

Определяне дебелината на Брацигово-Доспатския вулкански масив с помощта на регресионен анализ

Н. Кацков, В. Стоянова

Предприемие за геофизични проучвания и геоложко картиране, 1505 София

N. Katskov, V. Stojanova — Determination of the thickness of Bracigovo-Dospat volcanic massif by means of regression analysis. The depth of the lower boundary of Bracigovo-Dospat volcanic massif is determined by the quantitative method of mathematical statistics — the regression analysis. The method is based on the probability relation between thickness of the rocks, established in boreholes, and the values of the magnetic field recorded in them. The results obtained suggest that this method may be successfully used in paleovolcanic reconstructions, prospecting for volcanic edifices and determination of the thickness of volcanic massifs.

Въведение

Един от най-важните въпроси при палеовулканските реконструкции е установяването на вулканските апарати. В резултат от изследванията на единия от авторите (Кацков, 1980, 1981) се установи, че Брацигово-Доспатският вулкански масив е изграден от игнимбрити и игнимбритоподобни скали в резултат на мощни разливи от широко отворени пукнатини с посока 120 и 160—180° и от единични вулкански центрове, привързани към тях. Установяването им е резултат от дешифриране на космически и аерофотоснимки, интерпретация на средномашабни гравиметрични и магнитометрични проучвания, детайлни петрографски и структурни изследвания. Наличието на данни за дебелината на масива би потвърдило правилността на тези изводи и ще даде указания за търсене евентуално и на други вулкански центрове. Решаването на този проблем е задача на настоящата работа. За целта е използван регресионният анализ. Той се базира на установяването на математична зависимост между неизвестния параметър на геоложкия обект и аномалните стойности на наблюдаваните геофизични полета. При определянето на дебелината на вулканския масив са използвани 9 броя сондажи и картите на аномалното магнитно поле в М 1:100 000. Опитно беше изследвана и регресионната зависимост между мощността на масива и стойностите на гравитационното и магнитното поле. Като най-адекватна и с най-голяма степен на приближение е зависимостта между мощността на масива и стойностите на аномалното магнитно поле, което е и основа на настоя-

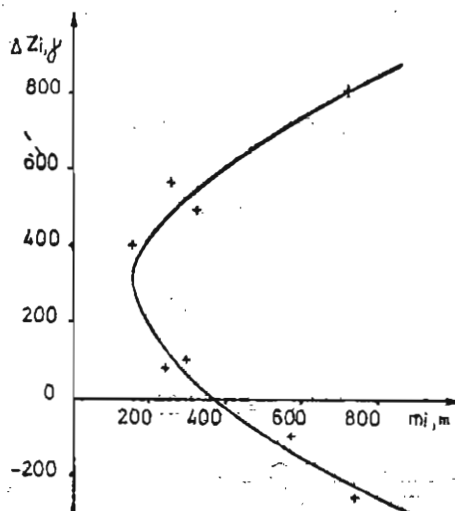
щата работа. Тя е обусловена от по-голямата диференциация на магнитната възприемчивост на вулканитите, от една страна, и подложката (седименти и метаморфити), от друга. За да се провери достоверността на получените резултати, на част от района беше проведен повторен регресионен анализ с използването на 5 броя сондажи и стойностите на аномалното магнитно поле в М 1:25 000.

Методика и резултати

За установяване на формата на регресионната зависимост и изчисляване на нейните коефициенти са използвани данни от сондажи, в които е известна дебелината на вулканския масив и съответстващите ѝ стойности на аномалното магнитно поле ΔZ_i . Получената зависимост се разпространява на участъци с неизвестна мощност, но с измерени стойности на аномалното магнитно поле ΔZ_i . На фиг. 1 е показана зависимостта между дълбочината на залегане на долната граница на вулканитите (m_i) и аномалните стойности на магнитното поле ΔZ_i , която е изведена на базата на съществуващите експериментални данни. С увеличение на ΔZ_i се увеличава и дебелината на вулканския масив. С най-голяма степен на вероятност зависимостта се доближава до парабола:

$$(1) \quad m_i = a_0 + a_1 \Delta Z_i + a_2 \Delta Z_i^2.$$

При определянето на коефициентите a_0 , a_1 и a_2 в уравнение (1) се използва методът на най-малките квадрати (Никитин, 1979). Изходните данни,



Фиг. 1. Зависимост между дебелината на вулканския масив (m_i) и стойностите на магнитното поле (ΔZ_i)

които се използват при определянето, са представени в табл. 1, колонки 2 и 3. Изчисляването на коефициентите се извършва по метода на Гаус и получените стойности са следните:

$$a_0 = 373, \quad a_1 = 1,39, \quad a_2 = 2,22 \cdot 10^{-3}.$$

Таблица 1

Исходни данни и получени стойности на регресионната зависимост

№ на сондажа	Мощност, m_i	Аномално магнитно поле, ΔZ_i	Регресионна мощност, \hat{m}_i
27	300	100	256
24	252	80	275
11	320	500	223
12	720	800	662
13	310	150	213
9	140	400	165
10	240	600	325
4	725	-250	850
5	560	-100	535

Уравнението на регресионната зависимост между дълбочината на залягане на долнището на вулканския масив и стойностите на измереното аномално магнитно поле има следния вид:

$$(2) \quad \hat{m}_i = 373 - 1,4\Delta Z_i + 2,2 \cdot 10^{-8}\Delta Z_i^2.$$

Получените стойности на регресионната мощност \hat{m}_i в точките на сондажите са представени в табл. 1, колонка 4.

