

УДК 528.21+551.241

Э. М. ШАТАЛОВА

## КАРТА «ИЗОСТАТИЧЕСКОГО ГЕОИДА» В РАЙОНЕ КАРПАТ

В последнее время больше стали уделять внимания детальному изучению рельефа геоида и связи его с тектонической активностью земной коры [3, 8]. В этом смысле интересен был бы геоид, построенный при предположении осуществления изостатической компенсации масс как наиболее вероятного распределения масс внутри Земли.

Мы поставили себе целью построить такой геоид для района Карпат и сопоставить его с картой вертикальных движений земной коры. Известно, что Карпаты — район сложный в тектоническом отношении. Если учесть, что этот район не везде изостатически уравновешен, а скорости современных вертикальных движений там достаточно высоки, то сопоставление карты так называемого «изостатического геоида» с картой вертикальных движений может представить интерес в изучении вертикальных движений данного района.

Понятие «изостатического геоида» возникло немногим позже появления изостатических гипотез [9, 10, 13]. Оно обозначает поверхность, которая получается, если вычислить смещения уровня сфероида, вызванное притяжением внешних масс материков и внутренних масс изостатической компенсации. Если бы теория изостазии была осуществлена со всей строгостью, то полученная таким образом поверхность была бы действительной уровенной поверхностью Земли, то есть геоидом [2, 9, 10]. Следовательно, «изостатический геоид» отличается от действительного тем больше, чем больше действительное строение масс отклоняется от принятой схемы изостатического равновесия.

Таким образом, для построения «изостатического геоида» нужно вычислить смещения уровенной поверхности, вызванные перегруппировкой масс, которую предполагает та или иная изостатическая схема. Для вычисления таких смещений (деформации уровенной поверхности) нами ранее были предложены таблицы [6, 7], несколько отличающиеся от существующих для этих целей таблиц [1, 10, 11]. При составлении указанных таблиц мы стремились наиболее полно учесть все массы, которые могут повлиять на смещение уровенной поверхности. Это дает более близкую к истине картину рельефа «изостатического геоида». При составлении карты указанного геоида для района Карпат была выбрана схема изостатической компенсации по Эри—Хейсканену. Следуя Хейсканену [13], мы приняли значения: для нормальной толщины земной коры  $T_0 = 30$  км, для средней плотности топографических масс  $\delta_T = 2,67$  г/см<sup>3</sup> и соответственно для плотности компенсирующих масс  $\delta_C = 0,6$  г/см<sup>3</sup>. Кроме того, компенсация учитывалась регионально с радиусом региональности  $\rho = 58,8$  км. Как показывают исследования Б. Л. Скуина [4] для района Карпат и Мэбея [8] для Невады и Айдахо, радиус региональности 50 км или близкий к нему при учете компенсационных масс наиболее приемлем, так как последний ограничивает такие блоки коры, которые способны достигнуть полного изостатического равновесия, о чем свидетельствуют изостатические аномалии в зоне, ограниченной выбранным радиусом.



Смещение уральной поверхности вычислялось следующим образом. В зонах за пределами радиуса  $\rho = 58,8$  км, то есть в сферических зонах 18—1 и плоских  $N, O$ , вычислялось суммарное смещение, вызванное влиянием топографических и компенсационных масс по аргументу средней высоты зоны. В ближайшем окружении точки, в пределах радиуса региональности  $\rho$ , влияние топографических и компенсационных масс учитывалось раздельно. Топографические массы были разделены на две части: 1) пластину радиусом, равным радиусу региональности  $\rho$ , и толщиной, равной высоте  $H_0$  точки наблюдения над уровнем моря; 2) рельеф, отступающий от горизонтальной плоскости, который ограничивал пластину, с относительной высотой  $h = H_{\text{ср}} - H_0$ , равной разности средней высоты зоны и высоты точки  $H_0$ .

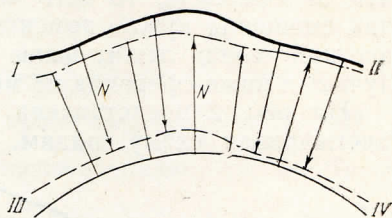


Рис. 1. Расположение геоидов (I, II, III) относительно сфероиды (IV):

I — изостатический, II — действительный, III — компенсированный.

