

UDK 550.4:553:552.5(497.12)=862

## Problematika određivanja geohemijskog fona i šuma na primeru raspodele urana u sedimentima Žirovskog vrha

Determination of the geochemical phone and noise at the example of uranium distribution in beds of Žirovski vrh

*Veljko Omaljev*

Geoinstitut, Rovinjska 12, 11000 Beograd

### Kratak izvod

U ovom radu je dat primer određivanja vrednosti geohemijskog fona i geohemijskog šuma, po novim definicijama autora kao parametara geohemijskog polja, za kompleks klastičnih sedimenata i orudnjenja šireg područja ležišta urana Žirovski vrh (površine oko 3 km<sup>2</sup>). Ovaj rad, uz primenu novih pojmova i termina, predstavlja praktičnu razradu nove metodologije statističkih ispitivanja u geohemiji (dvojni histogrami).

Ranije su formiranim statističkim uzorcima dodate tri probe sa višim sadržajima urana, da bi se dobio srednji sadržaj urana za širi prostor ležišta od 10,2 μg/g, što predstavlja vrednost lokalnog geohemijskog fona urana za istraživani prostor ležišta.

Određivanje geohemijskog šuma je izvedeno u tri kombinacije s obzirom na usvojene vrednosti praga geohemijskih anomalija.

Sva ispitivanja su izvedena u logaritamskoj statističkoj razmeri »log 1 : 20« μg/g.

### Abstract

The paper presents an example of determining the values of geochemical phone and geochemical noise, in accordance with the new definitions given by the author for parameters of the geochemical field, in the sedimentary clastites complex and mineralisation in the wider area of the uranium deposit Žirovski vrh (area approximately 3 km<sup>2</sup>). The paper represents practical elaboration of a new methodology of statistical analysis in geochemistry (dual histograms) by application of new concepts and terms in geochemistry.

To earlier formed statistical samples were added three specimens with higher uranium content in an attempt to obtain an average uranium content of 10.2 μg/g for the wider area of the deposit, what represents the value of the local geochemical uranium phone for the wider area of the deposit.

The determination of geochemical noise was conducted in three combinations, with regard to the adopted values of threshold of geochemical anomalies.

All analyses were done on the logarithmic statistical scale »log 1 : 20« μg/g.

## Uvod

Problematici određivanja geohemijskog fona elemenata u stenama nije poklonjena odgovarajuća pažnja. Ova konstatacija nije karakteristična samo za našu geohemijsku praksu, već je to stanje koje je momentalno nedovoljno izučeno (definisano) na svetskom nivou. Stanje nedovoljnog poznavanja složene problematike određivanja geohemijskog fona u stenama kao geohemijskim sredinama uslovljava pojavu višeznačnog rešenja, prisutnog u praksi. Ovoj problematici se pristupa rutinski, bez teoretske razrade geohemijske suštine pojma »geohemijski fon«.

Prilikom izrade doktorske disertacije, autor se susreo sa ovom problematikom (1976—1979. godine), a uvidevši da pojam »geohemijski fon« nije dovoljno jasno definisan nije ga upotrebio u tekstu disertacije (Om al j e v, 1982a). Slična je situacija i kod drugih autora, koji izbegavaju (koliko je to moguće) upotrebu termina »geohemijski fon« u publikacijama, a u izveštajima se može naići na veoma različito definisan način izračunavanja geohemijskog fona. Međutim, u diskusijama se nastupa kao da je u vezi sa geohemijskim fonom sve jasno, što dovodi do zaobilaženja izjašnjavanja pojedinaca, zaklanjajući se iza savremenih autoriteta u geohemijskoj nauci.

Autor ovog rada smatra da je takvo stanje u geohemijskoj nauci neodrživo, prvenstveno iz praktičnih razloga i zato je pristupio teoretskom izučavanju geohemijske suštine pojma »geohemijski fon«. Rezultati ovih izučavanja objavljeni su u predavanjima, referatima i ostalim publikacijama (Om al j e v, 1982b, 1982c, 1983a, 1983b) te ih je za razumevanje ove problematike neophodno upoznati. U ovim publikacijama su analizirani postignuti rezultati u smislu novih definicija pojmova »geohemijsko polje«, »geohemijski fon« i »geohemijski šum« elemenata u geološkim telima.

Izučavanja raspodele hemijskih elemenata u stenama kao geološkim telima svode se (po mome mišljenju) na izučavanje forme reljefa geohemijskog polja, kao polja uticaja vektora jediničnih koncentracija izučavanog elementa (Om al j e v, 1982b, 1982c, 1983a, 1983b). Osnovni parametar geohemijskog polja su geohemijski fon i geohemijski šum izučavanog elementa, a koji se odnose na numeričko izražavanje veličine »zasićenosti« izučavane geohemijske sredine (stene kao geološkog tela) atomima izučavanog elementa.

Reljef geohemijskog polja je najjasnije grafički izražen (predstavljen) izolacijama koncentracija izučavanog hemijskog elementa na geohemijskoj karti. Međutim, najjasnija grafička predstava reljefa geohemijskog polja elementa je dvojni histogram, koji je autor definisao u brojnim publikacijama (Om al j e v, 1978, 1979, 1982d, 1982e, 1984).

Prilikom prospekciono-istražnih radova na Žirovskom vrhu, u periodu od 1960. do 1966. godine, obavljeno je sporadično geohemijsko uzorkovanje njegovih crvenih i sivih klastičnih sedimenata. Pri prospekcijskom istraživanju uranove mineralizacije na Žirovskom vrhu nije bilo sistematskog litogeohemijskog uzorkovanja (litogeohemijske prospekcije), a pomenute litogeohemijske probe uzimane su usputno, uz petrografska i mineraloška izučavanja klastičnih sedimenata, kao i uz mineraloško-geohemijska izučavanja uranove mineralizacije. Radiometrijske analize na U, Th i K uradili su R. Nedimović i S. Gojković

u Radiometrijskoj laboratoriji Geoinstituta u Beogradu (u periodu od 1961 do 1966. godine).

Problematici određivanja lokalnog geohemijskog fona urana u crvenim i sivim gredenskim sedimentima Žirovskog vrha dosad nije poklanjana odgovarajuća pažnja. Prilikom hidrogeohemijske prospekcije urana na Žirovskom vrhu (P o k r a j a c, 1962 — rukopis) uzet je mali broj litogeohemijskih proba da bi se mogao odrediti lokalni geohemijski fon urana u njegovim sivim i crvenim gredenskim slojevima. Ocena srednjih sadržaja U, Th i K, kao i odnosa Th U od strane Protića i Gojkovića (1965 — rukopis) je bila dugo u upotrebi kao vrednost geohemijskog fona, a sami autori nisu pomenute srednje sadržaje definisali kao geohemijski fon izučavanih radioaktivnih elemenata u ovim stenama.

Analizu količina urana u stenama Žirovskog vrha uradio je Pirc (1977) na osnovu dostupnih podataka iz izveštaja i publikacija. Ocena količina urana u ovim stenama izvedena je preko srednjeg sadržaja urana, a Pirc nije upotrebio termin geohemijski fon.

Autor je statistički obradio raspodelu U, Th i K (1979) u gredenskim slojevima Žirovskog vrha na osnovu 484 litogeohemijske probe. Srednji sadržaji izučavanih radioaktivnih elemenata mogu se smatrati geohemijskim fonom za gredenske slojeve Žirovskog vrha (sa izuzetkom ležišta urana), ali autor u ovom radu nije upotrebio termin »geohemijski fon«. Slično je i sa raspodelom U, Th i K u alevrolitima, psamitima i psefitima Žirovskog vrha (O m a l j e v, 1982e), srednji sadržaji predstavljaju lokalni geohemijski fon izučavanih radioaktivnih elemenata (sa izuzetkom ležišta urana), ali autor nije upotrebio ovaj termin.

U ovom radu se izlaže problematika određivanja vrednosti geohemijskog fona i geohemijskog šuma na primeru sivih klastičnih sedimentata ležišta Žirovski vrh i na osnovu litogeohemijskih proba uzetih u ranijem periodu istraživanja uranove mineralizacije ovog ležišta. Statistički uzorci su dopunjeni probama orudnjenja urana (3 probe), da bi se dobio lokalni geohemijski fon urana za ležište Žirovski vrh koji je jednak oceni srednjeg sadržaja urana za kompleks stena sa orudnjenjem urana celog ležišta približne površine oko 3 km<sup>2</sup> (O m a l j e v, 1982a).

Ispitivanja su izvedena u logaritamskoj statističkoj razmeri »log 1 : 20«  $\mu\text{g/g}$ .

### Parametri geohemijskog polja

Parametri geohemijskog polja, po novim definicijama autora (O m a l j e v, 1982b, 1982c, 1983a, 1983b), su *geohemijski fon* i *geohemijski šum* (za koji autor predlaže naziv »fersman«).

U bogatoj geohemijskoj literaturi nema, sem izuzetka starijih publikacija, definicija geohemijskog fona kao parametra koji ima primenu u praksi istočnih zemalja (uključujući i Jugoslaviju). Ostalo je nejasno ko je prvi upotrebio termin »geohemijski fon« za srednji sadržaj izučavanog hemijskog elementa u stenama kao geohemijskoj sredini. Nejasno je šta zapravo znači reč »fon« u slučaju njegove upotrebe kao parametra srednjeg sadržaja. Predpostavljam da se ovde misli na pojam »nivo«, jer se u literaturi na ruskom jeziku često sreće fraza »na fone«, misleći »na nivou« nečega. No, postoji verovatnoća da



reč »fon« ima poreklo od francuske reči »fond«, što znači osnova nečega ili pozadina nečega (usmeno saopštenje S. Pirca). Slično značenje ima engleska reč »background«, što takođe znači osnova ili pozadina nečega, a upotrebljava se u geohemijskoj literaturi u istom značenju kao francuski »fond« ili ruski »fon«.

