

Западная граница всех трех минимумов ограничивается городами: Габрово, Пирдоп, Панагюрище, и далее на запад от них они не прослеживаются.

В восточном же направлении они простираются, по-видимому, не более чем на 200 км от береговой линии.



Фиг. 1. Положение разуплотненной зоны в плане (проекция на дневную поверхность)

1 — направление расчетных профилей и номера точек; 2 — осевые линии тектонических зон: I — старопланинской, II — центральной, III — среднегорской

Проведенные количественные расчеты показали, что выявленные гравитационные минимумы вызываются наличием разуплотненных пород, расположенных на глубине. Контуры границ разуплотненных пород показаны на рисунке, а другие параметры приведены в табл. 1. Эти данные представлены в ней для шести точек. В таблице даны (сверху вниз) следующие параметры: глубина верхней кромки, глубина нижней кромки и мощность зоны. Далее приведены средневзвешенные разности плотностей между вмещающими породами и породами зоны. И, наконец, в нижней строчке представлены средние минимальные квадратичные расхождения значений Δg между кривой, выделенной составляющей, и кривой, отвечающей теоретической модели разуплотненной зоны. Вычисления проведены для 11 вертикальных интервалов, в таблице же приведены параметры только для трех: верхние предельные, нижние предельные и наиболее вероятные значения.

Из рассмотрения таблицы видно, что минимальная возможная глубина верхней границы разуплотненной зоны равна 7 км (точка 3), а максимальная — 80 км (точка 5). Минимальная возможная глубина нижней границы зоны равна 24 км (точка 3), а максимальная — 545 км (точка 5). Возможная разность плотностей колеблется в пределах от 0,0138 до 0,8167 г/см³ (соответственно, точки 5 и 6). В пределах указанных параметров и заключена реально существующая зона разуплотненных пород. Другие варианты значений параметров исключаются, т. к. при все других показателях кривые Δg различаются в большей степени.

Полученный теоретически возможный диапазон параметров является сравнительно широким, но его можно сузить, исходя из следующих рассуждений. Если принять максимально допустимые разности плотностей для точек 2, 3 и 6 равными, соответственно, 0,7200, 0,7133 и 0,8167 g/cm^3 , то этим значениям отвечает мощность разуплотненной зоны в 1 км. Думается, что для зоны протяженностью в несколько сот километров мощность в 1 км явно недостаточна, а стало быть и указанные плотности не могут быть приняты во внимание.

Минимально возможные разности плотностей также следует исключить из рассмотрения, так как им должна соответствовать, наоборот, очень большая мощность зоны в 500 км. Такую мощность разуплотнения можно допустить для зоны протяженностью в несколько тысяч километров. В нашем же случае зона несравнимо меньших размеров, поэтому и эти крайние, хотя и теоретически возможные значения, должны быть исключены из рассмотрения.

Значения параметров, наиболее приближающиеся к реальным условиям, приведены в строчках „наиболее вероятная“.

Итак, установленная разуплотненная зона занимает центральное положение в стране и имеет широтное простирание. Ширина ее по расчетным профилям А, Б и В равна, соответственно, 140, 100 и 100 км. На востоке в акватории моря ее граница не установлена. В западном же направлении зона сужается, приближается к дневной поверхности, уменьшается ее мощность, а около городов Габрово, Пирдоп и Панагюрище выклинивается и далее не прослеживается. Северный борт зоны приподнят, а южный опущен и наиболее погруженная ее часть находится в центре (точке 5). Нижняя граница разуплотнения пород продолжается на глубину 115 км. Максимальная мощность зоны 50 км. Таким образом, понижение плотности пород в зоне наблюдается не только в земной коре, но и в мантийном веществе. Параметры в таблице приведены только для основного гравитационного минимума первой составляющей. Количественные расчеты проведены и по другим составляющим. Они также подтверждают наличие разуплотненной зоны. Кроме того, эти параметры указывают на то, что зона неоднородна по плотности, а состоит из блоков и отдельных составных элементов. В разуплотненной зоне четко выделяются по плотности Старопланинский и Средногорский блоки, но без их западных продолжений. Следовательно, центральные и восточные части Старой планины и Средногорья имеют под собой зоны разуплотненных пород, а западные их не имеют.

