

ВЛИЯНИЕ НА ИЗСЛЕДВАНАТА ПОВЪРХНОСТ ПРИ СПЕКТРОМЕТРИЧНИТЕ ИЗМЕРВАНИЯ НА ГРАНИТИ

Деница Борисова

ЦЛСЗВ – БАН, София 1113, България, ул. Акад. Г.Бончев, бл.3
E-mail: d_borisova_stil@abv.bg

РЕЗЮМЕ

Спектрометричните изследвания, като част от дистанционните изследвания на природни обекти, изучават регистрирания от измервателното устройство сигнал като функция на дължината на вълната. Получаваните спектрални отражателни характеристики на природни обекти се анализират в съответствие с поставената в изследването задача. Целта на настоящата работа е да се изследват петрографски образци с естествено грапави повърхности и различен размер на минералните зърна и да се анализира влиянието на повърхността върху данните от спектрометричните измервания. В тази работа са изследвани гранити, които представляват смесен клас от скалообразуващите ги минерали. Смесен клас в дистанционните изследвания се нарича елементът от изследваната повърхност, където попадат повече от един клас наблюдавани обекти. Проведените измервания са осъществени в лабораторни условия в диапазона 0.4-1.1 μm . Направено е сравнение на спектралните отражателни характеристики на образци с различна по грапавина повърхност и на едро- и дребнозърнести образци. Получените резултати са разгледани в аспекта на влияние на изследваната повърхност при спектрометрични измервания на гранити.

УВОД

Спектрометричните изследвания представляват част от дистанционните изследвания на природни обекти. Те изучават регистрирания от измервателното устройство сигнал като функция на дължината на вълната. Смесен клас в дистанционните изследвания се нарича елементът от изследваната повърхност, където попадат повече от един клас наблюдавани обекти. Гранитите могат да се разглеждат като подкласове на класа (групата) на гранита и риолита (Маринов, 1989), т.е. в тази работа се приемат като смесен клас от скалообразуващите ги минерали.

Целта на настоящата работа е да се изследват петрографски образци с естествено грапави повърхности и различен размер на минералните зърна и да се анализира влиянието на повърхността върху данните от спектрометричните измервания.

МАТЕРИАЛИ И МЕТОДИ

Известно е, че природните обекти отразяват, поглъщат и излъчват падналата върху тях слънчева радиация по различен, характерен за тях начин, което лежи в основата на дистанционните изследвания (Мишев *и др.*, 1987).

Същността на проведените изследвания се състои в измерване на отразената от обекта радиация, която съдържа информация относно структурата и грапавостта на изследваната повърхност. Информация за различните класове обекти се съдържа в получаваните коефициенти на отражение $r(\lambda_i)$, които представляват енергетично и

спектрално разпределение на отразената радиация. Тези коефициенти формират спектралната отражателна характеристика $R\{r(\lambda_i)\}$ и са спектрални информационни признаци на обекта. Обектите се групират в класове според приликата на техните спектрални отражателни характеристики.

За да се постигне целта на настоящата работа, се определят параметрите на изследвания обект по измерените спектрални характеристики $R\{r(\lambda_i)\}$, т.е. се решава обратната задача. Това е възможно поради зависимостта на отражателната способност от вида, свойствата и моментното състояние на обекта, което обуславя информационното съдържание на спектралните характеристики.

Според Clark and Roush, 1984; Napke, 1993 сумарно отразената и погълната светлина от изследвания минерал зависи от размера на минералните зърна. Публикуваните резултати от проведени спектрометрични измервания на пироксен като функция на размера на минералните зърна показва зависимостта “размер на изследваната повърхност – наклон на спектралната отражателна характеристика” (Clark, *et al.*, 1993). Тази зависимост е обратно пропорционална, т.е. при по-едрозърнест минерал наклонът на спектралната крива е по-малък.

Осъщественият литературен преглед показва, че досегашните изследвания в тази насока са проведени основно с минерални образци. В настоящата работа е направен опит да се приложат получените резултати при изследване на петрографски образци като смесен клас от

скалообразуващите ги минерали и да се оцени влиянието на размера на скалообразуващите минерали.