Polazeći od definicije Fersmana (1953, 1958) za geohemijski termin »klark«, kao »srednjeg sadržaja hemijskog elementa u geohemijskom sistemu«, autor je izložio svoju definiciju geohemijskog fona kao »srednjeg sadržaja hemijskog elementa u geološkom telu« (Om al j e v, 1982b, 1982c, 1983a, 1983b). Fersmanov termin »klark« predstavlja (po našem mišljenju) »globalni geohemijski fon« i zato su ovi parametri na jednak način definisani.

Međutim, definicija geohemijskog fona u »Geologičeskom slovaru« (1978) je: »Fon geohemijski je srednji sadržaj elementa u steni određenog tipa, koje zauzimaju značajne površine, a nisu vezane sa konkretnim ležištima«. Ona sadrži značajnu dilemu šta da se radi sa ležištima mineralnih sirovina, odnosno sa lokalnim geohemijskim fonom stena u kojima se ležište nalazi. Ova ograničenja u velikoj meri destimulišu istraživače da se odlučnije pozabave lokalnim geohemijskim fonom za konkretna ležišta metalčnih mineralnih sirovina, odnosno sa geohemijskim fonom geološke formacije u kojoj se konkretno ležište nalazi.

Nova definicija geohemijskog fona (O m a l j e v, 1982b, 1982c, 1983a, 1983b) dozvoljava određivanje vrednosti lokalnog geohemijskog fona za rudonosne geološke formacije i ležišta mineralnih sirovina. Pri tome se mora voditi računa da se okonturi deo geološkog tela za koji se računa geohemijski fon, jer bez okonturenog volumena (odnosno mase stene), pojam srednjeg sadržaja hemijskog elementa u geološkom telu nema matematičkog smisla.

U mojoj definiciji uzimam da je »fon« reč grčkog porekla i da znači »zvuk«, a kao takva upotrebljava se u akustici. Na taj način »geohemijski fon« definišem kao »zvuk (signal) prisutnih atoma« izučavanog elementa u okonturenom geološkom telu.

Međutim, činjenica je da ostaje problem konkretnog određivanja vrednosti geohemijskog fona za rudonosni deo geološke formacije, a naročito za konkretna ležišta (sa najužom okolinom). Ovaj problem nije nerešiv, ali zahteva objektivnost istraživača kod formiranja statističkog uzorka da verno predstavlja geološko telo koje se ispituje, odnosno geološku populaciju atoma izučavanog elementa u njemu. Svaka greška u formiranju statističkog uzorka vodi u grešku određivanja srednjeg sadržaja elementa (geohemijskog fona), bilo u smislu osiromašenja, ili što je znatno češći slučaj, u smislu njegovog obogaćenja.

Napori savremenih istraživača su jednostrano usmereni (definicijom geohemijskog fona) ka eliminaciji geohemijskih proba »na koje su uticali rudonosni procesi«, odnosno koje su »kontaminirane izučavanim elementom«. Pri tome se nije vodilo računa da je »kontaminacija« rudnim elementom bitna karakteristika rudonosne geološke formacije ili ležišta (u smislu kompleksa stena i orudnjenja). Smatram da je na taj način veštački bitno promenjen karakter geohemijske sredine u kojoj se nalazi ležište mineralne sirovine, što se bitno odražava na rezultate geohemijskih izučavanja. Metalogenetski pristup u geohemijskim izučavanjima zahteva uzimanje kompleksa stena-orudnjenja u geohemijskim izučavanjima.

Rudonosni procesi predstavljaju migraciju rudnih elemenata, a pri tome dolazi i do njihove akumulacije ili rasejavanja. Od naučnog i praktičnog značaja je saznati veličinu akumulacije rudnog elementa u rudonosnoj formaciji ili konkretnom ležištu. Privođenje rudnog elementa u stenu kao geohemijsku sredinu dovodi do karakterističnih promena u statističkoj raspodeli izučavanog elementa, koji se može sagledati na dvojnog histogramu. Populacija rudnog elementa u ležištu je složena jer se sastoji iz nekoliko parcijalnih populacija — reliktnih (singenetskih) i novostvorenih (epigenetskih). Postoji interes za odvajanje reliktnih od novostvorenih parcijalnih populacija elementa, što je moguće izvesti na dvojnog histogramu.

Novostvorene parcijalne populacije rudnog elementa nalaze se u logaritamskom repu (Omaljev, 1979, 1982e) i predstavljaju »geohemijske anomalije«, uključujući i orudnjenje (Omaljev, 1982b, 1982c, 1983a, 1983b). Operacijom odvajanja logaritamskog repa od reliktnog (singenetske) parcijalne populacije rudnog elementa u ležištu (rudnoj formaciji), u stvari, odsecamo orudnjenje od okolnih stena konkretnog ležišta.

Srednji sadržaj singenetskog dela populacije je parametar reliktnog geohemijskog polja, koji je po intenzitetu ograničen pragom geohemijskih anomalija. Geohemijske anomalije (uključujući i orudnjenje) treba shvatiti kao »zvučni signal« mineralizacije, a tada se geohemijsko polje singenetskog dela populacije ponaša kao »geohemijski šum«, koji ometa prijem tog korisnog signala. Predloženo je imenovanje geohemijskog šuma terminom »fersman« (Omaljev, 1982b, 1982c, 1983a, 1983b). U ovom radu držimo se termina »geohemijski šum« da ne bi došlo do incidenata u vezi s korišćenjem termina pre njegovog usvajanja.

»Background« kao geohemijski termin u literaturi na engleskom jeziku, kao i termin »fond« na francuskom jeziku, u suštini odgovaraju pojmu »geohemijski šum« izučavanog elementa. Predpostavljam da nema bitne razlike u suštini ovih termina, bez obzira što »background« i »fond« nisu jasno definisani kao elementi (parametri) geohemijskog polja. Termin »geohemijski fon« na ruskom jeziku u suštini ne odgovara niti mojem terminu »geohemijski fon« niti novom pojmu »geohemijski šum«, već se nalazi nekako na sredini.

Termin »geohemijski fon« po novoj definiciji autora nema analoga u svetскоj geohemijskoj literaturi, sem izuzetka Fersmanovog termina »klark« (koji mi definišemo kao »globalni geohemijski fon«). Na engleskom i francuskom jeziku se upotrebljavaju različni (opšti) nazivi »srednji sadržaj« (mean, average concentration, la teneur moyenne). U literaturi na ruskom jeziku se takođe ponekad nalazi termin »srednji sadržaj« kada se želi iskazati nivo akumulacije rudnog elementa u rudonosnoj sredini (na taj način se nadoknađuje nedostatak ruskog termina »geohemijski fon«).

Kao meru akumulacije hemijskog elementa u izučavanoj geohemijskoj sredini (geološkom telu), Fersman (1953) je uveo pojam »klark koncentracije ili koeficijent koncentracije«, kao odnos »lokalnog klarka sa klarkom cele zemljine kore«.

S obzirom na nove definicije geohemijskog fona i geohemijskog šuma, definišemo dva koeficijenta koncentracije (Omaljev, 1982b, 1982c, 1983a, 1983b): »Koeficijent koncentracije Klarka« (Kc) je odnos geohemijskog fona



sa klarkom, i »Koeficijent koncentracije Fersmana« (Kf) je odnos geohemijskog fona sa geohemijskim šumom.

Smatram da koeficijent koncentracije Klarka izražava geohemijsku specijalizaciju izučavanog geološkog tela, a koeficijent koncentracije Fersmana izražava metalogenetsku specijalizaciju.

### Statistički uzorci sivih sedimenata

Statistički uzorak koji predstavlja osnovnu populaciju urana u sivim klastičnim sedimentima sive subformacije Žirovskog vrha je formiran ranije (Omaljev, 1979). Najveći broj geohemijskih proba (302) je uzet sa površine i iz istražnih radova ležišta urana Žirovski vrh u širem smislu, po konturi koju je autor dao u svojoj monografiji (Omaljev, 1982a), a koja obuhvata sivu subformaciju na kojoj je bilo bušenja do 1977. godine, površine oko 3 km<sup>2</sup>. Samo 7 geohemijskih proba je uzeto van ove konture, 5 proba sa Žirovskog vrha in 2 probe iz okoline Sovodnja.

