

## Радиогеохимична характеристика на скалите в района на Странджа—Сакар по данни от аерогама-спектрометрични изследвания

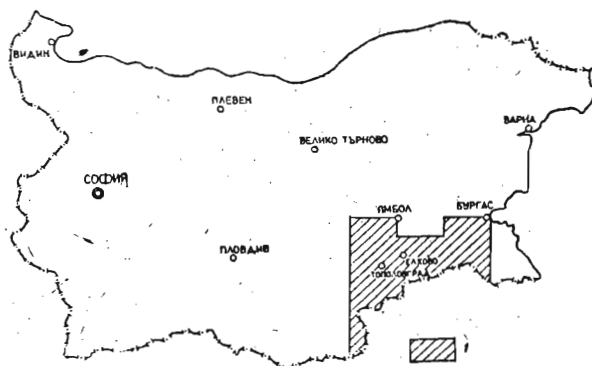
Нгуен Ван Куанг, Красимира Георгиева

Предприятие за геофизични проучвания и геоложко картиране, 1505 София

Nguen Van Kuang, Krassimira Georgieva — *Radio-geochemical characteristics of rocks in the area of Strandza-Sakar based on data of airborne gamma-spectrometric studies.* The studies were carried out in 1985 by means of a high-accuracy geophysical equipment. A special program packet was used in the processing of the data. As a result we obtained the distribution of three of the natural radioactive elements (uranium, thorium and potash) which characterize the radio-geochemical pattern of the rocks in the area studied. The results are a sound base to increase the efficiency of geological mapping and prospecting works.

### Въведение

През 1985 г. в района на Странджа — Сакар (фиг. 1) бяха проведени аерогама-спектрометрични изследвания. Като резултат от тези изследвания се получиха данни за разпределението на три от естествените радиоактивни елементи (уран, торий и калий),



Фиг. 1. Обзорна схема на района: 1 — район на изследване

които дават обща радиогеохимична характеристика на скалите, участващи в изграждането на геоложкия строеж на района, и възможността за използването на тези закономерности при търсене на находища на полезни изкопаеми.

## Методика на изследване

Измерванията са извършени с комплексна аерогеофизична система „GEOTREX“, монтирана на въртолет. Районът на Странджа—Сакар е проучен в мащаб 1:50 000 по профили с посоки север—юг и юг—север при междупрофилно разстояние 50 m. Средната височина на полетите е 80 m при средна скорост на летене 90—100 km/h. Апаратният комплекс за аерогама-спектрометричните измервания се характеризира с висока чувствителност (0,1—0,2% за К, 0,2—0,5×10<sup>-4</sup>% за U и 0,5—1,0×10<sup>-4</sup>% за Th).

Данните, получени от измерванията, са анализирани и обработени на компютър „PERKIN ELMER“ с помощта на специализиран пакет от програми за аерогеофизична информация.

Данните от аерогеофизичните изследвания са интерпретирани, като са използвани резултативните карти в изолинии на съдържанията на естествените радиоактивни елементи (торий, уран и калий) в мащаб 1:100 000. При интерпретацията авторите са използвали геоложката карта, издадена през 1986 г. в мащаб 1:100 000 от Г. Скендеров, И. Генев и И. Пальшин — НПП Бухово.

### Резултати от аерогама-спектрометричните изследвания

В геоложкия строеж на района участвуват метаморфити, гранитоиди, седиментни скали, както и скали от горнокредния магматизъм. Данните, получени от аерогама-спектрометричните изследвания, показват, че характерна особеност за всички литофациални разновидности независимо от техния генезис и възраст е неравномерното разпределение на естествените радиоактивни елементи.

#### Метаморфни скали

В табл. 1 са представени съдържанията на уран, торий и калий в метаморфните скали. Последните са образувани в условията на амфиболовия фацес на метаморфизма и се характеризират с ниски съдържания на калий. Порфиробластичните гранитогнайси, гранитогнайсите, амфиболитите и амфиболовите шисти се характеризират със сравнително високи съдържания на естествени радиоактивни елементи, особено за тория при такъв тип скали. Биотитовите гнайси и гнайсошистите в района около с. Факия се отличават с ниски концентрации на естествени радиоактивни елементи в сравнение с тези, които участвуват в изграждането на геоложкия строеж в Сакар планина, т. е.