От особено значение е структурата на повърхността на изследваните обекти, която определя разпределението на отразената от повърхността радиация. Условно може да се посочат четири групи отразяващи повърхности.

Ортотропни повърхности, които отразяват падащия върху тях светлинен поток дифузно или равномерно във всички посоки. Огледални повърхности, които отразяват падащата върху тях радиация предимно в равнината на падане и под ъгъл, равен на ъгъла на падане. Във видимия диапазон това са сухите каменни повърхности и откритите скални почви. Антиогледални повърхности, които отразяват максимално в посока към източника на радиация. Комбинирани повърхности, които имат два максимума на отразяване на падащата радиация и могат да се разглеждат като комбинация от огледално и антиогледално отразяване.

Посочените групи отразяващи повърхности трябва да се отчитат при интерпретацията на получените данни. Особено внимателно трябва да се подхожда при непълна априорна информация за изследваните обекти. Важно е да се знаят техническите параметри на използваната апаратура и условията на провеждане на експеримента. Несъобразяването с тези фактори може да доведе и до големи пропуски при интерпретацията.

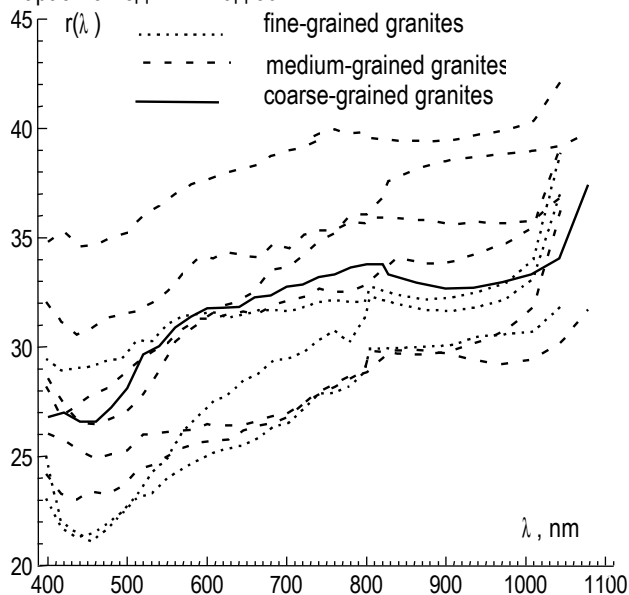
Подбрани са образци с естествено грапави повърхности, тъй като целта е лабораторните спектрометрични измервания максимално да се доближат до провеждане на такива изследвания в натурални условия. Когато петрографските образци са отрязани и шлифовани, възниква допълнителен смуцаващ фактор при провеждането на спектрометричните измервания. Гладката и огледалната повърхности внасят грешка в стойностите на спектралния коефициент на отражение.

В лабораторни условия при постоянно изкуствено осветление с непрекъснат спектър, близък до слънчевата светлина, са измерени спектралните коефициенти на отражение на гранити (10 образеца) в диапазона 0.4-1.1 μm от електромагнитния спектър със стъпка $\Delta\lambda=20 \text{ nm}$. Използвана е спектрометрична система за дистанционни изследвания SPM-1, разработена в ЦЛСЗВ-БАН (Илиев, 2000).

РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЯ

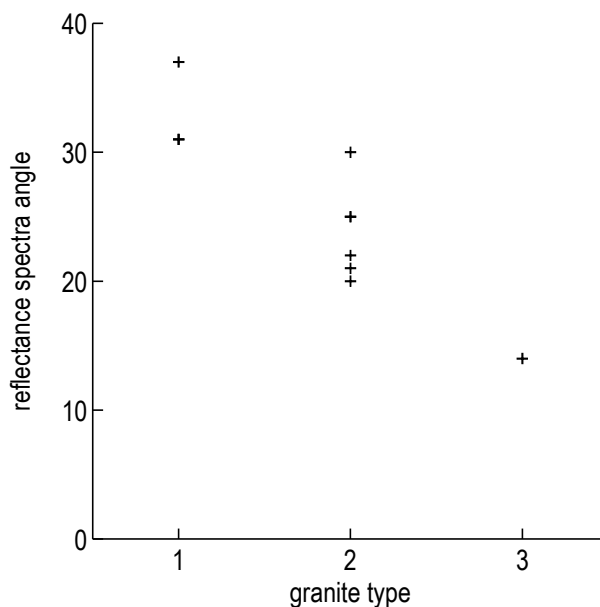
На Фигура 1 са представени спектралните отражателни характеристики на изследваните гранити. Както се вижда, получените стойности на спектралните отражателни коефициенти зависят от размера на минералните зърна, т.е. от вътрешната структура на петрографския образец. При едрозърнестите гранити спектралната им отражателна характеристика е почти хоризонтална или с много малък наклон (0-15), при среднозърнестите