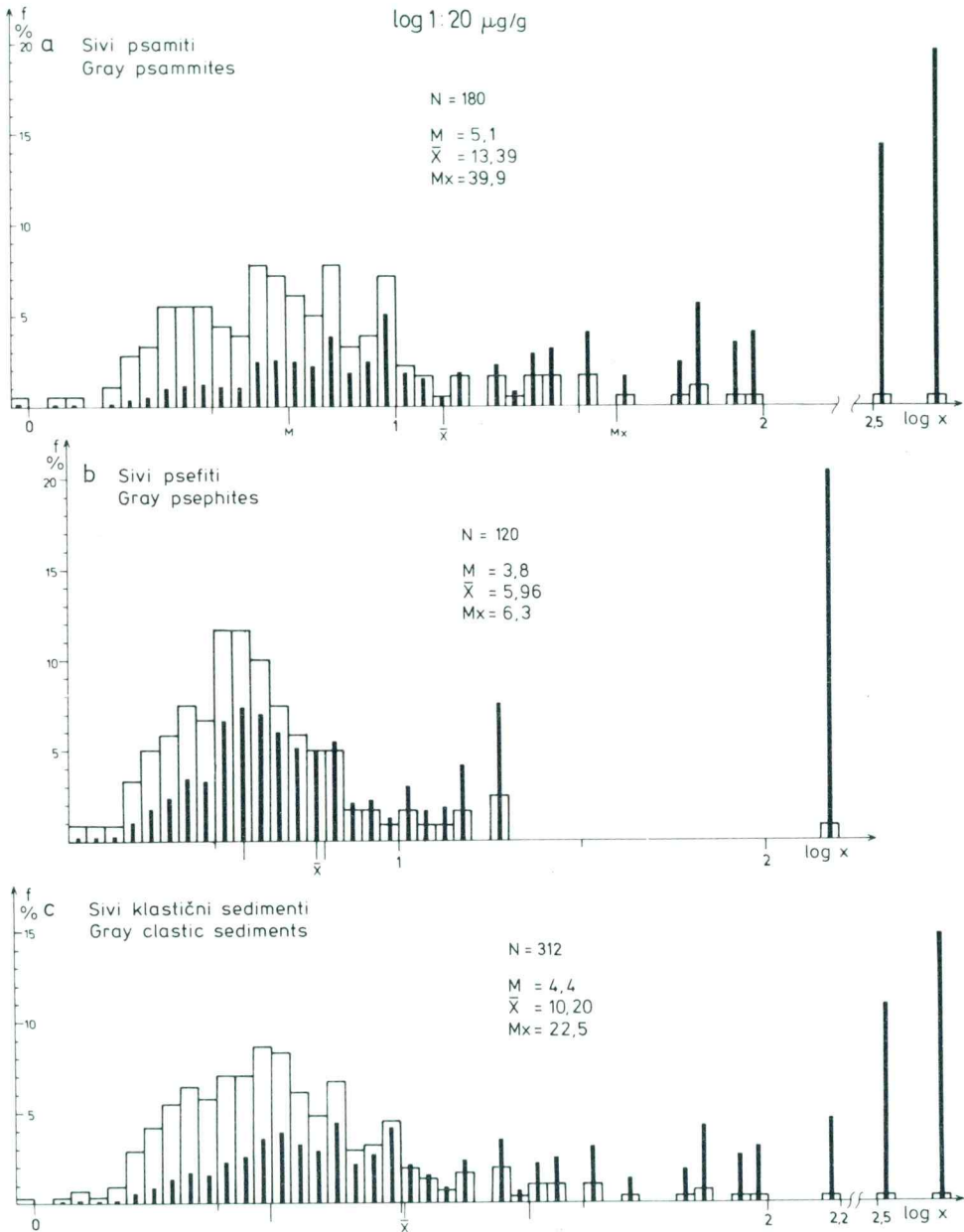
Ukoliko bismo eliminisali probe uzete van konture ležišta, srednji sadržaj urana u statističkom uzorku bi se promenio tek na trećoj decimali (od 7,176 na 7,178  $\mu\text{g/g}$ ), a forme krivih gustina ostaju neizmenjene. Zato smo ostali na kompletnom statističkom uzorku sivih klastičnih sedimenata ležišta urana Žirovski vrh od 309 litogeochemijskih proba.

Ove geohemijske probe su prvenstveno uzimane u sterilnim ili veoma slabo mineralizovanim stenama i zato su sadržaji urana uvek ispod 100  $\mu\text{g/g}$ . Zato ovaj statistički uzorak ne odgovara osnovnoj geološkoj populaciji urana za širi prostor ležišta Žirovski vrh, jer u njemu postoje i rudna tela urana. Ranije je bio ocenjen srednji sadržaj urana za širi prostor ležišta (oko 3 km<sup>2</sup>) na vrednost od 10,2  $\mu\text{g/g}$  (Omaljev, 1982a). Da bismo dobili srednji sadržaj urana (10,2  $\mu\text{g/g}$ ) dopunili smo statistički uzorak sa tri litogeochemijske probe sa sledećim koncentracijama urana: 146  $\mu\text{g/g}$  (sivi konglomeratični pešćar), 348 i 472  $\mu\text{g/g}$  (sivi pešćar), sve iz jame na horizontu 580 m ležišta Žirovski vrh (tabela 1).

Statistički uzorak sivi alevrolit nije mogao biti posebno statistički izučavan zbog premalog broja podataka (12 proba). Detaljan opis ostalih statističkih uzoraka dat je ranije (Omaljev, 1979, 1982e), a sada dajemo samo promene koje su se desile nakon proširenja statističkih uzoraka uključenjem u njih proba sa visokim koncentracijama urana. Dvojni histogrami parcijalnih i kolektivnog statističkog uzorka prikazani su na sl. 1, a opisi se nalaze u odgovarajućim odeljcima.

Tabela 1. Struktura statističkog uzorka ležišta urana Žirovski vrh, sa parametrima raspodele urana (u  $\mu\text{g/g}$ )

Statistički uzorak	N	%	M	$\bar{x}$	Mx
Sivi alevrolit	12	3,85	4,7	4,98	4,9
Sivi psamit	180	57,69	5,1	13,39	39,9
Sivi psefit	120	38,46	3,8	5,96	6,3
Sivi klastiti ležišta	312	100,00	4,4	10,20	22,5



Sl. 1. Dvojni histogrami raspodele urana u ležištu Žirovski vrh

Fig. 1. The dual histograms of uranium distribution in the Žirovski vrh ore deposit

Promene se odnose samo na dužinu, odnosno na intenzitet logaritamskog repa. Dužina logaritamskog repa je ranije bila ograničena (Omaljev, 1979, 1982e) samo na II log dekadu, a sada imamo tri probe u III log dekadi (sl. 1). Naročito su velike promene u formi krive gustine funkcija  $f_X(x)$  koja predstavlja raspodelu relativnih frekvencija urana (kao elementa), jer ove tri probe učestvuju sa preko 30 % od ukupne količine urana u kolektivnom statističkom uzorku sivih klastičnih sedimenata ležišta.

Populacija urana u sivim psemitima je kompaktnija u odnosu na populaciju u sivim psamitima, gde je jasno da postoje mnogobrojne parcijalne populacije i u I log dekadi (sl. 1, pod a). To je svakako posledica vrlo složenih geohemijskih uslova migracije urana u sivim psamitima, što je uslovalo stvaranje mnogobrojnih populacija urana, uključujući i one iz logaritamskog repa koje predstavljaju geohemijske anomalije (orudnjenje urana). Dalja razmatranja parcijalnih populacija urana u I log dekadi nije predmet ovog rada. Ona ipak zaslužuje detaljnija izučavanja, jer se u tom delu populacije kriju zagonetke stvaranja uranovog orudnjenja u ležištu Žirovski vrh.

### Sivi psamiti

Populacija urana u sivim psamitima ležišta urana Žirovski vrh je predstavljena statističkim uzorkom od 180 podataka-proba, nakon uključenja dve probe orudnjenja urana. Sivi peščari su najznačajnije stene ležišta, a u kolektivnom statističkom uzorku učestvuju sa 57,69 % po broju podataka. Neizvesno je stvarno učešće sivih psamita u stenama ležišta Žirovski vrh, a dobija se utisak da je njihovo količinsko učešće na prostoru ležišta manje.

Raspodela urana je logaritamska (po drugom zakonu raspodele, Omaljev, 1978, 1982d), sa parametrima raspodele  $M = 5,1 < \bar{x} = 13,39 < Mx = 39,9 \mu\text{g/g}$  urana, na intervalu varijacija geohemijskog polja od 0,9 do  $472 \mu\text{g/g}$  U (što je maksimalni interval varijacija koncentracija urana pri ovim ispitivanjima).

Srednji sadržaj urana od  $13,39 \mu\text{g/g}$  je parcijalna vrednost lokalnog geohemijskog fona urana za sive peščare ležišta Žirovski vrh.

Parcijalni koeficijent koncentracije Klarka, po novoj definiciji autora, za sive peščare ležišta urana Žirovski vrh iznosi:

$Kc = 13,39/2,5 = 5,356$  — u odnosu na klark urana za zemljinu koru (po Vinogradovu, 1962, Vojtkević et al., 1977),

$Kc = 13,39/3,2 = 4,184$  — u odnosu na klark urana za sedimentne stene zemljine kore (po Vinogradovu, 1962),

$Kc = 13,39/2,0 = 6,695$  — u odnosu na klark urana za sedimentni sloj kontinentalne kore (po Ronovu et Jaroševskom, 1976).

Na osnovu vrednosti ovog koeficijenta koncentracije Klarka, stepen geohemijske akumulacije urana u sivim peščarima ležišta Žirovski vrh se kreće od 4,2 do 6,7 puta, što se sa aspekta urana može smatrati za geohemijsku specijalizaciju ovih peščara.

Forma krive gustine  $f(x)$  je multimodalna (sl. 2, pod a), a za problematiku određivanja geohemijskog fona i šuma je od značaja postojanje logaritamskog repa.

U logaritamskom repu se nalaze novostvorene parcijalne populacije urana koje predstavljaju geohemijske anomalije, uključujući i orudnjenje urana kao



geohemijsku anomaliju najvišeg intenziteta (F e r s m a n , 1953). Potrebno je napomenuti da u ovom statističkom uzorku dve probe orudnjenja urana sadrže oko 34 % od ukupne mase urana (19,60 % i 14,45 %).