Таблица 1

Съдържания на уран, торий и калий в метаморфните скали (в условни единици)

№ по ред	Скали	Възраст	U (ppm)	Th (ppm)	K [%]
			от — до средно	от — до средно	от — до средно
1	Шисти, гнайсошисти, биотитамфиболови гнайси	P — T <sub>1</sub>	1,5 — 2,5 2,0	8 — 10 9	1,1 — 2,0 1,55
2	Двуслюдени гнайси, гнайсошисти и шисти	P <sub>1</sub> — P <sub>2</sub> (?)	2,0 — 3,0 2,5	8 — 11 10	1,6 — 2,4 2,0
3	Биотитови гнайси и гнайсошисти	P <sub>1</sub> — P <sub>2</sub> (?)	1,5 — 2,0 1,75	9 — 11 10	1,0 — 1,2 1,1
4	Порфиробластични гранитогнайси, гранитогнайси и амфиболови шисти	P <sub>1</sub> — P <sub>2</sub> (?)	2,5 — 3,5 3,0	14 — 16 15	2,4 — 3,6 3,0

съдържанията на естествени радиоактивни елементи в метаморфитите от проучения район нарастват от изток на запад.

Разпределението на съдържанията на уран е твърде неравномерно в сравнение със същото за торий. Това може да се обясни с относителната лекоподвижност на урана в условията на метаморфизма, което води до преразпределението му и до предизвикване на локални уранови аномалии при благоприятни геолого-структурни и геохимични условия.

### Магмени скали

В магмените скали разпределението на съдържанията на естествени радиоактивни елементи е добре диференцирано (табл. 2).

Съдържанията на радиоактивните елементи са сравнително ниски за среднозърнестите биотитови и биотит-мусковитови гранити около с. Факия и с. Пънчево. Разпределението на естествените радиоактивни елементи за тези литофациеси е сравнително равномерно. Данните от полевите наблюдения и резултатите от аерогама-спектрометричните изследвания показват, че концентрациите на естествените радиоактивни елементи се повишават в участъците, подложени на хидротермална дейност, и с количественото повишение на ортита.

В метаморфозирани гранитоиди от Лесовския комплекс съдържанията на уран, торий и калий намаляват при наличие на повишено съдържание на калция, съпроводено с намаляване на кварца.

Гранитоидите, изграждащи Сакарския батолит, се характеризират с относително по-високи съдържания на естествени радиоактивни елементи. Среднозърнестите био-

Таблица 2

Съдържания на уран, торий и калий в магмените скали (в условни единици)

№ по ред	Скали	Възраст	U (ppm)		Th (ppm)		K [%]	
			от — до	средно	от — до	средно	от — до	средно
1	Сакарски гранити	$J_3$ (?)	2.8 — 3.5	3.15	9 — 10	10	2.4 — 3.2	3.0
	а) аплитониди		2.5 — 4.0		10 — 12		2.8 — 3.2	
	б) среднозърнести порфиroidни		2.5 — 4.0		10 — 12		2.4 — 3.6	
	в) среднозърнести биотитови и биотит-мусковитови		2.5 — 3.5		9 — 11		2.4 — 3.2	
2	Лесовски комплекс	$Mz - Pz$ (?)	2.0 — 3.5	2.75	10 — 12	11	1.6 — 3.6	2.6
	а) метаморфозирани кварц-диорити и гранодиорити		2.0 — 3.0		8 — 10		1.6 — 3.2	
3	Равномерно зърнести и порфиroidни гранити	$Mz$	2.0 — 2.5	2.25	9 — 11	10	1.6 — 3.2	2.4
	б) метаморфозирани плагногранити		1.5 — 2.5		8 — 10		1.6 — 2.8	
4	Биотитови гранити (Пънчевски)	$J_3$ (?)	2.0	2.0	9	9	2.2	2.2
5	Средно- до едрозърнести биотит и биотит-мусковитови гранити	$Pz$	1.5 — 2.0	1.75	8 — 10	9	1.6 — 2.8	2.2