наклонът е 15-30 и при дребнозърнестите графиката нараства под ъгъл над 30.



Фигура 1. Спектрални отражателни характеристики на гранити с различна структура.

Въвежда се условно цифрово обозначение за трите вида вътрешни структури: 1 за дребнозърнести гранити, 2 за среднозърнести гранити и 3 за едрозърнести гранити. Чрез това заместване се получава възможност да се направи оценка на влиянието на размера на минералните зърна върху получаваните данни от спектрометрични измервания.



Фигура 2. Зависимост между структурата на гранитите и ъгъла на наклона на спектралните им отражателни характеристики.

Предварително е направен петрографски анализ за определяне на минералния състав, процентното съдържание на отделните минерали, вътрешната структура и структурата на повърхността на гранитите. Установява се добра корелация между петрографското

определение на вътрешната структура на гранитите и установената по наклона на спектралната отражателна характеристика (Фигура 2). Ясно се вижда, че с намаляване на ъгъла на наклона на спектралните отражателни характеристики на изследваните образци структурата им се променя от едрозърнеста към дребнозърнеста.

В Таблица 1 е представено структурното описание на изследваните гранити по петрографски анализ и по получените спектрални отражателни характеристики. Сравнението показва добро съвпадение на структурното описание по двата приложени метода.

Таблица. 1. Сравнително структурно описание.

N	Наименование	Структура по Фигура 1	Структура по определение
1	Гранит	дрбнозърнеста	среднозърнеста
2	Порфи-роиден гранит	средно- до зърнеста	среднозърнеста, порфири от К фелдшпат
3	Порфи-роиден гранит	едрозърнеста	едрозърнеста, порфири от плагиоклази
4	Двуслюден гранит	средно- зърнеста	средно- зърнеста
5	Порфи-роиден гранодиорит	среднозърнеста	дрбнозърнеста, порфири от К фелдшпат
6	Гранит	средно- до едрозърнеста	средно- зърнеста
7	Гранит	средно- зърнеста	дрбно- до среднозърнеста
8	Гранит	средно- зърнеста	дрбно- до среднозърнеста
9	Гранит	дрбно- зърнеста	дрбно- до среднозърнеста
10	Гранит	средно- Зърнеста	дрбно- до среднозърнеста

Друг фактор, от който зависи спектралната отражателна характеристика на гранитите, е структурата (грапавостта) на изследваната повърхност. При направени по-раншни изследвания на скални образци (Spiridonov, *et al.*, 1980; Борисова, 1996) е установено, че при полираните и гладките скални образци спектралният коефициент на отражение е по-висок в сравнение с естествено грапави такива. При настоящия експеримент само два образеца са с почти гладка повърхност, което се отразява в по-високите стойности на спектралния коефициент на отражение (виж Фигура 1).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предимството на спектрометричните изследвания е в голямото информационно съдържание на получаваните резултати. Това позволява използването им като дешифровъчен признак за типова класификация на изучаваните обекти.

Анализираните спектрални отражателни характеристики съдържат комплексна информация. Видът им зависи от множество фактори (цвет, определен от съотношението на светлите и тъмните скалообразуващи минерали в смесения клас гранити; петрографска структура и структура на изследваната повърхност на образците). В заключение мога да кажа, че влиянието на изследваната повърхност при спектрометричните измервания се изразява в:

- ъгъла на наклона на спектралните отражателни характеристики на гранитите;
- по-високите стойности на получавания спектрален коефициент на отражение на гранитите със сравнително по-гладка повърхност.