За определяне съгласуваността на получената регресионна зависимост ($D_{\text{рег}}$) с изходните данни, т. е. адекватността на получения модел с изходния $D_{\text{ад}}$, значимостта на коефициентите на регресията и качеството на приближение R се използва дисперсният анализ (Никитин, 1979), съгласно който

$$D_{\text{рег}} = \frac{1}{k} \sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m}_i),$$

където

$$\bar{m}_i = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n m_i,$$

n — броят на членовете в подборката;

k — броят на коефициентите.

За $n=9$ и $k=3$ получаваме

$$D_{\text{рег}} = 153\,728,$$

$$D_{\text{ад}} = \frac{1}{n-(k+1)} \sum_{i=1}^n (\hat{m}_i - m_i)^2, \quad D_{\text{ад}} = 7009,33,$$

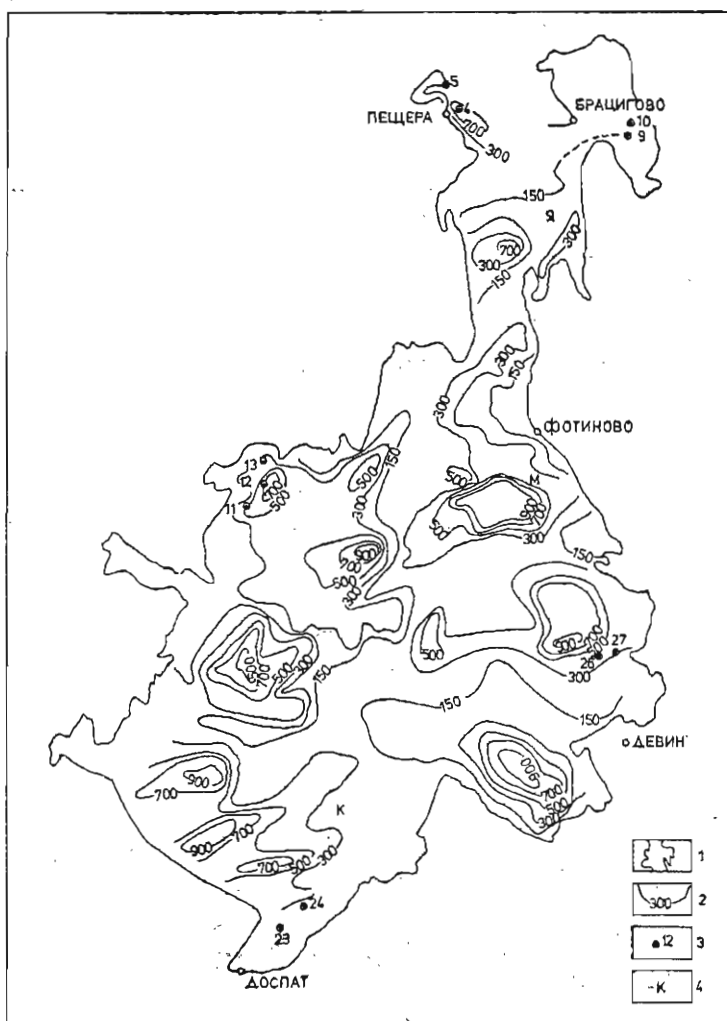
$$D_{\text{общ}} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (m_i - \bar{m}_i)^2, \quad D_{\text{общ}} = 68\,507,5,$$

$$R = \sqrt{D_{\text{рег}}/D_{\text{общ}}}, \quad R = 1,7,$$

$$D_{\text{рег}}/D_{\text{ад}} > F_{\gamma}, \quad D_{\text{рег}}/D_{\text{ад}} = 29,5,$$

$$F_{\gamma}(3,5) = 3,86.$$

Ако регресията е избрана правилно, то $D_{ад}$ е по-малка в сравнение с $D_{рег}$. Това се оценява с помощта на F -разпределение на Фишер (Хартман и др., 1977). При $D_{рег}/D_{ад} > F_{\gamma}$, където F_{γ} е γ -квантил на F -разпределение на Фишер с известни степени на свобода k и $n-k-1$, се приема хипотезата



Фиг. 2. Карта на дебелините на Брацигово-Доспатския вулкански масив

1 — контур на масива; 2 — изопахити; 3 — сондажи; 4 — разкрития на фундамента (обяснение в текста)