Таблица 3

Съдържания на уран, торий и калий в скали от горнокредния магматизъм (в условни единици)

№ по ред	Скали	Възраст	U (ppm)	Th (ppm)	K [%]
			от — до средно	от — до средно	от — до средно
1	Маришка неинтрузивна зона биотитови гранити	K <sub>2</sub>	2,4 — 3,4	10 — 12	2,4 — 2,8
			2,8	11	2,6
2	Странджанска неинтрузивна зона интрузивни а) гранодиорити, монцонити б) диорити в) габродиорити г) габро д) ултрабазити ефузивни а) андезити б) андезитови туфи	K <sub>2</sub>	2,5 — 3,5	12 — 14	2,4 — 3,2
			3,0	13	2,8
		K <sub>2</sub>	1,5 — 1,8	8 — 10	1,1 — 1,6
			1,65	9	1,35
		K <sub>2</sub>	1,4 — 1,7	6 — 9	1,1 — 1,6
			1,55	7,5	1,35
		K <sub>2</sub>	1,3 — 1,7	6 — 8	0,4 — 1,6
			1,5	7	1,0
		K <sub>2</sub>	1,5 — 2,0	8 — 10	1,1 — 1,6
			1,75	9	1,35
		K <sub>2</sub>	1,5 — 2,0	6 — 10	1,1 — 2,4
			1,75	8	1,75
K <sub>2</sub>	1,5 — 2,0	6 — 10	1,1 — 2,8		
	1,75	8	1,95		
3	Бургаска неинтрузивна зона интрузивни а) алкални сиенити ефузивни а) алкални трахити б) лавобрекчи, туфи в) андезитови туфи	K <sub>2</sub>	2,5 — 4,0	12 — 18	3,2 — 3,6
			3,25	15	3,4
		K <sub>2</sub>	1,5 — 2,5	6 — 10	1,6 — 3,2
			2,0	8	2,4
		K <sub>2</sub>	1,5 — 2,0	6 — 10	1,1 — 2,8
			1,75	8	1,95
K <sub>2</sub>	1,5 — 2,0	6 — 10	1,1 — 2,8		
	1,75	8	1,95		

тит-мусковитови и среднозърнестите порфиroidни гранити имат по-висока радиоактивност, отколкото грубозърнестите порфиroidни гранити, т. е. обогатяването с естествени радиоактивни елементи в хода на развитието на Сакарския батолит става само в късните фази на внедряване на магмата.

