

VELJKO OMALJEV*

NOVI POJMOVI I TERMINI U GEOHEMIJI

NEW IDEAS AND TERMS IN GEOCHEMISTRY

Izvod

Otkriće dvojne prirode geološke slučajne promenljive ima za posledicu uvođenje novih pojmova i termina u geohemiji. Ovo saznanje ima paradigmatški karakter i zahteva potpuno nov pogled na raspodelu hemijskih elemenata u geološkim telima Zemljine kore. Smatram da su sazreli uslovi za takav preobražaj.

U radu se daju teoretske osnove geohemijskog polja kao matematičkog polja sličnog drugim geofizičkim poljima Zemljine kore (gravitaciono, geomagnetsko, geoelektrično i radioaktivno polje). Geohemijsko polje čine njegove komponente, parametri i koeficijenti.

Život je neodvojiv od neorganske materije Zemljine kore (biosfera), a organska i organogena materija prisutna je u geološkim telima. Biogeohemijsko polje biosfere Zemljine kore definisano je kao i geohemijsko polje; sa odgovarajućim komponentama, parametrima i koeficijentima.

Abstract

Due to the dual nature of the geological random variable new ideas and terms in geochemistry were introduced. The knowledge of such dual nature has paradigmatic character. It demands completely new view on disposition of chemical elements in the geological bodies of Earth's crust. The author's opinion is that the conditions for such transformation are favourable.

* Dr Veljko Omaljev
Geoinstitut, Rovinjska 12
Beograd

The theoretical base of geochemical field as mathematical field, similar to the other geophysical fields of Earth's crust (gravimetric, geomagnetic, geoelectric and radioactivity field) is given in this paper. Geochemical field make its components, parameters and coefficients.

The life is unseparable from nonorganic matter of Earth's crust (Biosphere), and organic and organogenetic matter is present in geological bodies. Biochemical field of the Earth's crust Biosphere is defined as well as geochemical field by corresponding components, parameters and coefficients.

UVOD

Februara 1976. god. došlo se na ideju o dvojnoj prirodi geoloških informacija (podataka), što je bilo definisano kao »dvojni histogram« (Om al j e v (1977)). Razradom ove ideje došlo se do saznanja o dvojnoj prirodi geološke slučajne promenljive i vektorske prirode jedinične koncentracije (Om al j e v (1982, 1982a, 1983, 1985)), što ima za posledicu formiranje geohemijskog polja kao matematičkog polja uticaja hemijskih elemenata u geološkim telima Zemljine kore.

Nagoveštaji novog pojma »geohemijsko polje« prisutni su u literaturi više od jedne decenije (D u b o v (1974), P e r e l j m a n (1979)), a pri kraju 1981. došlo je do njegove matematičke definicije (Om al j e v (1982a)): »Geohemijsko polje, u geometrijskom smislu, predstavlja površinu koja je geometrijsko mesto tačaka intenziteta vektora jediničnih koncentracija hemijskog elementa u stenama kao geohemijskoj sredini«. Ova definicija bila je izložena i u referatu autora na X geološkom kongresu u Budvi 1982.

Ranije se pod pojmom »geohemijsko polje« podrazumevala površina terena na kojem se nalaze sa većim akumulacijama nekog hemijskog elementa (F e r s m a n (1953)), kao najmanja jedinica geohemijskog rejoniranja. Međutim, metalogenetska rejonizacija je prevladala i pojam »rudno polje« je potisnuo pojam »geohemijsko polje«, kako ga je F e r s m a n definisao.

Smatram da je geohemija, kao jedna od geoloških nauka, dostigla takav stepen razvoja da se oseća potreba za matematičkom definicijom mnogih pojmova, a među njima i »geohemijskog polja«. To je potpuno u skladu sa razvojem ostalih nauka, prvenstveno fizike, koja pod pojmom »materija« podrazumeva »supstancu (tvar)« i »polje« (A n đ e l i ć (1983)).

Po teoremi 1 (Om al j e v (1982, 1985)), osnovna je informacija o zastupljenosti hemijskog elementa u geološkom telu »jedinčna koncentracija (x)«. Merna jedinica za izražavanje koncentracije mase supstance nije definisana u Međunarodnom sistemu mernih jedinica, SI, a ona se može izvesti kao odnos masa stvari (kg/kg) koja se u raznim oblicima upotrebljava kao »kg/t, g/t« ili

»procenat« ($1\% = 10^{-2}$ kg/kg), ili »promil« ($1\text{‰} = 10^{-3}$ kg/kg), ili »ppm« (10^{-6} kg/kg), ili »ppb« (10^{-9} kg/kg).