Полученные данные о глубинной плотностной неоднородности свидетельствуют о том, что и геологические процессы в западных частях этих зон были отличными в прошлом от условий, которые протекали в восточных районах.

Если установлено, что один из районов прошел геосинклинальный путь развития, а другого эти процессы никогда не затрагивали, то в тектоническом отношении они должны быть разъединены. Правда, решение этих задач является делом сложным, хотя бы уже и потому, что между геосинклинальными и платформенными условиями существует очень широкий диапазон самых разнообразных промежуточных процессов. Тем не менее, не уменьшая многообразия и не упрощая сложности геологических процессов, для нужд тектонического районирования можно выделить несколько главных, необходимых и достаточных признаков, которые могли бы характеризовать ту или иную геосинклинальную область.

Основным признаком отнесения той или иной территории к геосинклинальной области, с нашей точки зрения, является наличие в ней региональ-

Таблица 1

Расчетные параметры разуплотненной зоны, расположенной под центральной и восточной частями Старопланинской зоны

| Параметры | Границы | Номера точек | | | | | |
|--------------------------------------|--------------------|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Глубина верхней кромки в кш | верхняя | 30 | 15 | 7 | 35 | 45 | 23 |
| | нижняя | 50 | 31 | 23 | 65 | 80 | 42 |
| | наиболее вероятная | 50 | 18 | 13 | 65 | 80 | 31 |
| Глубина нижней кромки в кш | верхняя | 480 | 65 | 57 | 535 | 545 | 73 |
| | нижняя | 100 | 32 | 24 | 115 | 130 | 43 |
| | наиболее вероятная | 100 | 53 | 38 | 115 | 130 | 56 |
| Мощность зоны в кш | верхняя | 450 | 50 | 50 | 500 | 500 | 50 |
| | нижняя | 50 | 1 | 1 | 50 | 50 | 1 |
| | наиболее вероятная | 50 | 35 | 25 | 50 | 50 | 25 |
| Разность плотностей пород в g/cm^3 | верхняя | 0,0171 | 0,0171 | 0,0164 | 0,0165 | 0,0138 | 0,0175 |
| | нижняя | 0,0508 | 0,7200 | 0,7133 | 0,0541 | 0,0468 | 0,8167 |
| | наиболее вероятная | 0,0508 | 0,0227 | 0,0292 | 0,0541 | 0,0468 | 0,0332 |
| Средняя квадратичная ошибка в mg/l | | 5,29 | 0,77 | 1,30 | 4,98 | 0,26 | 0,05 |

ного глубинного прогиба — желоба. Все типично геосинклинальные области, такие, как Кавказ, Тянь-шань, Казахстанские Каратау и другие, имеют глубинные желоба, т. е. корни. Таким образом, если тот или иной район, включительно и складчатый и даже горный, не имеет глубинного корня, то он не может быть отнесен к геосинклинальной области. Ведь трудно себе представить такую геосинклинальную область, которая не прошла бы свою основную стадию регионального прогибания земной коры.

Итак, наличие желоба является основным, главным необходимым признаком при отнесении территории к геосинклинальному типу. В то же время этот признак является недостаточным. Дело в том, что многие районы на земле имеют региональные прогибы, но тем не менее они не могут быть причислены к геосинклинальным областям. В пределах СССР имеются региональные прогибы земной коры в Донбассе, Прикаспии, Западной Сибири, однако они не являются геосинклинальными зонами, а входят составными элементами в платформенные территории. В этих районах имеются глубинные прогибы, но в них не наблюдается сильной складчатости и они не подвержены горообразовательным процессам.

Таким образом, для того чтобы причислить тот или иной район к геосинклинальной области, необходимыми и достаточными критериями являются присутствие в нем: первое — глубинного желоба, второе — сильной складчатости и третье — горообразовательных процессов.