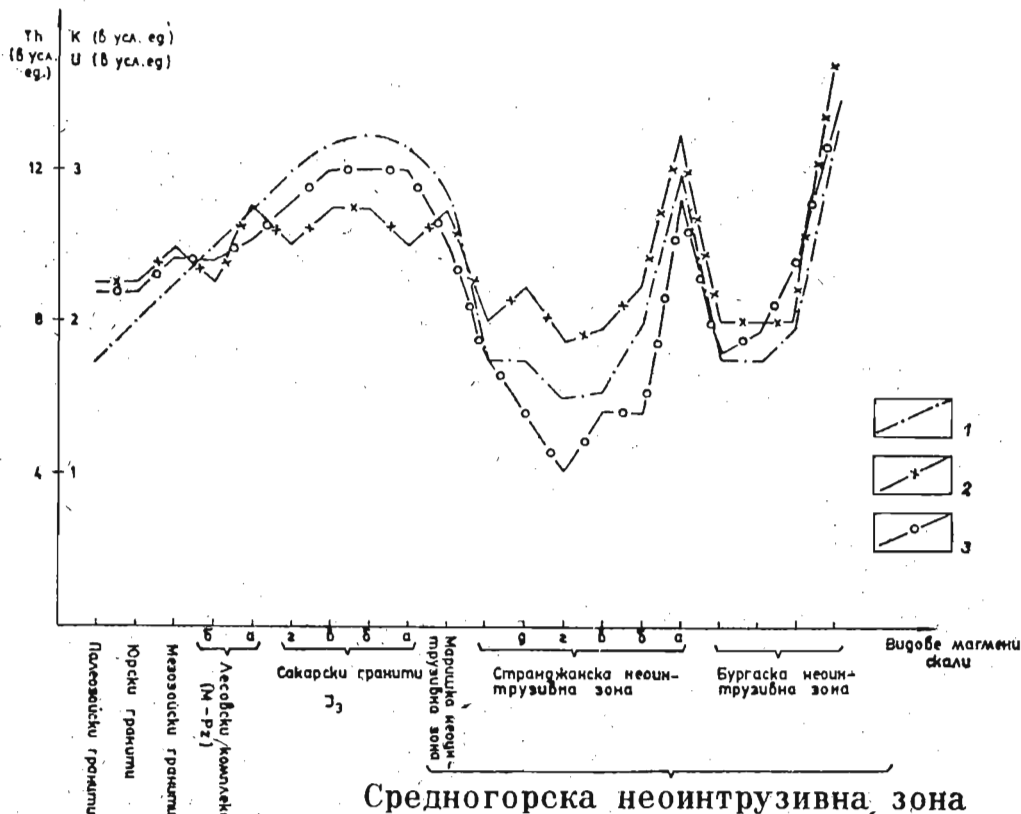
Аплитоидните гранити, внедрени главно в южната периферия на Сакарския батолит като малки тела с удължена форма, имат ниски съдържания на естествените радиоактивни елементи. Причините, предизвикващи създаването на тези тела, засега не са изяснени. Обяснение може да се даде едва след извършването на специализирани изследвания.

В границите на изследваната площ се намират три интрузивни зони с горнокредна възраст: Маришката, Странджанската и Бургаската. Първите две от тях са представени от линейни пояси на хипоабисални и субвулкански, предимно пластинообразни тела. Третата зона се разкрива в Бургаския вулканогенен трог (табл. 3).

За горнокредните гранитоиди от Странджанския магматизъм обща радиогеохимична закономерност представлява повишаването на концентрациите на естествените радиоактивни елементи с увеличаване на тяхната киселинност и алкалност. Габрата, габродиоритите и диоритите притежават ниска радиоактивност, а в гранодиоритите,

монцодиоритите съдържанията на естествени радиоактивни елементи рязко се повишават.

Повишената концентрация на естествени радиоактивни елементи в ултрабазитите може да се обясни с влиянието на радиоактивността, дължаща се на по-младите гранитоидни тела, внедрени в тях.



### Средногорска неонинтрузивна зона

Фиг. 2. Радиогеохимична характеристика на магмените скали в района на Странджа—Сакар: 1 — средни съдържания на уран (в усл. ед.); 2 — средни съдържания на калий (в усл. ед.); 3 — средни съдържания на торий (в усл. ед.)

Ефузивните скали от горнокредния магматизъм (Странджански и Бургаски) се характеризират с по-слабата си радиоактивност от ефузивните им аналози. Разпределението на съдържанията на уран, торий и калий тук е сравнително по-равномерно.

Горнокредните биотитови гранитоиди в Маришката зона, внедрени в района около с. Гранитово, се отличават със сравнително по-ниски съдържания на радиоактивни елементи. Това е доказателство за тяхното образуване от друг магмен източник, който се отличава с по-ниска радиоактивност.

Паралелното натрупване на радиоактивни елементи в горнокредните гранитоиди води до появата на постоянна корелация между съдържанията на уран, торий и калий.

На фиг. 2 е представена графично радиогеохимичната характеристика на магмените скали, участващи в геоложкия строеж на района. От графиката се наблюдава, че в Странджанско-Сакарския район разпределението на съдържанията на естествени радиоактивни елементи в магмените скали се подчинява на определена зоналност.