U ovom radu koncizno se iznose teoretske postavke matematički definisanog pojma »geohemijsko polje«, na osnovu dvojne prirode geološke slučajne promenljive. Neki parametri i koeficijenti geohemijskog polja definišu se kao termini, a za neke termine predlažu se prigodni nazivi. Detalji o ovoj materiji izloženi su u brojnim publikacijama autora, a pri tome se mora voditi računa da su neke definicije i objašnjenja sada dati potpunije, a neki deo ove materije je u razvoju promenjen. Biogeohemijsko polje definisano je na sličan način.

GEOLOŠKA POPULACIJA

Organizacija materije (supstance), sa aspekta primene fizike u geologiji, može se posmatrati na tri nivoa:

1) Mikronivo organizacije materije jeste atomski nivo posmatranja, koji uključuje posmatranje atoma, molekula i jona kao »čestica«.

2) Makronivo organizacije materije jeste mineralno-petrološki nivo posmatranja, koji uključuje posmatranje minerala kao »čestica« koje izgrađuju stene.

3) Meganivo organizacije materije, to je kosmički nivo posmatranja, koji uključuje posmatranje kosmičkih tela (planeta, zvezda itd.). Ovaj nivo posmatranja u geologiji nazivamo »globalni nivo organizacije materije«, jer uključuje posmatranje Zemlje u celini ili Zemljinih geosfera u celini (Zemljina kora i druge geosfere Zemlje).

Meganivo organizacije materije u suštini je posmatranje kosmičkih tela kao »čestica« koje izgrađuju Kosmos. U geologiji se ograničavamo na posmatranje određenog kosmičkog tela (globusa), izgrađenog od »čestica« koje možemo na različite načine da definišemo.

Geološke nauke izučavaju organizaciju materije Zemljine kore na makronivou. Geološka tela Zemljine kore takođe se mogu posmatrati na različitim nivoima organizacije materije i tada ih definišemo kao: stene, geološke formacije različitog ranga, grupe geoloških formacija i, na kraju, različite segmente Zemljine kore. Izučavanje slojeva (geosfera) ili tipova Zemljine kore dolazi u globalni nivo organizacije materije Zemlje kao planete, odnosno Zemljine kore.

Geohemija izučava materiju Zemljine kore na atomskom (mikro) nivou organizacije, što je definisao još V e r n a d s k i (1983) pre više od sedam decenija. Međutim, mi ne možemo neposredno izučavati raspodelu atoma elemenata u prostoru (volumenu) geoloških tela, već ta izučavanja izvodimo na makronivou posredstvom minerala kao čestica koje izgrađuju geološka tela, Zemljinu koru i ostale geosfere Zemlje kao planete.

Sva posmatranja u geološkim naukama izvodimo makroskopski ili mikroskopski (uz primenu optičkih instrumenata, što ne izlazi iz domena makroposmatranja).

Skup »čestica« određene vrste supstance u geološkom telu čini »geološku populaciju« (atoma elemenata, komponenti jedinjenja elemenata, minerala).

Geološko telo je realno telu u Zemljnoj kori, koje se okonturuje po unapred zadatim karakteristikama ili obeležjima. To su, po pravilu, osobine koje se mogu opisati ili meriti, npr. mineralni sastav, hemijski sastav, itd. Geološko telo definišemo kao »kontinijum (prostor ispunjen masom supstance)« po određenom obeležju; dok traje kontinijum, traje i geološko telo. Na granici diskontinuiteta prestaje jedno geološko telo, a počinje drugo geološko telo.

Kontinijum (prostor) geološkog tela zrnaste je prirode, izgrađuju ga čestice supstance. Na makronivou organizacije materije geološko telo izgrađuju minerali. Prostor geološkog tela izdijeljen je na veoma mnogo »elementarnih zapremina Δv «, a materijalni sadržaj tih elementarnih zapremina jeste određeni mineral. Elementarne zapremine Δv imaju dva materijalna obeležja: 1) elementarnu masu tvari Δq , i 2) elementarnu masu tvari određenog hemijskog elementa ΔX (elementa koji se izučava).