Региональные желоба обширных геосинклинальных областей фиксируются непосредственно на гравиметрической карте. Корни этих складчатых сооружений, прогибы отмечаются на них резко выраженными минимумами силы тяжести. Эти гравитационные минимумы вызываются

погружением глубинных горизонтов земной коры, разуплотнением слагающих пород и разуплотнением мантийного вещества.

У геосинклинальных областей меньших размеров жлоба не всегда четко фиксируются на наблюдаемой гравиметрической карте. В этих случаях наблюдаемое гравитационное поле необходимо разложить на ряд составляющих и количественно их проинтерпретировать. И если район действительно прошел геосинклинальный путь развития, то на одной или нескольких составляющих должен быть отражен в виде минимума отпечаток периода прогибания земной коры.

Заключение

Применительно к рассматриваемому району оказалось, что в центральных и восточных частях Старой планины и Средногорья установлены региональные гравитационные минимумы, а в западных они отсутствуют. А это свидетельствует, в свою очередь, о том, что в западных частях геологические процессы в прошлом происходили в условиях, близких к платформенным, а в восточных частях условия приближались к геосинклинальным.

Еще раз следует подчеркнуть, что в значения терминов „геосинклинальный“ и „платформенный“ вкладывается самый общий смысл, необходимый главным образом для тектонического районирования. В настоящее время это различие по гравиметрическим данным отмечается тем, что центральные и восточные части Старой планины и Средногорья имеют под собой корни разуплотненных пород, а западные не имеют. Установленные принципиальные различия дают достаточные основания предполагать, что в тектоническом плане эти территории должны быть разъединены. Полученные данные могут облегчить интерпретацию материалов по сейсмическим и сейсмологическим глубинным исследованиям. Кроме того, сделанные выводы могут быть использованы при составлении карт-перспектив по поискам рудных и нерудных полезных ископаемых. Уже сейчас можно обратить внимание на то, что нефтегазовые месторождения на шельфе Черного моря следует искать в первую очередь по осевой линии старопланинского гравитационного минимума. Это предложение основывается на том, что знаменитые бакинские (СССР) нефтегазовые месторождения (наземные и морские) находятся на осевой линии геосинклинального прогиба, четко фиксируемого по гравиметрическим данным. Осевая линия старопланинского прогиба от г. Варна в море простирается в восточном-юго-восточном направлении.

Л и т е р а т у р а

- А х и е з е р, Н. И. 1947. *Лекции по теории аппроксимации*. М.—Л. 184 с.
- Б о г д а н о в, С., П. Б о к о в, Й. Д о н ч е в а, С. П о п о в. 1980. Основни черти на дълбочинния геоложки строеж по гравитационни данни. — В: *Нефтогазоносност на Предбалкана*. С., Техника, 50—55.
- Б о г д а н о в, С., Х. Д а ч е в, К. Г е н д о в и ч. 1981. Върху геоложкия строеж на продължението на Източна Стара планина в акваторията. — В: *Геология и нефтогазоносност на Североизточна България*. С., Техника, 75—82.
- Л а п ш о в, В. 1976. Методика интерпретации сложного гравитационного поля. — *Докл. XXI геофизического симпозиума, Лейпциг*, 538—544.
- Л а п ш о в, В. 1977. Новые данные о тектонике Болгарии по гравиметрическим материалам. — *Geologica Balc.*, 7, 3, 117—120.

- Лапшов, В. 1981. Характер распределения плотности мантийного вещества на территории Болгарии и методика использования гравиметрических материалов при тектоническом районировании. — *Сп. Бълг. геол. д-во*, 42, 1, 69—79.
- Линник, Ю. В. 1962. *Метод наименьших квадратов и основы математико-статистической теории обработки наблюдений*. М., Наука. 178 с.
- Мишина, А. П., И. В. Проскуряков. 1965. *Линейная алгебра, многочлены, общая алгебра*. М., Наука. 218 с.
- Торнева, В., Д. Дамянов. 1981. Дълбочинен строеж на Източния Предбалкан по гравиметрични данни. — В: *Геология и нефтогазоносност на Североизточна България*, С., Техника, 56—61.

(Постъпила на 1. X. 1982 г.)