Авторът изказва благодарност на гл.ас. Б.Банушев от катедра Минералогия и петрография на Минно-геоложкия университет "Св. Иван Рилски" за оказаното съдействие и предоставените скални образци.

ЛИТЕРАТУРА

- Clark, R., Roush, T. 1984. Reflectance spectroscopy: Quantitative analysis techniques for remote sensing applications. - *J. Geophys. Res.*, 89, 6329-6340.
- Clark, R., Swayze, G., Gallagher, A., King, T., Calvin, W. 1993. The U. S. Geological Survey, Digital Spectral Library: Version 1: 0.2 to 3.0 μm , *U.S. Geological Survey, Open File Report 93-592*, 1326.
- Нарке, В. 1993. *Introduction to the Theory of reflectance and Emission Spectroscopy*. Cambridge University Press, New York, 278 p.
- Маринов, Т. 1989. *Петрография*, С., Техника, 244 с.
- Мишев, Д., Добрев, Т., Гугов, Л. 1987. *Дистанционни методи в геофизиката и геологията*. С., Техника, 272 с.
- Борисова, Д. 1996. Отражателни характеристики на основните видове скали и тяхното спектрометрично изучаване. - *III Нац. конференция с международно участие по съвременни проблеми на слънчево-земните въздействия*, София, 45-47.
- Илиев, И. 2000. Спектрометрична система за слънчеви и атмосферни изследвания. - *Електротехника и електроника*, 3-4, 43-47.

катедра "Приложна геофизика", ГПФ

Препоръчана за публикуване от

SPECTROMETRIC MEASUREMENTS OF GRANITES AND STUDY SURFACE EFFECTS

Denitsa Borisova

STIL - BAS

INTRODUCTION

Spectrometric measurements are a part of remote sensing. They study the light as a function of wavelength. If more than one class is found within the studied surface it is called a mixed class. In this case studied granites are two sub-classes of one and the same class (group) of granite and rhyolite (Маринов, 1989). In other words, the granites are mixed class of their rock-forming minerals.

The goal of present paper is the study of petrographic samples with natural roughness and with different mineral grain size and than to do analysis of study surface effects in spectrometric measurements.

MATERIALS AND METHODS

It is known that the specific reflectance, absorption and emission of solar radiation by land covers is the basis of remote sensing, of spectrometric measurements in particular (Мишев и др., 1987).

At the root of spectrometric studies lies the fact that the reflected by the object radiation contains information about surface structure and roughness. This information is carried by the specific spectral distribution of the reflected solar radiation, i.e. by the reflectance coefficients $r(\lambda_i)$. These coefficients form the spectral reflectance characteristic $R\{r(\lambda_i)\}$ and are spectral informational features of the studied object. According to similarity of objects spectral reflectance characteristics different classes could be formed.

The parameters of studied object using measured spectral reflectance $R\{r(\lambda_i)\}$ are defined, i.e. inverse task is to be solved. A basis for the purpose provides the dependence of the reflectance features on the type and properties of the object. This dependence actually determines the informational content of spectral features.

The amount of light scattered and absorbed by a grain is dependent on grain size (Clark and Roush, 1984; Hapke, 1993). In Clark, *et al.*, 1993 have been measured reflectance

ABSTRACT

Spectrometric measurements are a part of remote sensing. They study reflected, emitted or scattered from real land cover light as a function of wavelength. According to main experimental problem obtained spectral reflectance characteristics of different land surfaces have been analyzed. The goal of present paper is the study of petrographic samples with natural roughness and with different mineral grain size and than to do analysis of study surface effects in spectrometric measurements. In this paper granites as a mixed class of their rock-forming minerals are measured. If more than one class is found within the studied surface it is called a mixed class. Laboratory spectral reflectance measurements in range (0.4 - 1.1 μm) of granites are performed. Spectral reflectance characteristics of samples with natural roughness and with different mineral grain size are compared. The study surface effects in spectrometric measurements of granites are discussed.

spectra of pyroxene as a function of grain size. As the grain size becomes larger, more light is absorbed and the reflectance drops. The reflectance decreases as the grain size increases.