Elementarna masa tvari minerala Δq jeste zbir parcijalnih elementarnih masa svakog elementa iskazanog u hemijskoj formuli minerala (ΔX , ΔY , ΔZ , itd.):

$$\Delta X + \Delta Y + \dots + \Delta Z = \Delta q \quad (1)$$

Isti princip važi i za mikroelemente koji su u vidu primesa prisutni u mineralima.

Geološko telo kao zrnasti kontinijum nije moguće izučavati i shvatiti u celokupnosti i zato su razrađene metode njegovog izučavanja na osnovu »uzroka« koji ga na diskontinuirani način predstavlja. Uzorak suštinski odražava geološko telo po obeležju merenja, naravno u statističkom smislu.

Geološka populacija minerala nedostupna je direktnom opažanju i merenju i zato su razvijene metode oprobavanja. Proba je materijalni deo geološkog tela i ona predstavlja »česticu«, odnosno »porciju« mase tvari koja se meri; što znači da proba predstavlja »jedinačnu veličinu« za uzorak koji predstavlja geološko telo.

Proba kao jedinična veličina u suštini predstavlja »jediničnu zapreminu (v)« u kojoj se nalazi »jedinična masa tvari probe (q)«. Za određenu metodu oprobavanja jedan je od uslova konstantnost dimenzija ove jedinične veličine:

$$v_{\text{const}} = 1; \text{ odnosno } q_{\text{const}} = 1 \quad (2)$$

Deo ove mase predstavlja »jediničnu masu tvari izučavanog hemijskog elementa (X)« u probi, koja je pomenljiva veličina.

»Jedinična koncentracija (x)« izučavanog elementa u probi funkcionalno povezuje jedinične mase probe (q i X), koje su predmet merenja:

$$x = \frac{X}{q} \quad (3)$$

a s obzirom na jednačinu (2), numerička vrednost jedinične koncentracije brojno je jednaka numeričkoj vrednosti jedinične mase izučavanog elementa u probi:

$$x = X \quad (4)$$

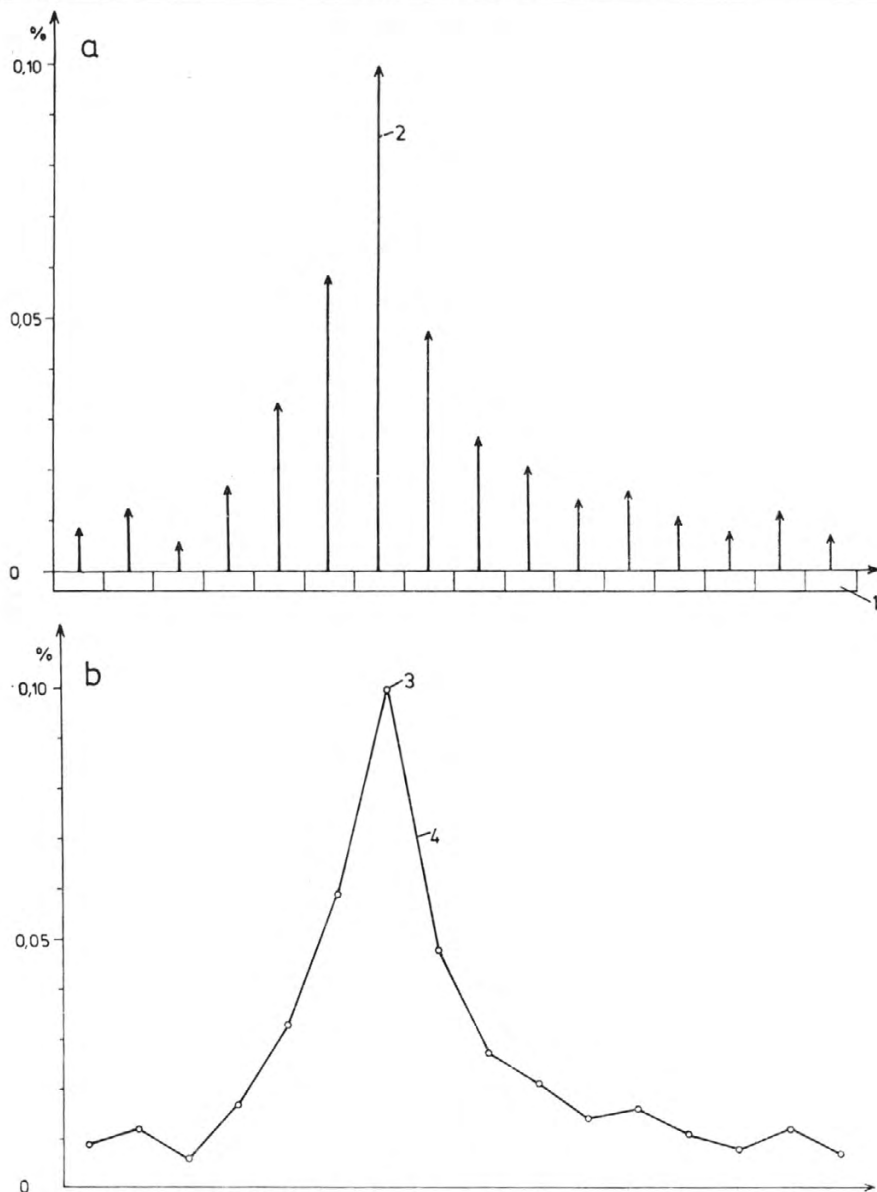
Skup proba kao jediničnih veličina jeste geološka populacija koja zamenjuje osnovnu geološku populaciju minerala i predstavlja »statistički uzorak«. Kao posledica teoreme 1 (Omaljev (1982, 1985)), u statističkom uzorku postoje dve geološke populacije: 1) populacija jediničnih masa tvari probe (q), i 2) populacija jediničnih masa tvari ispitivanog elementa (X) u probi. Po teoremi 2, ove jedinične mase (q i X) funkcije su koncentracije (x), što se najčešće definiše kao funkcije gustine raspodele geološke slučajne promenljive $f(x)$ i $f_X(x)$. Grafička predstava ovih funkcija može biti dvojni histogram ili dvojni dijagram.