Relativno kompaktni deo populacije urana u sivim peščarima predstavlja reliktni deo populacije, koji je karakterističan za sive peščare kao konkretnu geohemijsku sredinu. Reliktni deo populacije urana čini onaj deo urana koji je karakterističan za sive peščare ležišta urana Žirovski vrh i koji se nalazi u petrogenim mineralima peščara, uključujući i minerale vezivne materije. Reliktni deo populacije urana predstavlja parcijalnu populaciju koja je nastala zajedno sa stenom kao svojom prirodnom sredinom; to je singenetski deo populacije. Srednji sadržaj urana reliktnog dela populacije predstavlja geohemijski šum u odnosu na geohemijske anomalije koje se nalaze u logaritamskom repu (sl. 2, pod a).

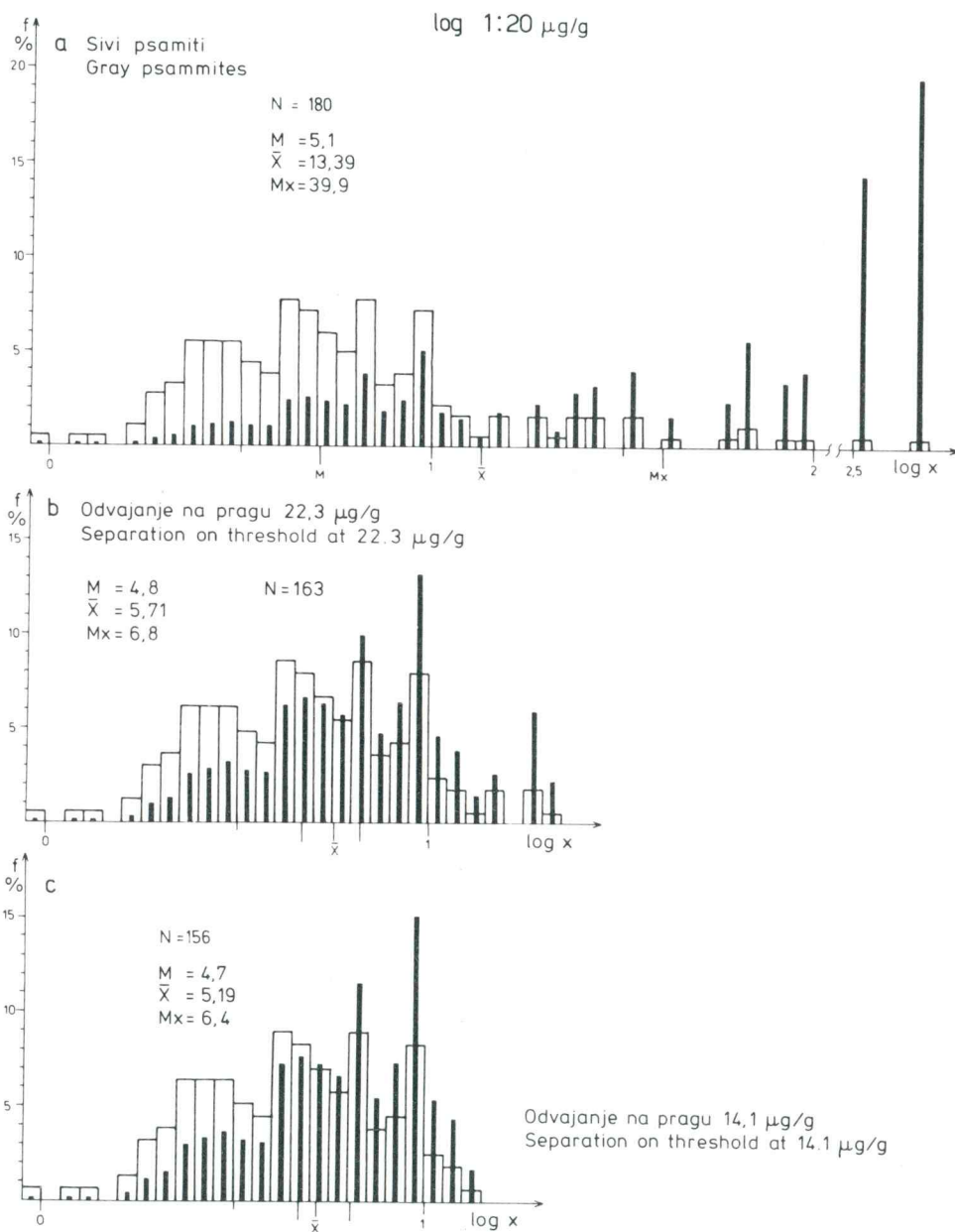
Odvajanje reliktnog dela populacije urana od geohemijskih anomalija stvar je interpretacije na dvojnog histogramu. Logaritamski rep se kida tamo gde je na početku najtanji, na vrednosti praga geohemijskih anomalija kao elementa geohemijskog polja (O m a l j e v , 1982b, 1982c, 1983a, 1983b).

Mnogi istraživači (npr. B e u s et G r i g o r j a n , 1975; i dr.) prilaze problemu odvajanja geohemijskih anomalija na formalan (matematički) način, nastojeći da razrade ekzaktan metod definisanja praga geohemijskih anomalija, odnosno definisanja samih geohemijskih anomalija. Međutim, ja polazim od činjenice da je osnovni metod rada u geologiji interpretacija. Metod geološke interpretacije razvio se iz nužde, iz razloga što geolog kao istraživač iz objektivnih razloga ne može da neposredno ispituje geološko telo, već mora da ga ispituje posredno — preko uzorka. Sem toga u geologiji smo limitirani u pogledu kvantiteta i kvaliteta ulaznih podataka, nismo u stanju kao npr. fizičari da ponavljamo eksperiment u težnji povećanja tačnosti i pouzdanosti ulaznih informacija. Postavljanjem geologa u poziciju fizičara praktično znači onemogućiti ga za bilo kakav rad, jer je pristup merenju u geologiji kompleksan i nedovoljno definisan u odnosu na pristup merenju fizičara. Zato smatram da je nerealno očekivati postizanje ekzaktnosti u geologiji u toj meri, a iz razloga što naši ulazni podaci nisu u toliko ekzaktni kao u drugim naukama.

Razvijajući metod interpretacije kao osnovni u geološkoj praksi, u stvari, uvodimo statistički način posmatranja prirodnih fenomena u geologiji, što je jedino ispravno. Ekzaktnost u geologiji svodi se na kvantitativnost ulaznih podataka, što je neophodno da bi se moglo pristupiti kvantitativnim zaključcima, naravno, na bazi interpretacije.

Interpretacija kao metod rada geologa nikad nije jednoznačna, tj. ona se može raditi višekратно na osnovu različitih kombinacija ulaznih podataka merenja. U slučaju obimnih poslova, različite kombinacije mogu se izvoditi samo delimično (do određenog stepena u fazi napredovanja), da bismo odabranu kombinaciju konačno obradili kompletno.

Zahvaljajući dvojnog histogramu, nalazimo se u situaciji da na pregledan način uočavamo bitne karakteristike geohemijske raspodele hemijskih elemenata u izučavanim geološkim telima. Ova preglednost je obezbeđena standardizacijom raspodele nezavisne geološke promenjive koju nazivamo »statistička razmera« (O m a l j e v , 1978, 1982d — teorema 3). Bez pomenute standardizacije ne može se pristupiti kvantitativnoj interpretaciji dvojnog histograma u smislu



Sl. 2. Dvojni histogrami odvajanja parcijalne populacije geohemijskog šuma (na vrednosti praga geohemijskih anomalija)

Fig. 2. The dual histograms of the separation of partial population of the geochemical noise (an the values of treshold of geochemical anomalies)

definisanja vrednosti praga geohemijskih anomalija (za odvajanje logaritamskog repa).

U našem slučaju izvodimo interpretaciju odvajanja logaritamskog repa u tri kombinacije, na vrednostima 22,3, 14,1 i 10,0  $\mu\text{g/g}$  urana kao vrednosti praga geohemijskih anomalija.

U prvoj kombinaciji logaritamski rep se kida između 7. i 8. klase II log dekađe (sl. 2, pod a i b), na teorijskoj vrednosti ove granice koja iznosi 22,3  $\mu\text{g/g}$ . On se kida na mestu maksimalnog istanjenja, nedaleko od njegovog početka.

Reliktna populacija geohemijskog šuma urana sadrži 90,56 % od mase stene (tabela 2) u kojoj se nalazi 38,62 % od mase urana, sa srednjim sadržajem 5,71  $\mu\text{g/g}$  (geohemijski šum urana u sivim peščarima ležišta). Anomalne populacije logaritamskog repa sadrže 9,44 % od mase stene u kojoj se nalazi 61,38 % od mase urana, sa srednjim sadržajem oko 87  $\mu\text{g/g}$  U. Ova maksimalna polarizacija na pragu geohemijskih anomalija blizu dvostruke vrednosti geohemijskog fona (22,3  $\mu\text{g/g}$ ) sigurno odvaja geohemijske anomalije urana; što je i ranije konstatovano da izolinija od 25  $\mu\text{g/g}$  urana obavlja rudna tela (Omaljev, 1982a).

Parcijalni koeficijent koncentracije Fersmana, po definiciji autora, za sive peščare ležišta urana Žirovski vrh iznosi:

$$Kf = 13,39/5,71 = 2,345.$$

On ukazuje na postojanje procesa akumulacije urana u sivim peščarima Žirovskog vrha, što predstavlja metalogenetsku specijalizaciju ovih stena sa aspekta uranonosnosti.