Концентрациите на радиоактивни елементи в старите биотитови гранити се повишават от изток на запад, като всяка една от трите неонинтрузивни зони се отличава със

специфичните си особености, дължащи се на разпределението на естествените радиоактивни елементи. Радиоактивността в скалите, включени в неонитрузивните зони, се повишава от ранните фази на кристализация на магмата към късните.

### Седиментни скали

Седиментните скали се отличават от метаморфитите и гранитоидите със сравнително равномерно разпределение и относително ниски съдържания на радиоактивните елементи (табл. 4).

Таблица 4

Съдържания на уран, торий и калий в седиментите и метаморфизирани седиментни скали

№ по ред	Скали	Възраст	U (ppm)	Th (ppm)	K [%]
			от — до средно	от — до средно	от — до средно
1	Неогенски брекчоконгломерати, пясъци, глини, алевролити, въглища	N <sub>2</sub>	1,5 — 3,0 2,25	8 — 14 11	1,1 — 1,6 1,35
2	Палеогенски				
	а) варовици, глинести варовици	Pg <sub>2</sub> <sup>3</sup>	2,0 — 3,0 2,5	10 — 12 11	1,6 — 2,0 1,8
	б) пясъчници, алевролити, мергели	Pg <sub>2</sub> <sup>3</sup>	1,5 — 2,0 1,75	8 — 10 9	1,1 — 1,6 1,35
3	Горнокредни				
	а) пясъчници, алевролити, мергели	K <sub>2</sub> sn	1,5 — 2,0 1,75	6 — 10 8	1,6 — 2,0 1,8
	б) пясъчници, конгломерати, въглища	K <sub>2</sub> tn	1,5 — 2,5 2,0	6 — 10 8	1,6 — 2,0 1,8
	в) мергели, алевролити, варовици	K <sub>2</sub> cm	1,4 — 1,6 1,5	6 — 10 8	1,6 — 2,0 1,8
4	Мраморизирани варовици, варовици, мрамори, кварцитизирани пясъчници	J	1,5 — 2,5 2,0	10 — 12 11	1,1 — 2,4 1,75
5	Триаски				
	а) мраморизирани варовици, доломити	T <sub>2-3</sub>	1,5 — 4,0 2,75	8 — 10 9	1,1 — 1,6 1,35
	б) аркозни пясъчници, конгломерати	T <sub>1</sub>	1,5 — 3,0 2,25	10 — 14 12	1,6 — 2,0 1,8

Аркозните пясъчници и доломити с триаска възраст представляват благоприятен литоложки фактор за локализиране на уранови минерализации, изобилствуват с локални уранови аномалии с различна амплитуда.

Докато в юрските и горнокредните седименти разпределението на радиоактивните елементи е равномерно, то в палеогенските наслаги се наблюдава силна диференциация. Характерно е високото съдържание на уран в седиментните скали, изграждащи въглищния басейн Марица-изток, представени от доломити и варовици, които имат особеността да абсорбират химичните съединения на елемента.

### Изводи

От направения анализ на радиогеохимичната характеристика за отделните литофациеси, включени в района, могат да се направят следните изводи:

1. Разпределението на естествените радиоактивни елементи в скалите, разкриващи се на повърхността на района, е неравномерно.
2. Метаморфните скали, порфиробластичните гранитогнайси, гранитогнайсите, амфиболитите и амфиболовите шисти се характеризират със сравнително високи съдържания на естествени радиоактивни елементи, особено за тория и калия.
3. В магмените комплекси радиоактивността в гранитоидите се повишава с намаляване на тяхната възраст.
4. В гранитоидните скали радиоактивността се повишава при количественото повишаване на калция.
5. В хода на развитие на единните магмени източници радиоактивността се повишава от ранните фази на кристализация на магмата към късните.
6. Горнокредните биотитови гранити в Маришката зона, внедрени в района около с. Гранитово, са формирани от друг магмен източник, характеризиращ се с по-ниска радиоактивност.
7. В процеса на развитие на горнокредния магматизъм наблюдаваната радиоактивност на скалите се повишава от юг на север.

*(Постъпила на 30. XI. 1987 г.)*