Jedinična koncentracija (x) elementa u probi jeste intenzivna veličina i ona ima svoj intenzitet i svoje usmerenje u prostoru; a to su vektorske osobine. »Vektor jedinične koncentracije x « formiran je iznad probe kao jedinične zapremine (sl. 1), odnosno jedinične mase tvari probe; dužina vektora je njegov intenzitet, a usmerenje je upravno na površinu geološkog tela. Na taj način vektor jediničnih koncentracija ostvaruju polje uticaja jediničnih masa elementa (X) u probi, što predstavlja geohemijsko polje.

Definicija: »Geohemijsko polje je polje uticaja jediničnih masa određenog hemijskog elementa (X), preko vektora jediničnih koncentracija (x) formiranog nad probama geološkog tela«.

Površina geohemijskog polja jeste geometrijsko mesto tačaka vrhova (intenziteta) vektora pojediničnih koncentracija elementa (x). Ova površina ima svoj reljef, koji dolazi do izražaja kao »reljef geohemijskog polja« kada je površina geološkog tela ravna (u koordinatnom sistemu — sl. 1 — ili na geohemijskoj karti).

Geohemijska izučavanja raspodele elemenata u geološkim telima u suštini se svode na statistička izučavanja reljefa geohemijskog polja. Forma reljefa geohemijskog polja može se prikazati u koordinatnom sistemu poligonom (sl. 1), histogramom ili dijagramom (najčešće kao kriva gustine raspodele). Reljef geohemijskog polja grafički se prikazuje izolinijama koncentracija, što se koristi kod geohemijskih karata. Postupak izrade histograma i geohemijskih karata standardizovan je pomoću »statističke raz-



Sl. 1 — Konstrukcija geohemijskog polja — po profilu.

a) vektori jediničnih koncentracija

b) reljef geohemijskog polja

1 jedinična zapremina probe, 2 vektor jedinične koncentracije, 3 intenzitet vektora jedinične koncentracije, 4 reljef geohemijskog polja — poligon.

Fig. 1 — The construction of geochemical field — along a section.

a) Vectors of unit concentration

b) Relief of geochemical field

1 unit sample volume, 2 vector of unit concentration, 3 intensity of vector of unit concentration, 4 relief of geochemical field — polygon.

mere«, što je odnos jedinice prema »geochemijskoj ekvidistanci« (O m a l j e v (1982)).

Intenziteti vektora jediničnih koncentracija jesu parametri geochemijskog polja, koji se određuju merenjem.