Made literature review shows that previous investigations aim at analyzed mineral samples. In present paper a try to examined and analyzed obtained results from petrographic samples as mixed class of their rock-forming minerals is to be done.

The studied objects surface structure is of particular importance. It determines the distribution of reflected from surface radiation. Four type of surfaces could be group.

Orthropic surfaces diffusely or evenly reflect the incident flux in all directions. Specular surfaces reflect the incident radiation mainly in the incident beam plane at an angle equal to the angle if incidence. Dry stony surfaces and denudated rock soils have this type of reflectance within the visible range. Anti-specular surfaces reflect to a maximum of the direction of the emission source. Combined surfaces have two reflectance maxima of the incident radiation – specular and anti-specular.

Mentioned above group have to be include in results interpretation. If a priori information is not enough it could be bring a lot of omissions in interpretation. It is important to know technical parameters of used apparatuses and experimental conditions.

The studied petrographic samples are with natural roughness and with different mineral grain size. The aim is approximation of laboratory spectrometric measurements to natural one. As another confusing factor in spectrometric measurements is cut or polished sample. Polished and mirror surfaces could be make a change in spectral reflectance coefficients value.

Laboratory spectral reflectance measurements in range (0.4 - 1.1 μm) with $\Delta\lambda=20$ nm of granites (10 samples) were performed. It was used spectrometric system for remote sensing SPM-1, made in STIL-BAS (Илиев, 2000).

RESULTS AND DISCUSSION

Figure 1 shows spectral reflectance characteristics of studied granites. Obtained values of spectral reflectance coefficient depend on mineral grain size, i.e. on petrographic structure. Reflectance feature of coarse-grained granites is almost horizontal or with a small angle (0-15), of medium-grained the angle is 15-30 and of fine-grained the slope is over 30.

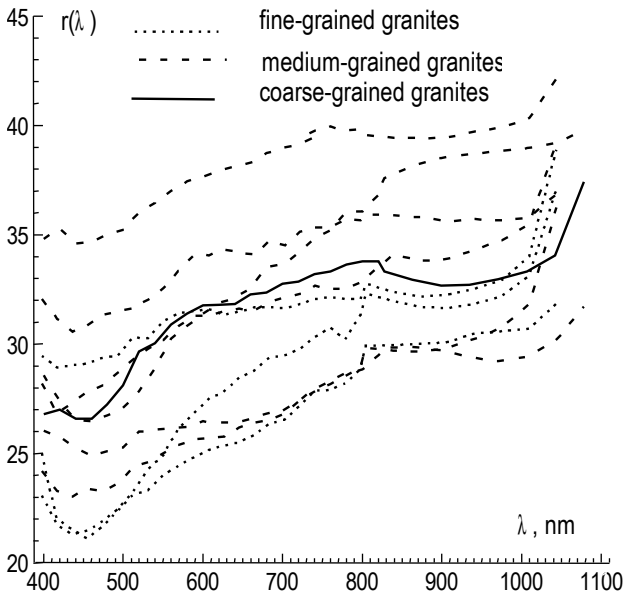


Figure 1. Spectral reflectance of granites with different structure.

Conventionally numerical symbols for three types structure are: 1 – for fine-grained granites; 2 – for medium-grained granites and 3 – for coarse-grained granites. The aim for this substitution is possibility to analyze grain size effects in spectrometric measurements.

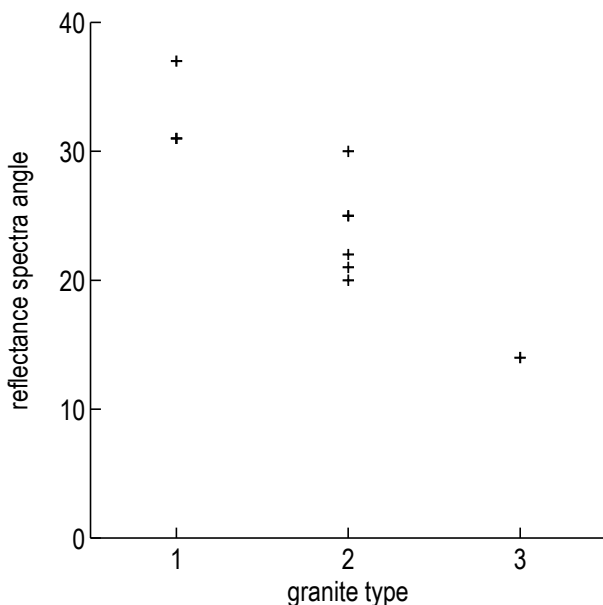


Figure 2. Relationships between granite type structure and reflectance spectra angle.