Учет рельефа в горном районе, как показали вычисления, необходим, поскольку смещение, вызываемое массами рельефа, по абсолютной величине достигает половины величины смещения, вызываемого массаами самой пластины. Влияние компенсационных масс на смещение геоида в пределах радиуса региональности вычислялось по аргументу средней высоты зоны, ограниченной радиусом  $\rho$ .

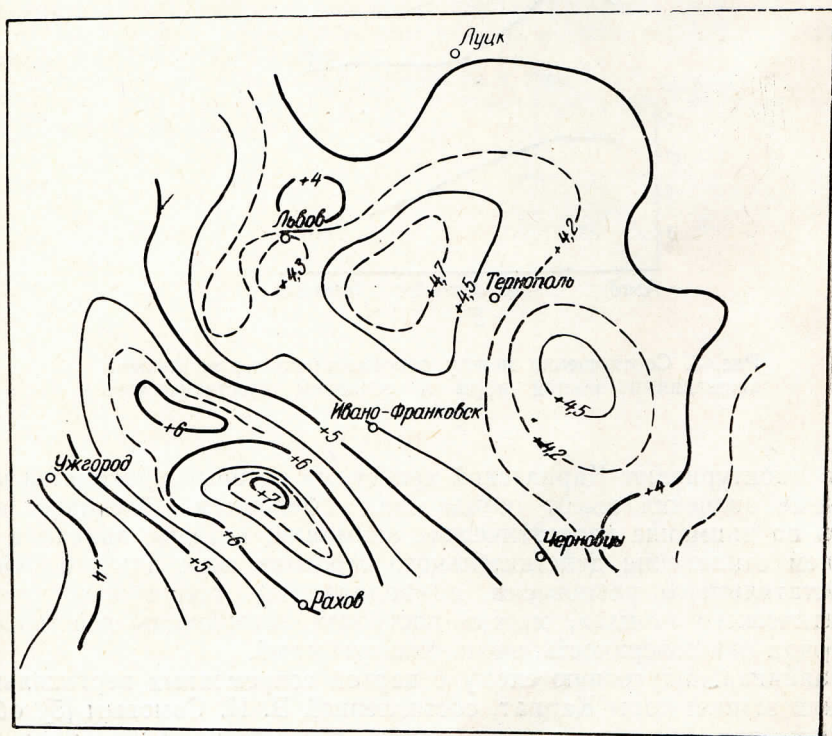


Рис. 2. Схематическая карта изостатического геоида Карпат.

Все вычисления были проделаны для 62 точек, более или менее равномерно расположенных на территории Закарпатья, Карпат, Предкарпатья. В результате мы получили значения смещений уральной поверхности, которые на всей территории имеют отрицательный знак. Если эти значения отсчитать от поверхности действительного геоида,



получим так называемый «компенсированный геоид» [2, 10], который в случае полного соответствия теории изостазии действительности должен совпадать со сфероидом (рис. 1). Нас же интересует другая поверхность, которая получится, если указанные смещения отсчитать от сфероида, то есть «изостатический геоид». В данном случае знак смещения нужно поменять на обратный. Это значит, что «изостатический геоид» лежит выше сфероида на континентах (как в нашем случае) и ниже сфероида на морях.

На рис. 2 представлена схема «изостатического геоида» Карпат. Рассматривая схему, видим, что изолинии рельефа «изостатического