Srednja je vrednost jediničnih koncentracija elementa izvedeni parametar geochemijskog polja, a ovaj je parametar srednja vrednost geološke slučajne promenljive $E(x)$ koji predstavlja odnos ukupne mase tvari elementa prema ukupnoj masi tvari u geološkom telu (statističkom uzorku):

$$E(x) = \frac{\int_a^b f_x(x) dx}{\int_a^b f(x) dx} = \mu = \frac{\sum f_x(x)}{\sum f(x)} = \bar{x}$$

Matematički je dokazano (O m a l j e v (1985)) da je aritmetička sredina ($\bar{x}$) jediničnih koncentracija jedina ocena srednje vrednosti geološke slučajne promenljive $E(x)$, po teoremi 5. To je stanje srednje (jednake) koncentracije atoma elementa u geološkom telu (statističkom uzorku), koje se grafički izražava kao »ravan« koja seče reljef geochemijskog polja po sredini (sl. 2), odnosno to je ravan koja niveliše ovaj reljef.

Već je ranije predloženo da se ovako definisani srednji sadržaj određenog elementa, kao parametar geochemijskog polja, nazove »geochemijski fon« (O m a l j e v (1982a, 1983)).

Zavisno od stepena organizacije materije Zemljine kore, razlikujemo sledeće vrste geochemijskog fona:

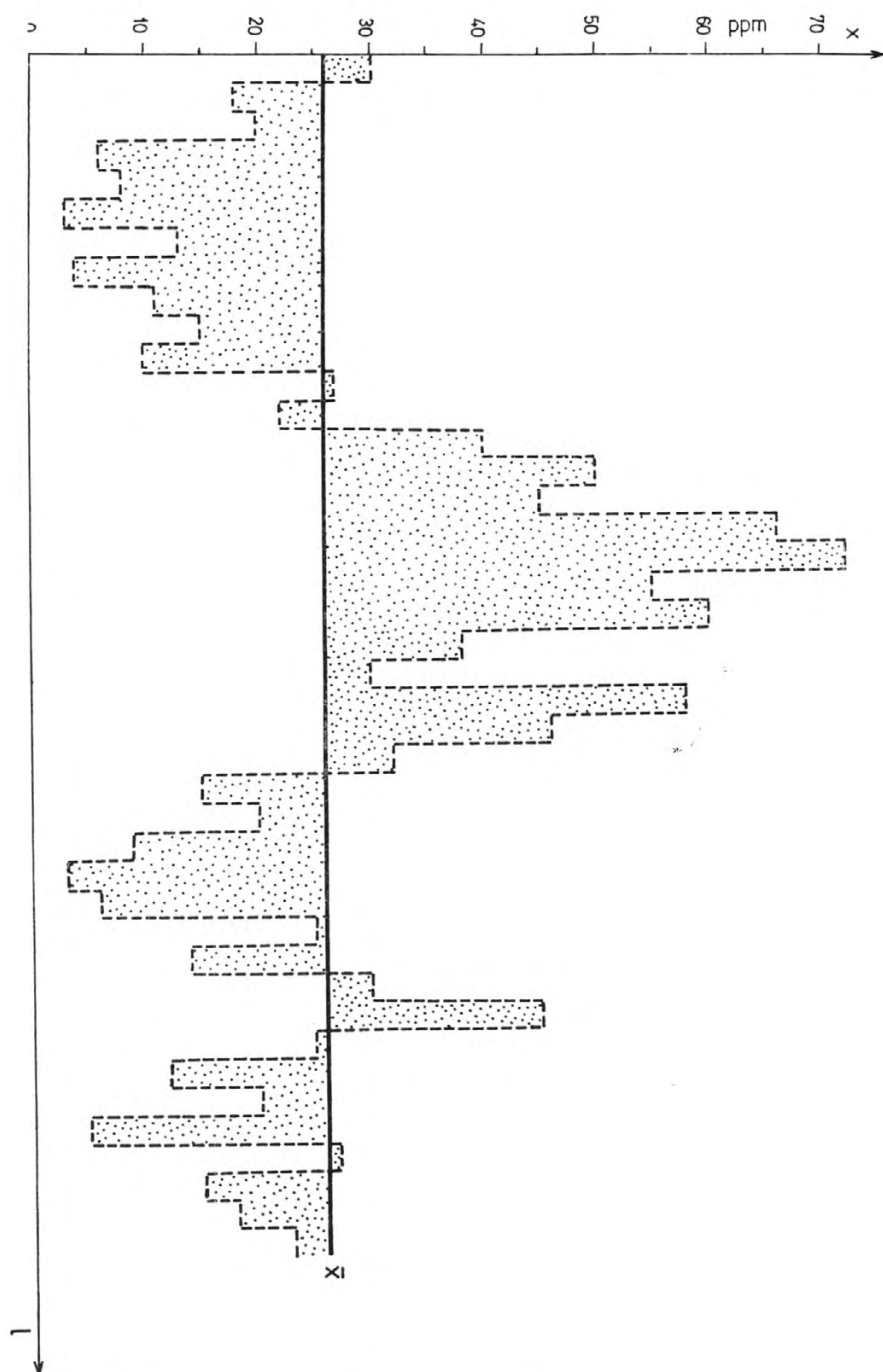
- 1) Globalni geochemijski fon — klark
- 2) Segmentni geochemijski fon
- 3) Regionalni geochemijski fon
- 4) Lokalni geochemijski fon