In advance it was done petrographic analysis on mineral composition, percentage mineral contents, structure and roughness of granites. Figure 2 shows relationships between granite type structure and reflectance spectra angle. It can be seen that the reflectance angle decreases as the grain size increases, i.e. the structure is changed from fine-grained to coarse-grained.

Table 1. Compare structural description.

N	Name	Structure in Figure 1	Structure in determination
1	Granite	Fine-grained	Medium-grained
2	Porphyry granite	Medium-grained	Medium-grained, K-felspar porphyries
3	Porphyry granite	Coarse-grained	Coarse-grained, Plagioclase porphyries
4	Two-mica granite	Medium-grained	Medium-grained
5	Porphyry granodiorite	Medium-grained	fine-grained, K-felspar porphyries
6	Granite	Medium- to Coarse-grained	Medium-grained
7	Granite	Medium-grained	Fine- to Medium-grained
8	Granite	Medium-grained	Fine- to Medium-grained
9	Granite	Fine-grained	Fine- to Medium-grained
10	Granite	Medium-grained	Fine- to Medium-grained

In Table 1 is present the structural description of studied granites in petrographic analysis and in spectral reflectance characteristics. The comparison shows good coincidence of structural description in two used way.

Roughness is another factor which spectral reflectance characteristics of granites depend on. It was registered (Spiridonov, *et al.*, 1980; Борисова, 1996) that polished and smooth rock surfaces increase spectral reflectance coefficients. In present experiment only two samples are with almost smooth surface. It can be seen (Figure 1) in higher spectral reflectance coefficient values.

CONCLUSIONS

An advantage of spectrometric investigations is a lot of information including in obtained results. This allowed their use as decadal indication for type classification of studied objects.

Analysed spectral reflectance characteristics content a complex information. Their type depend on set of factors (color, determined by proportion in mixed class granites of salic and mafic rock-forming minerals; structure and roughness of the samples). We can conclude that study surface effects in spectrometric measurements are:

- reflectance spectra angle of granites;
- higher spectral reflectance coefficients values obtained from more smooth granites.

The author would like to thanks to assistant Prof. B. Banoushev from Mineralogy and Petrography Department at Mining and Geology University "St. Ivan Rilski" for his help and consigned petrographic samples.

REFERENCES

Clark, R., Roush, T. 1984. Reflectance spectroscopy: Quantitative analysis techniques for remote sensing applications. - *J. Geophys. Res.*, 89, 6329-6340.

Clark, R., Swayze, G., Gallagher, A., King, T., Calvin, W. 1993. The U.S. Geological Survey, Digital Spectral Library: Version 1: 0.2 to 3.0 μm , *U.S. Geological Survey, Open File Report 93-592*, 1326.

Нарке, В. 1993. *Introduction to the Theory of Reflectance and Emission Spectroscopy*. Cambridge University Press, New York, 278 p.

Маринов, Т. 1989. *Петрография*. С., Техника, 244 с.

Мишев, Д., Добрев, Т., Гугов, Л. 1987. *Дистанционни методи в геофизиката и геологията*. С., Техника, 272 с.

Борисова, Д. 1996. Отражателни характеристики на основните видове скали и тяхното спектрометрично изучаване. *III Нац. конференция с международно участие по съвременни проблеми на слънчево-земните въздействия*, София, 45-47.

Илиев, И. 2000. Спектрометрична система за слънчеви и атмосферни изследвания. - *Електротехника и електроника*, 3-4, 43-47.

Recommended for publication by

Department

Applied Geophysics, Faculty of Geology and Prospecting