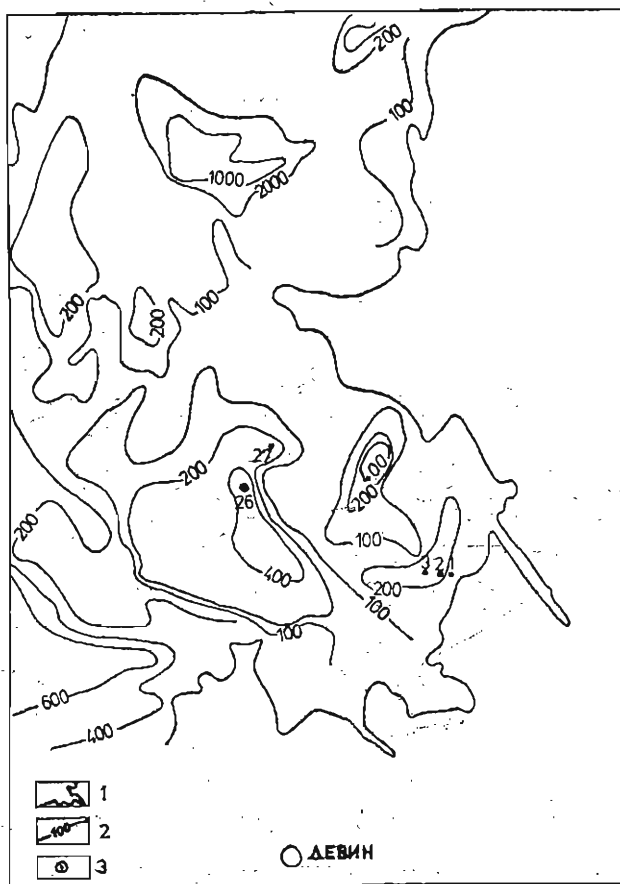
за адекватността на модела. Качеството на приближение $R=1,7$ потвърждава правилността на избраната регресия.

Получената регресионна зависимост (2) се използва за построяване на карти на дебелините на Брацигово-Доспатския вулкански масив (фиг. 2). Достоверността на получените резултати се потвърждава от съществуващите данни от сондажи, невзети под внимание при изчисляване на регресионната зависимост. Например сондаж № 26 попада в полето над 300 m

и е приключен на дълбочина 483 m само в риолитовия масив, сондаж № 23 подсича долната граница на риолитите на дълбочина 135 m. Съвпадащи резултати са получени и по други сондажи в района. Проверка и потвърждение може да се направи, като се изчисли дебелината спрямо разкриващата се подложка в някои по-дълбоко врязани реки (фиг. 2) — Ясъкорийска река (Я-150), Мюсемлидере (М-300), Кочоолудере (К-250).

Дискусия

Получените резултати за дебелината на Брацигово-Доспатския вулкански масив много добре кореспондират на предполагаемите дебелини в различните му части, резултат на геологоструктурни изследвания с отчитане на



Фиг. 3. Карта на дебелината на част от Брацигово-Доспатския вулкански масив

1 — контур на масива; 2 — изопакити; 3 — сондажи

абсолютната височина. Най-големи дебелини се наблюдават обикновено там, където по геоложки данни (Кацков, 1981) се определят вулкански центрове — в района на с. Стоманово, около вр. Шанкая, около вр. Орловец, изток-югоизток от яз. „В. Коларов“. Аналогични дебелини със субизоме-

трична форма се наблюдават и в участъци, в които не са доказани вулкански апарати, но са налице куполни структури, очертани по плоскостен паралелизъм — около вр. Подшилената бърчина и вр. Равня тикла. Прави впечатление, че пунктовете с максимални дебелини (повече от 800 — фиг. 2), респ. вулканични центрове, са подредени в две субмеридионални линии, отговарящи на два разлома. Единият от тях е обоснован от Кацков (1981) като южно окончание на магмоконтролиращата разломна зона, преминаваща през Панагюрище (Цветков, 1974). Другият е субпаралелен на Пизденския разсед (Кацков, 1980), който представлява вероятно неговата неотектонска изява.

Регресионният анализ, проведен с използване на стойностите на магнитното поле в М 1:25 000 (фиг. 3), в общи линии повтаря получените резултати, но естествено обуславя и по-голяма детайлност.

Налага се изводът, че предлаганият метод може успешно да се прилага при палеовулкански реконструкции, за насочване и конкретно търсене на вулкански апарати и за определяне на дебелината на вулкански масиви.

Л и т е р а т у р а

- Кацков, Н. 1980. Строеж на част от Брацигово-Доспатската ефузия. — *Геотект., тектонофиз., геодин.*, 3—24.
- Кацков, Н. 1981. Брацигово-Доспатский вулканический массив. — В: *Палеогеновый вулканизм в Местенском грабене, Централных и Восточных Родопях*. Проблемная комиссия IX МС АНСС, 33—42.
- Никитин, А. 1979. *Статистические методы выделения геофизических аномалий*. М., Недра. 280 с.
- Хартман, К., Э. Лецкий, В. Шефф. 1977. *Планирование эксперимента в исследовании технологических процессов*. М., Мир. 551 с.
- Цветков, К. 1976. Некоторые данные геолого-геофизической разведки о расположении медно-порфировых оруденений в Панагюрском рудном районе. — В: *Проблемы рудообразования, IV симп. IAGOD — Варна, 1. С.*, БАН, 191—198.

(Постъпила на 17. VIII. 1982 г.)