U drugoj kombinaciji logaritamski rep se kida između 3. i 4. klase II log dekađe (sl. 2, pod a i c), na teorijskoj vrednosti ove granice od 14,1  $\mu\text{g/g}$ . Njegovo kidanje se dešava na mestu minimalne debljine, na samom njegovom početku, što je najprirodnije mesto njegovog odvajanja od reliktna populacije urana.

Reliktna populacija geohemijskog šuma urana (u ovom slučaju) sadrži 86,67 % od mase sivih peščara (masa proba) u kojoj se nalazi 33,62 % od mase urana (tabela 2), sa srednjim sadržajem 5,19  $\mu\text{g/g}$  U (geohemijski šum). Anomalne populacije urana logaritamskog repa, u ovoj kombinaciji, sadrže 13,33 % od mase stene sa 66,38 % od mase urana; a srednji sadržaj urana ove populacije iznosi 66,61  $\mu\text{g/g}$ . Polarizacija je nešto manja u odnosu na prethodnu kombinaciju, jer se u geohemijske anomalije uključuje i sam početak logaritamskog repa.

Tabela 2. Efekti odvajanja logaritamskog repa na različitim vrednostima praga geohemijskih anomalija u sivim psamitima ležišta urana Žirovski vrh

Prag geohemijskih anomalija $\mu\text{g/g}$	Reliktna populacija (geohemijski šum)				Anomalna populacija (logaritamski rep)			
	N	f(x) %	$f_{X\%}(x)$	$\bar{x}$ $\mu\text{g/g}$	N	f(x) %	$f_{X\%}(x)$	$\bar{x}$ $\mu\text{g/g}$
22,3	163	90,56	38,62	5,71	17	9,44	61,38	86,95
14,1	156	86,67	33,62	5,19	24	13,33	66,38	66,61
10,0	148	82,24	29,74	4,84	32	17,76	70,26	52,88



Parcijalni koeficijent koncentracije Fersmana za sive peščare (u ovoj kombinaciji) ležišta urana Žirovski vrh iznosi:

$$K_f = 13,39/5,19 = 2,580.$$

Povećana vrednost koeficijenta koncentracije Fersmana sada ukazuje na povećani stepen akumulacije urana u odnosu na parcijalnu populaciju urana geohemijskog šuma (metalogenetska specijalizacija).

Treća kombinacija odsecanja logaritamskog repa izvedena je samo računski (tabela 2), a na dvojnem histogramu se vidi da odsecanje zahvata najbogatiji deo parcijalne populacije geohemijskog šuma urana u sivim peščarima ležišta Žirovski vrh (sl. 2, pod a) te zato i nije izvedeno na dvojnem histogramu. Računska kombinacija odsecanja na vrednosti praga geohemijskih anomalija od 10,0  $\mu\text{g/g}$  izvedena je radi upoređenja sa statističkim uzorkom iz sivih psefita.

Reliktna populacija geohemijskog šuma urana (u ovoj kombinaciji) sadrži 82,24 % od mase sivih peščara u kojoj se nalazi 29,74 % od mase urana (tabela 2), sa srednjim sadržajem od 4,84  $\mu\text{g/g}$  U (geohemijski šum o ovoj kombinaciji). Anomalne populacije urana logaritamskog repa sada sadrže 17,76 % od mase stene sa 70,26 % od mase urana, a srednji sadržaj iznosi svega 52,82  $\mu\text{g/g}$  urana. Polarizacija je najmanje izražena u ovom slučaju, jer se kao geohemijska anomalija urana tretira i deo populacije geohemijskog šuma (populacije Fersmana). Parcijalni koeficijent koncentracije Fersmana sada ima najvišu vrednost i iznosi:

$$K_f = 13,39/4,84 = 2,767.$$

Sada je stepen akumulacije urana (metalogenetska specijalizacija) po vrednosti maksimalan.

Potrebno je voditi računa o činjenici da je vrednost koeficijenta koncentracije Fersmana veća ukoliko u geohemijske anomalije ubrajamo i deo populacije geohemijskog šuma.

### Sivi psefiti

Populacija urana u sivim psefitima ležišta urana Žirovski vrh predstavljena je statističkim uzorkom od 120 podataka, što iznosi 38,46 % od učešća u kolektivnom statističkom uzorku (tabela 1).

Raspodela urana u sivim psefitima je logaritamska, sa parametrima raspodele  $M = 3,8 < \bar{x} = 5,96 < M_x = 6,3 \mu\text{g/g}$  urana, na intervalu varijacija koncentracija od 1,4 do 146  $\mu\text{g/g}$  urana.

Srednji sadržaj urana u sivim psefitima ležišta od 5,96  $\mu\text{g/g}$  je manji od polovine vrednosti srednjeg sadržaja urana u sivim psamitima, što označava veliku geohemijsku razliku između sivih psamita i psefita ležišta Žirovski vrh. Srednji sadržaj urana predstavlja parcijalni lokalni geohemijski fon urana (5,96  $\mu\text{g/g}$ ) u sivim psefitima ležišta Žirovski vrh.

Razlika u srednjem sadržaju urana između sivih psamita i psefita je posledica relativno velikih razlika u formi geohemijske raspodele urana (formi krive gustine), odnosno u formi reljefa geohemijskog polja (koje je predstavljeno samo dvojnim histogramom). Kompaktna i približno lognormalno raspoređena parcijalna populacija urana geohemijskog šuma (sl. 1, pod b) razli-

kuje se od odgovarajuće populacije u sivim psamitima (sl. 1, pod a) i to već dovodi do znatnog osiromašenja u uranu. Kada se tome doda relativno mali (i siromašan) logaritamski rep u sivim psefitima, osiromašenje osnovne populacije urana u njima mora biti veliko u odnosu na osnovnu populaciju urana u sivim psamitima. Najbogatija proba u uranu u sivim psefitima je mnogo siromašnija od najbogatijih proba u njima, a u ukupnoj masi urana učestvuje sa 20,41 %.

Parcijalni koeficijent koncentracije Klarka za sive psefite ležišta urana Žirovski vrh iznosi (u tri kombinacije):

$K_c = 5,96/2,5 = 2,384$  — u odnosu na klark za zemljinu koru (Vinogradov, 1962),

$K_c = 5,96/3,2 = 1,863$  — u odnosu na klark urana za sedimentne stene zemljine kore (Vinogradov, 1962),

$K_c = 5,96/2,0 = 2,980$  — u odnosu na klark urana za sedimentni sloj kontinentalne kore (Ronov et Jaroševskij, 1976).

Stepen akumulacije urana u sivim psefitima ležišta Žirovski vrh se kreće od 1,9 do 3 puta, što ukazuje na smanjenu geohemijsku specijalizaciju sivih psefita u odnosu na psamite ležišta.

Reliktni deo populacije urana u sivim psefitima ležišta Žirovski vrh je kompaktan i približno lognormalno raspoređen (sl. 3, pod a), a srednji sadržaj predstavlja geohemijski šum urana u ovim stenama (5,96  $\mu\text{g/g}$ ).

Odvajanje reliktnog dela populacije urana od geohemijskih anomalija izvodimo u tri kombinacije (tabela 3).

U prvoj kombinaciji logaritamski rep se odvaja na vrednosti praga geohemijskih anomalija od 22,3  $\mu\text{g/g}$  U (tabela 3), a to znači da se odvaja samo najbogatija proba (sl. 3, pod a i b). Reliktna populacija geohemijskog šuma urana u sivim psefitima ležišta sadrži 99,17 % od mase stene sa 79,59 % od mase urana, a srednji sadržaj iznosi 4,78  $\mu\text{g/g}$  urana (geohemijski šum). Anomalna proba koja se odvaja sadrži 0,83 % mase stene sa 20,41 % mase urana, sa srednjim sadržajem urana od 146  $\mu\text{g/g}$ . Ovaj slučaj ima maksimalnu polarizaciju od svih kombinacija odsecanja logaritamskog repa (u ovom radu).

Parcijalni koeficijent koncentracije Fersmana za sive psefite ležišta urana Žirovski vrh iznosi:

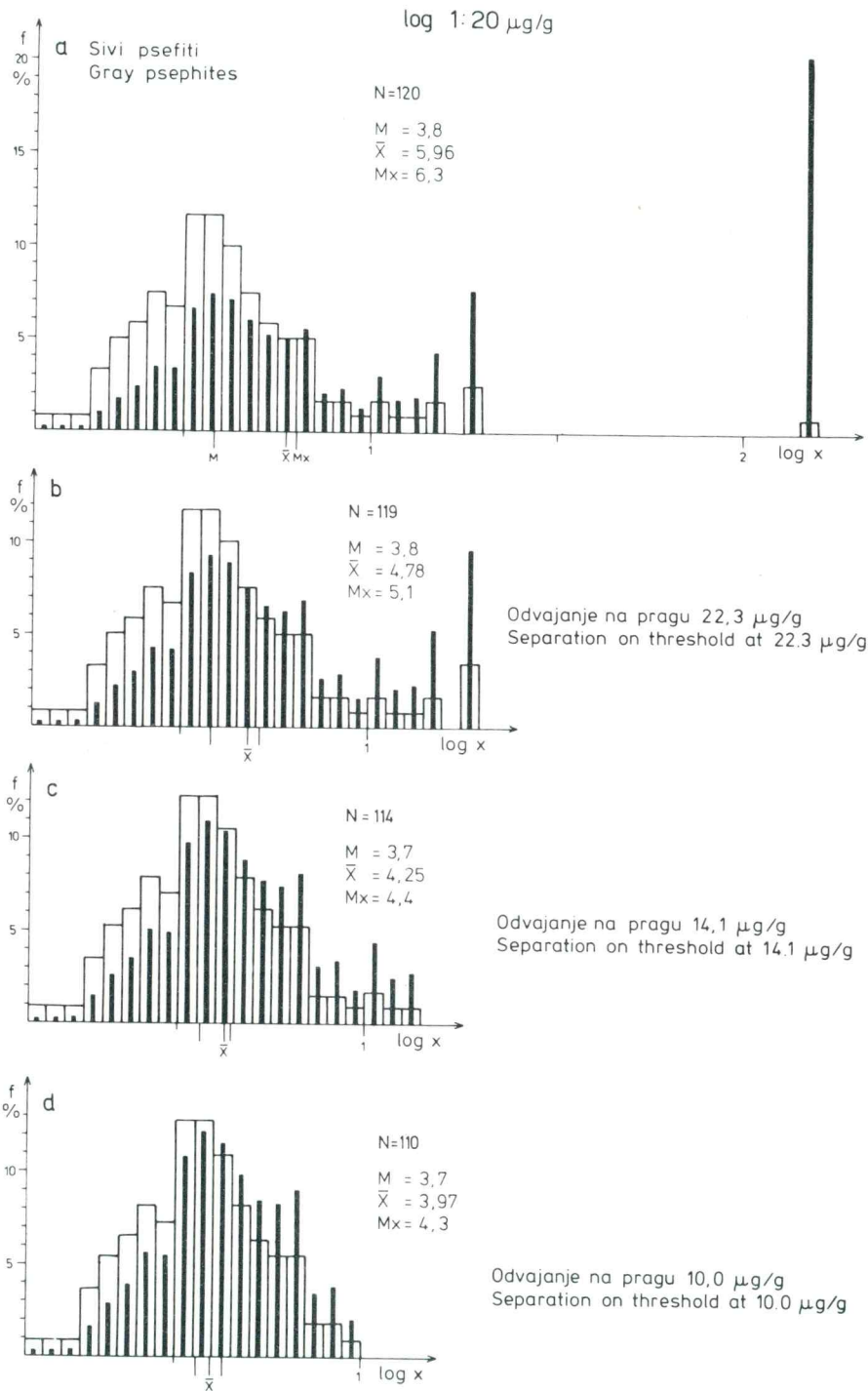
$$K_f = 5,96/4,78 = 1,247.$$

On ukazuje na minimalnu akumulaciju urana u sivim psefitima u odnosu na populaciju geohemijskog šuma, što nejasno ukazuje na postojanje metalogenetske specijalizacije ovih stena u pogledu njihove uranonosnosti.

U drugoj kombinaciji logaritamski rep se kida na vrednost praga od 14,1  $\mu\text{g/g}$  (tabela 3). Reliktna populacija geohemijskog šuma urana (sl. 3, pod a i c) sadrži 95,00 % od mase stene sa 67,70 % od mase urana i sa srednjim sadržajem od 4,25  $\mu\text{g/g}$  urana (geohemijski šum u ovoj kombinaciji). U logaritamskom repu je odvojeno 6 proba, koje u 5,00 % od mase stene sadrže 32,30 % od mase urana, sa srednjim sadržajem od 38,50  $\mu\text{g/g}$  urana. Polarizacija parcijalnih populacija je znatno smanjena.

Parcijalni koeficijent koncentracije Fersmana sada iznosi:

$$K_f = 5,96/4,25 = 1,402.$$



Sl. 3. Dvojni histogrami odvajanja parcijalne populacije geohemijskog šuma (na vrednosti praga geohemijskih anomalija)

Fig. 3. The dual histograms of the separation of the partial populations of geochemical noise (on threshold the values of geochemical anomalies)



Tabela 3. Efekti odvajanja logaritamskog repa na različitim vrednostima praga geohemijskih anomalija u sivim psefitima ležišta urana Žirovski vrh

Prag geohemijskih anomalija $\mu\text{g/g}$	Reliktna populacija (geohemijski šum)				Anomalna populacija (logaritamski rep)			
	N	f(x) %	$f_{\Sigma}(x)$ %	$\bar{x}$ $\mu\text{g/g}$	N	f(x) %	$f_{\Sigma}(x)$ %	$\bar{x}$ $\mu\text{g/g}$
22,3	119	99,17	79,59	4,78	1	0,83	20,41	146,00
14,1	114	95,00	67,70	4,25	6	5,00	32,30	38,50
10,0	110	91,67	61,10	3,97	10	8,33	38,90	27,82

Ova vrednost nejasno ukazuje na izvesnu metalogenetsku specijalizaciju sivih psefita ležišta Žirovski vrh u pogledu uranonosnosti.

U trećoj kombinaciji logaritamski rep se kida na pragu  $10,0 \mu\text{g/g}$  (sl. 3, pod a i d), a mesto kidanja je sam početak logaritamskog repa. Ovaj slučaj po prirodi odgovara najverovatnijem mestu odvajanja logaritamskog repa od kompaktnog dela populacije.

Kompaktna i lognormalno raspoređena reliktna populacija urana u sivim psefitima ležišta sadrži 91,67% od mase stena u kojoj se nalazi 61,10% od mase urana, sa srednjim sadržajem od  $3,97 \mu\text{g/g}$  urana (geohemijski šum u ovoj kombinaciji). U logaritamskom repu se odvajaju 10 proba, koje u masi stene učestvuju sa 8,33%, a u masi urana sa 38,90% i sa srednjim sadržajem od  $27,82 \mu\text{g/g}$  urana. U ovom slučaju minimalna polarizacija je najprirodnije stanje pri odvajanju logaritamskog repa.

Parcijalni koeficijent koncentracije Fersmana sada iznosi:

$$K_f = 5,96/3,97 = 1,501.$$

On ukazuje na izvesnu metalogenetsku specijalizaciju sa aspekta akumulacije urana u sivim psefitima kao sopstvenoj geohemijskoj sredini.

### Sivi klastični sedimenti

Osnovna populacija urana u sivim klastičnim sedimentima ležišta urana Žirovski vrh predstavljena je statističkim uzorkom od 312 podataka (proba). Pored proba iz sivih psamita i psefita, uvrštene su i probe (12) iz sivih alevrolita.

Raspodela urana je logaritamska, sa parametrima raspodele  $M = 4,4 < \bar{x} = 10,20 < M_x = 22,5 \mu\text{g/g}$  urana, na intervalu varijacija koncentracija od 0,9 do  $472 \mu\text{g/g}$  urana, nasleđenim iz sivih peščara.

Srednji sadržaj urana ( $10,2 \mu\text{g/g}$ ) predstavlja vrednost lokalnog geohemijskog fona urana za širi prostor ležišta Žirovski vrh (površine oko  $3 \text{ km}^2$ ).

Ostaje pitanje da li je ova vrednost ( $10,2 \mu\text{g/g}$ ) stvarni srednji sadržaj urana za volumen rudišta Žirovski vrh pod površinom od oko  $3 \text{ km}^2$ . Već smo ranije napomenuli da na Žirovskom vrhu nije bilo sistematskog litogeohemijskog uzorkovanja, a ova ocena srednjeg sadržaja bazira se na podacima koji nisu sistematski prikupljeni da bi mogli nedvosmisleno da predstavljaju kompleks stena i

orudnjenja ležišta Žirovski vrh. Bilo bi korisno učiniti napore da se prevaziđe ova situacija, što znači da se pristupi sistematskom geohemijskom ispitivanju šireg prostora ležišta.

Koeficijent koncentracije Klarka za sive klastične sedimente ležišta urana Žirovski vrh je sledeći (u tri kombinacije):

$K_c = 10,2/2,5 = 4,080$  — u odnosu na klark urana za zemljinu koru (V i n o g r a d o v, 1962),

$K_c = 10,2/3,2 = 3,188$  — u odnosu na klark urana za sedimentne stene zemljine kore (V i n o g r a d o v, 1962),

$K_c = 10,2/2,0 = 5,1$  — u odnosu na klark urana za sedimentni sloj kontinentalne kore (R o n o v e t J a r o š e v s k i j, 1976).

Stepen akumulacije urana u sivim klastičnim sedimentima ležišta Žirovski vrh u odnosu na pomenute vrednosti klarka urana, kreće se od 3,2 do 5,1 puta, što izražava stepen geohemijske specijalizacije ovih stena u pogledu uranonsnosti.

Odvajanja reliktnog dela populacije urana od geohemijskih anomalija takođe izvodimo u tri kombinacije (tabela 4).

U prvoj kombinaciji obavlja se odvajanje logaritamskog repa na vrednosti  $22,3 \mu\text{g/g}$ , što je slučajno blisko vrednosti medijane urana ( $M_x = 22,5 \mu\text{g/g}$  — tabela 1). Logaritamski rep se kida na mestu njegovog prirodnog istanjenja, slično kao i u sivim psamitima (sl. 2, pod a i b; sl. 4, pod a i b). Reliktna populacija sadrži 94,23 % od mase sivih klastičnih sedimentata, u kojoj se nalazi 48,98 % od mase urana, sa srednjim sadržajem  $5,30 \mu\text{g/g}$  urana (geohemijski šum). Anomalne populacije logaritamskog repa sadrže samo 5,77 % od mase stene, u kojoj se nalazi 1,02 % od mase urana sa srednjim sadržajem od  $90,23 \mu\text{g/g}$  urana. Polarizacija ovih parcijalnih populacija je veoma visoka, što pogoduje stvarnom odvajanju geohemijskih anomalija urana koje ukazuju na prisutnost njegovog orudnjenja (rudnih tela urana).