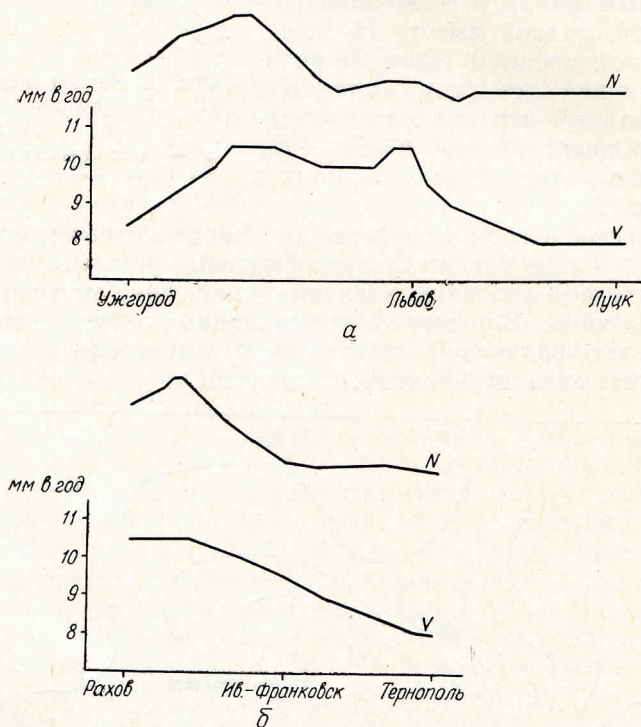


Рис. 3. Соотношение между современными вертикальными движениями земной коры и рельефом изостатического геоида.

геоида» оконтуривают Карпатский хребет, на который приходится максимальные значения высот геоида над сфероидом. Очевидно, если принять во внимание изостатические аномалии, которые являются показателем отклонения действительного строения масс данного района от изостатического равновесия, и «подправить» полученный рельеф «изостатического геоида», можно построить поверхность действительного геоида или поверхность, очень близкую к ней.

Сравнивая полученную схему с картой современных вертикальных движений земной коры Карпат, составленной В. И. Сомовым [5], обнаруживаем, что большие высоты геоида соответствуют большим скоростям вертикальных движений. Для того, чтобы это было видно более наглядно, мы вычертили два профиля: Ужгород—Львов—Луцк и Рахов—Ивано-Франковск—Тернополь (рис. 3 а, б). Нижняя кривая на профилях показывает изменение скоростей вертикальных движений по профилю, верхняя — изменение рельефа изостатического геоида. Как видно из рис. 3, рельеф геоида коррелируется со скоростями вертикальных движений.



Локальный максимум скорости 10,5 мм в год в районе г. Львова тоже совпадает с поднятием (локальным) «изостатического геоида».

В будущем предполагается изучить этот вопрос более детально. Очевидно, другие значения  $T_0$ ,  $\delta_T$ ,  $\delta_C$ , выбранные для вычисления смещений, могут дать тоже интересные результаты, точно так же, как и сравнение подобной карты с тектоническими особенностями района.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Евсеев С. В. Вычисление изостатических редуций на Урале и в Поволжье. — Тр. ЦНИИГАиК, № 17, 1937.
2. Михайлов А. А. Курс гравиметрии и теории фигуры Земли. М., 1939.
3. Ражинская А. К. Несколько замечаний о значении детального изучения поверхности квазигеоида для характеристики активности земной коры. — Тр. АН ЛитССР, сер. В 1(28), 1962.
4. Скуин Б. Л. Зависимость аномалий силы тяжести от высот в горной области. — В сб.: Геодезия, картография и аэрофотосъемка, вып. 6. Изд-во Львовского ун-та, 1967.
5. Сомов В. И. Сводная карта современных вертикальных движений земной коры Карпат. — В сб.: Геодезия, картография и аэрофотосъемка, вып. 7. Изд-во Львовского ун-та, 1968.
6. Шаталова Э. М. О смещении уровневой поверхности (геоида) под влиянием топографической редуции. — В сб.: Геодезия, картография и аэрофотосъемка, вып. 14. Изд-во Львовского ун-та, 1971.
7. Шаталова Э. М. К вопросу о деформации геоида. — В сб.: Геодезия, картография и аэрофотосъемка, вып. 15. Изд-во Львовского ун-та, 1972.
8. Don R Mabeu. In «Geological Survey Research», 1966.
9. Heiskanen W. A. and Erkki Niskanen. World maps for the indirect effect of the undulations of the geoid on gravity anomalies Publ. Isos. Inst. IAG (Helsinki), № 7, 1941.
10. Lambert W. D. and F. W. Darling. Tables for determining the form of the geoid and its indirect effect on gravity USCGS Spec. Publ., 1936.
11. Lejay R. P. Pierre Tables pour le calcul de l'effet indirect et la déformation du géoïde. Bul. geod. NS, № 8, 1948.
12. Scheffer V. «Geophys. und Geol», № 9, 1966.
13. Vening Meinesz F. A., W. A. Heiskanen. The Earth and its Gravity field, New York, Toronto, London, 1958.

Работа поступила в редколлегию 29 октября 1971 года. Рекомендована кафедрой геодезии Львовского ордена Ленина политехнического института.