A. E. F e r s m a n (1955) još 1923. god. predložio je termin »klark« za srednji sadržaj ispitivanog elementa u geochemijskoj sredini, a u čast F. V. K l a r k a (F. W. C l a r k e). Smatram da ovaj termin predstavlja globalni geochemijski fon.

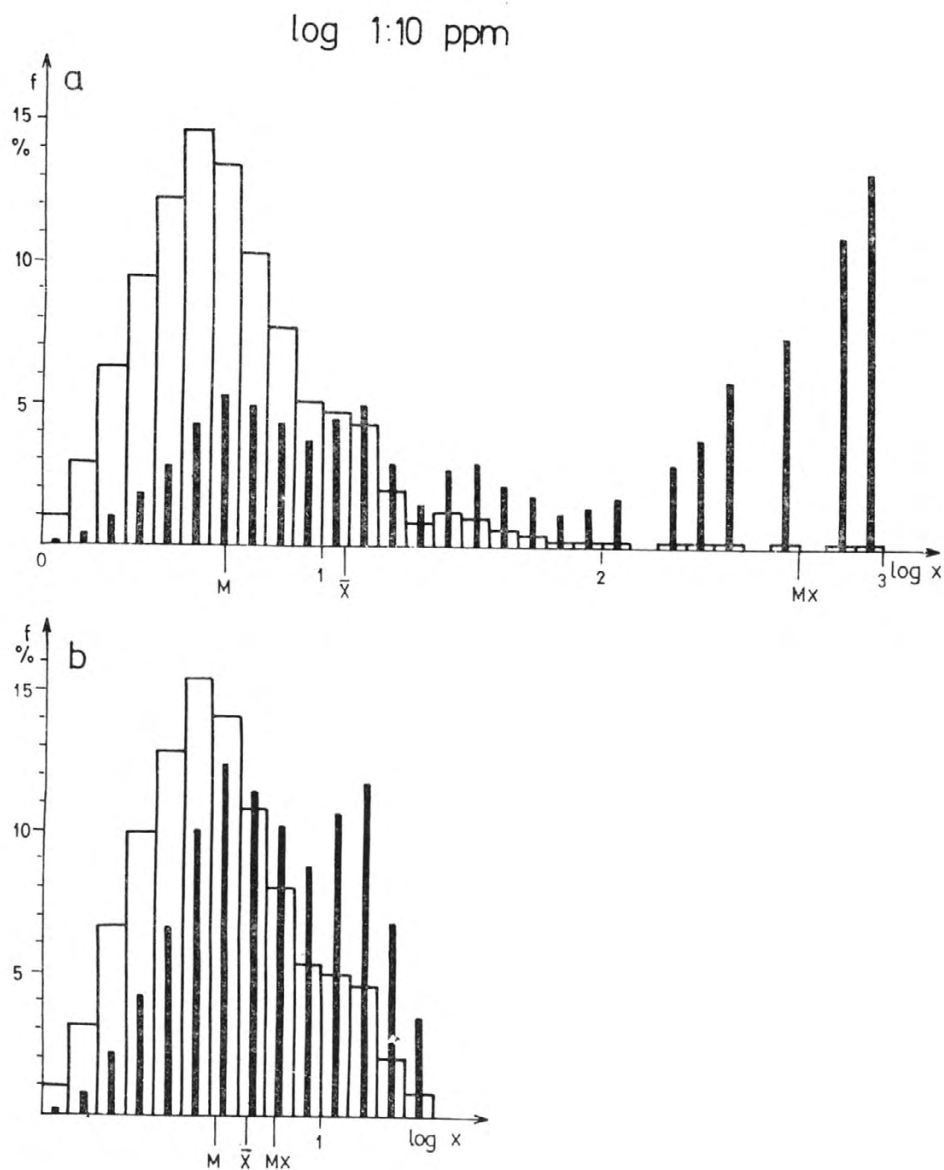
Osnovna geološka populacija minerala sastoji se iz dve parcijalne populacije: singenetske i epigenetske.