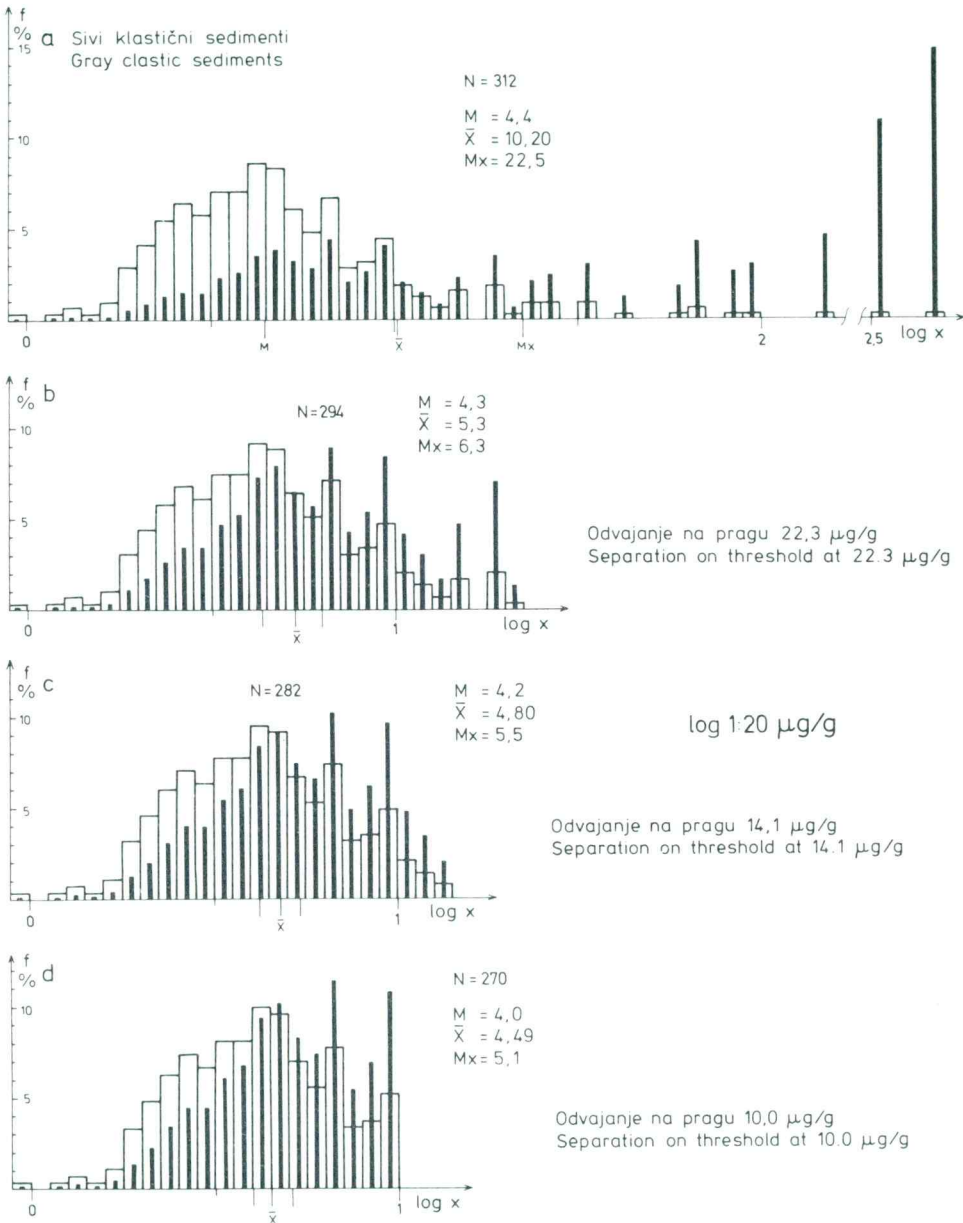
Koeficijent koncentracije Fersmana za sive klastične sedimente ležišta urana Žirovski vrh iznosi:

$$K_f = 10,2/5,3 = 1,925.$$

Ova vrednost ukazuje da u sivim klastičnim sedimentima postoje uslovi akumulacije urana, što u pogledu uranonsnosti predstavlja njihovu metalogenetsku specijalizaciju.

Tabela 4. Efekti odvajanja logaritamskog repa na različitim vrednostima praga geohemijskih anomalija u sivim klastičnim sedimentima ležišta urana Žirovski vrh

Prag geohemijskih anomalija $\mu\text{g/g}$	Reliktna populacija (geohemijski šum)				Anomalna populacija (logaritamski rep)			
	N	f(x) %	$f_{x_0}(x)$ %	$\bar{x}$ $\mu\text{g/g}$	N	f(x) %	$f_{x_0}(x)$ %	$\bar{x}$ $\mu\text{g/g}$
22,3	294	94,23	48,98	5,30	18	5,77	51,02	90,23
14,1	282	90,38	42,52	4,80	30	9,62	57,48	60,99
10,0	270	86,54	38,11	4,49	42	13,46	61,89	46,91



Sl. 4. Dvojni histogrami odvajanja parcijalne populacije geohemijskog šuma (na vrednosti praga geohemijskih anomalija)

Fig. 4. The dual histograms of the separation of the partial populations of geochemical noise (on threshold the values of geochemical anomalies)



U drugoj kombinaciji logaritamski rep se odseca na vrednosti  $14,1 \mu\text{g/g}$ , što na dvojnog histogramu dolazi na mesto stvarnog početka logaritamskog repa (sl. 4, pod a i c). Reliktna populacija urana geohemijskog šuma sadrži  $90,38\%$  od mase stene (tabela 4), u kojoj se nalazi  $42,52\%$  od mase urana sa srednjim sadržajem od  $4,80 \mu\text{g/g}$  urana (geohemijski šum). Anomalne populacije urana sadrže  $9,62\%$  od mase stene u kojoj se nalazi  $57,48\%$  od mase urana, sa srednjim sadržajem od  $60,99 \mu\text{g/g}$  urana. Polarizacija ovih parcijalnih populacija je relativno visoka.

Koeficijent koncentracije Fersmana sada iznosi:

$$K_f = 10,2/4,8 = 2,125,$$

što ukazuje na metalogenetsku specijalizaciju sivih klastičnih sedimenata ležišta urana Žirovski vrh u pogledu uranonosnosti.

U trećoj kombinaciji (zbog sivih psefita) izvodimo odsecanje geohemijskih anomalija na pragu od  $10,0 \mu\text{g/g}$  (sl. 4, pod a i d). Reliktna populacija sadrži  $86,54\%$  od mase sivih klastičnih sedimenata sa  $38,11\%$  od mase urana (tabela 4), a srednji sadržaj iznosi  $4,49 \mu\text{g/g}$  urana (geohemijski šum). Anomalne populacije urana sada sadrže  $13,46\%$  od mase stene u kojoj se nalazi  $61,89\%$  od mase urana, sa srednjim sadržajem  $46,91 \mu\text{g/g}$  urana. U ovoj kombinaciji je najmanja polarizacija parcijalnih populacija iz razloga što se veštački odseca i deo populacije geohemijskog šuma uz populacije logaritamskog repa.

Koeficijent koncentracije Fersmana sada iznosi:

$$K_f = 10,2/4,49 = 2,272,$$

što nedvosmiselno ukazuje na znatnu metalogenetsku specijalizaciju u pogledu uranonosnosti sivih klastičnih sedimenata ležišta urana Žirovski vrh.

### Zaključak

Problematika određivanja vrednosti geohemijskog fona i geohemijskog šuma je aktualna i savremeni istraživači imaju potrebe za definisanjem ovih parametara geohemijskog polja. Na primeru ležišta urana Žirovski vrh dat je način određivanja vrednosti ovih parametara, i to po novim definicijama autora.

Ranije formirani statistički uzorci (koji predstavljaju osnovne populacije urana u fivim psamitima, psefitima i uopšte klastičnim sedimentima Žirovskog vrha) su dopunjeni sa tri probe sa relativno visokim sadržajima urana. Na taj način dobio se srednji sadržaj urana od  $10,2 \mu\text{g/g}$  za sive klastične sedimente ležišta (zbog ranije ocene srednjeg sadržaja urana od  $10,2 \mu\text{g/g}$  za kompleks stena i urudnjenja urana na širem prostoru ležišta Žirovski vrh).

Srednji sadržaji novih statističkih uzoraka predstavljaju vrednost lokalnog geohemijskog fona: 1) za sive psamite  $13,39 \mu\text{g/g}$  U, 2) za sive psefite  $5,96 \mu\text{g/g}$  U i 3) za sive klastične sedimente ležišta urana Žirovski vrh  $10,20 \mu\text{g/g}$  urana.

Odvajanje anomalnih populacija urana logaritamskog repa od reliktnih populacija geohemijskog šuma je izvedeno u tri kombinacije vrednosti praga geohemijskih anomalija:  $22,3 \mu\text{g/g}$ ,  $14,1 \mu\text{g/g}$  i  $10,0 \mu\text{g/g}$  urana (u statističkoj razmeri »log 1 : 20«  $\mu\text{g/g}$ ).

Stepen geohemijske akumulacije urana (geohemijska specijalizacija) je is-

kazan koeficijentom koncentracije Klarka, takođe u tri kombinacije: 1) u odnosu na klark urana za zemljinu koru, 2) u odnosu na klark urana za sedimentne stene zemljine kore i 3) u odnosu na klark urana za sedimentni sloj kontinentalne kore. Stepen geohemijske akumulacije urana se kreće: 1) za sive psamite od 4,2 do 6,7 puta, 2) za sive psefite od 1,9 do 3 puta i 3) za sive klastične sedimente ležišta od 3,2 do 5,1 puta.

Vrednost geohemijskog šuma urana iznosi (u tri kombinacije):

1) za sive psamite 5,71  $\mu\text{g/g}$ , 5,19  $\mu\text{g/g}$  i 4,84  $\mu\text{g/g}$  U,

2) za sive psefite 4,78  $\mu\text{g/g}$ , 4,25  $\mu\text{g/g}$  i 3,97  $\mu\text{g/g}$  urana i

3) za sive klastične sedimente ležišta 5,3  $\mu\text{g/g}$ , 4,8  $\mu\text{g/g}$  i 4,49  $\mu\text{g/g}$  urana.

Prirodno odvajanje logaritamskog repa je za sive psamite i sive klastične sedimente ležišta na vrednosti praga geohemijskih anomalija od 14,1  $\mu\text{g/g}$  i za sive psefite na vrednosti praga od 10,0  $\mu\text{g/g}$  urana.

Stepen sopstvene akumulacije urana (metalogenetska specijalizacija) u steinama kao geohemijskim sredinama iskazan je koeficijentom koncentracije Fersmana, a ova vrednost iznosi (u tri kombinacije): 1) za sive psamite 2,345, 2,580 i 2,767, 2) za sive psefite 1,247, 1,402 i 1,501 i 3) za sive klastične sedimente ležišta 1,925, 2,125 i 2,272.

Metalogenetska specijalizacija jasno je izražena u sivim psamitima i sivim klastičnim sedimentima ležišta Žirovski vrh, dok je u sivim psefitima relativno slabo izražena.

### Determination of the geochemical phone and noise at the example of uranium distribution in beds of Žirovski vrh

#### Summary

The problem of determination of values of the geochemical phone and geochemical noise is always present, and modern researchers feel the need to define these parameters. At the example of the uranium deposit Žirovski vrh were determined the values of these two parameters which are the elements of the geochemical field, by using this author's new definitions of the geochemical phone and the geochemical noise (Omaljev, 1982b, 1982c, 1983a, 1983b).

Starting from the Fersman's (1953, 1958) definition of the term "clarke" as "the average content of a chemical element in the geochemical system", this author has given his own definition of the "geochemical phone" as "the average content of a chemical element in a geological body". In this way the Fersman's "clarke" represents "the global geochemical phone", and consequently, these two parameters are defined in the same manner.

However, the recent definitions of the geochemical phone are modified, and contain an obligation to exclude from the calculations the samples "influenced by the ore-forming processes". With that it is not taken into account that this "influence by the ore-forming processes" is essential from the aspect of mineral exploration. In that way the geochemical phone cannot be estimated in the areas of mineral deposits, which restricts seriously the efficiency of geochemical investigations in mineral exploration.

The introduction of dual histograms into geochemical investigations (Omaljev, 1978, 1982d) enabled the separation of the individual partial populations of chemical elements, the relict (syngenetic) and the newly formed (epigenetic) ones. The newly formed populations are located in the logarithmic tail (Omaljev, 1979, 1982e), and they represent "geochemical anomalies", including also the deposit. By the operation of separation of the logarithmic tail from the relict (syngenetic) partial population we actually separate the mineral deposit (geochemical anomalies) from the rocks surrounding the deposit in question.

The average content of the syngenetic part of the population of the examined element is called the "geochemical nose" of that element.

As the measure of accumulation of a chemical element in the rocks serves the concentration coefficient of Clarke (in relation to the Clarke of the examined element), and as the measure of the proper accumulation serves the concentration coefficient of the Fersman (Omaljev, 1982b, 1982c, 1983a, 1983b).

To the earlier formed statistical samples of gray clastic sediments at Žirovski vrh (Omaljev, 1979, 1982e) three specimens with increased uranium content were added to obtain the average uranium content of  $10.2 \mu\text{g/g}$  (equal to the earlier estimate of the average concentration of uranium in the Žirovski vrh ore deposit — Omaljev, 1982a).

The average uranium contents in the new statistical samples represent the values of the local geochemical phone for 1) the gray psammites  $13.39 \mu\text{g/g U}$ , 2) gray psephites  $5.96 \mu\text{g/g U}$ , and 3) gray clastic sedimentary rocks of the Žirovski vrh ore deposit  $10.20 \mu\text{g/g U}$ .

The degree of geochemical accumulation (specialization) of uranium in relation to the Clarke of uranium for the Earth's crust, i.e. the sedimentary of rocks the Earth's crust is: 1) for gray psammites 4.2 to 6.7 times, 2) for gray psephites 1.9 to 3 times, and 3) for gray clastic sediments of Žirovski vrh ore deposit 3.2 to 5.1 times.

Separation of the anomalous uranium population (in the logarithmic tail) from the relict populations of the geochemical noise was conducted in three combinations, at the threshold values of geochemical anomalies of  $22.3 \mu\text{g/g}$ , at  $14.1 \mu\text{g/g}$ , and at  $10.0 \mu\text{g/g}$  of uranium (on the logarithmic statistical scale "log 1 : 20"  $\mu\text{g/g}$ ). The above separations are shown in Tables 2, 3 and 4.

The logarithmic tail is separated in the natural way at the value  $14.1 \mu\text{g/g}$  for gray psammites and gray clastic sedimentary rocks, and at the value  $10.0 \mu\text{g/g}$  for the gray psephites of the Žirovski vrh ore deposit. In that case, the values of the geochemical phone are: 1)  $5.19 \mu\text{g/g U}$  for gray psammites, 2)  $3.97 \mu\text{g/g U}$  for gray psephites, and 3)  $4.80 \mu\text{g/g U}$  for the gray clastic sedimentary rocks of the ore deposit.

The degree of the proper accumulation (metallogenetic specialization) of uranium based on the concentration coefficient of Fersman for the natural separation of the logarithmic tail is: 1) 2.580 for gray psammites, 2) 1.501 for gray psephites, and 3) 2.125 for gray clastic sedimentary rocks of the Žirovski vrh ore deposit.



### Literatura

- Beus, A. A. & Grigorjan, S. V. 1975, Geohimičeskie metodi poiskov i razvedki mestoroždenij tverdih poleznych iskopaemih. Izd. »Nedra«, Moskva.
- Fersman, A. E. 1953, Izbrannie trudi, tom II. AN SSSR, Moskva.
- Fersman, A. E. 1958, Izbrannie trudi, tom IV. AN SSSR, Moskva.
- Geologičeskij slovar 1978, tom 2. Izd. »Nedra«, Moskva, 1978.
- Om aljev, V. 1978, Teorijska osnova nove metodologije ispitivanja rasporeda korisnih komponenti u prirodnoj sredini. Radovi Geoinstituta, 12, Beograd.
- Om aljev, V. 1979, Raspodela urana, torijuma i kalijuma u gredenskim slojevima Žirovskog vrha. Radovi Geoinstituta, 13, Beograd.
- Om aljev, V. 1982a, Metalogenetske karakteristike uranskog rudišta Žirovski vrh, Geoinstitut, posebna izdaja, 7, Beograd.
- Om aljev, V. 1982b, Prilog definisanju geohemijskog polja, fona i šuma (fersmana) na primeru raspodele bakra u ofiolitima Puste Tušimlje. Zapisnici Srp. geol. društva za 1981. godinu, Beograd.
- Om aljev, V. 1982c, Prilog definisanju geohemijskog polja, fona i šuma (fersmana) na primeru raspodele cinka i olova u ofiolitima Puste Tušimlje. Zbornik radova, X jubilarni kongres geologa Jugoslavije, knjiga II, Budva.
- Om aljev, V. 1982d, Characteristics of the distribution of the geological random variable. Rudarsko-metalurški zbornik, 29, 2—3, Ljubljana.
- Om aljev, V. 1982e, Raspodela U, Th i K u alevrolitima, psamitima i psefitima Žirovskog vrha. Geologija, 25/2, Ljubljana.
- Om aljev, V. 1983a, Povodom 100. godišnjice rođenja A. E. Fersmana i 120. godišnjice rođenja V. I. Vernadskog — predlog novih termina u geohemiji i biogeohemiji. Radovi Geoinstituta, 16, Beograd.
- Om aljev, V. 1983b, Predlog novih pojmova i termina u geohemiji. Tehnika, RGM 5, Beograd.
- Om aljev, V. 1984, Theorems and laws defining distribution of geological random variable. Referat na 27. Međunarodnom geološkom kongresu u Moskvi.
- Pirc, S. 1977, Uran v kamninah, vodah in muljih na območju Posavskih gub v Sloveniji. Rudarsko-metalurški zbornik, 4, Ljubljana.
- Ronov, A. B. & Jaroševskij, A. A. 1976, Novaja modelj himičeskogo strojenija zemnoj kori. Geohimija, 12, Moskva.
- Vinogradov, A. P. 1962, Srednie soderžanie himičeskikh elementov v glavnih tipah izverženih gornih porod zemnoj kori. Geohimija, 7, Moskva.
- Vojtkević, G. V., Mirošnikov, A. E., Povarennih, A. S. & Prohorov, A. S. 1977, Kratkij spravočnik po geohimii (2. izd.). Izd. »Nedra«, Moskva.