Singenetska parcijalna populacija minerala izgrađuje stenu onakvu kakvu je poznajemo, a epigenetska parcijalna populacija minerala naknadno je stvorena i nekad može predstavljati orudnjenje. Odvajanje epigenetske parcijalne populacije (koja je najčešće u vidu logaritamskog repa — sl. 3) od singenetske izvode se na dvojnog histogramu.

Singenetska parcijalna populacija po pravilu je dominantna u pogledu zastupljenosti mase tvari geološkog tela (statističkog uzorka), a epigenetska parcijalna populacija može biti dominantna u pogledu zastupljenosti mase tvari ispitivanog elementa, na-



Sl. 2 — Reljef geohemijskog polja — histogram.
 Fig. 2 — Relief of geochemical field — histogram.



Sl. 3 — Dvojni histogrami raspodele elemenata u geološkom telu.

a) raspodela osnovne geološke populacije

b) raspodela singenetske parcijalne populacije Fersmana

Fig. 3 — The dual histograms of the chemical element distribution of geological body.

a) Distribution of the base geological population

b) Distribution of Fersman's syngenetic partial population

ročito u rudnim telima (sl. 3). Epigenetske parcijalne populacije logaritamskog repa najčešće su orudnjenje i odgovoraju »geohemijskim anomalijama«.

Singenetska parcijalna populacija predstavlja »šum« u odnosu na »signal« geohemijskih anomalija i zato je ranije predloženo da se srednji sadržaj elementa singenetske populacije nazove »geohemijski šum« (Om al j e v (1982a, 1983)).

Autor je predložio (1982a, 1983) da se »geohemijski šum« elementa imenuje terminom »fersman« u čast A. E. Fersmana. Istovremeno geohemijsko polje šuma zovemo »geohemijsko polje Fersmana«, a singenetsku parcijalnu populaciju zovemo »Fersmanova populacija«.

Kao meru akumulacije hemijskog elementa u geološkom telu predlažemo dva »koeficijenta koncentracije (akumulacije)«, koji predstavljaju poređenje vrednosti geohemijskog fona (GF) sa klarkom (C) ili sa fersmanom (F).

»Koeficijent koncentracije (akumulacije) Klarka« (Kc):

$$Kc = \frac{GF}{C} \quad (6)$$

iskazuje stepen akumulacije (ili rasejavanja) hemijskog elementa u odnosu na srednju koncentraciju toga elementa u Zemljinoj kori, ili određene vrste stene i geološke formacije na globalnom nivou posmatranja naše planete Zemlje.

»Koeficijent koncentracije (akumulacije) Fersmana« (Kf):

$$Kf = \frac{GF}{F} \quad (7)$$

iskazuje stepen epigenetske (rudonosne) akumulacije hemijskog (rudnog) elementa u sopstvenoj steni ili rudnoj formaciji (rudnoj pojavi, rudnom telu, rudnom ležištu).

Koeficijenti koncentracije Klarka i Fersmana imaju osobine kriterijuma na osnovu kojih se može davati ocena geohemijske specijalizacije sa aspekta rudonosnosti geoloških formacija različitog ranga.

BIOGEOHEMIJSKA POPULACIJA

Pod pojmom »Zemljina kora« mi obično posmatramo samo mineralnu, neživu, materiju. Međutim, Vernadski je dokazao da živa materija pod pojmom »biosfera« prožima ceo neorganski svet koji je »životna sredina« organizama. Biosfera je karakteristična geosfera planete Zemlje i ona je neodvojiva od mineralne materije Zemljine kore. Na taj način Zemljina kora ima dvojni karakter: ona se javlja kao mineralna (neživa) i kao živa materija biosfere.

U području biosfere, koja zahvata veliki deo atmosfere, celu hidrosferu i veliki deo litosfere, stalno je prisutna organska i organogena materija. Principijelno posmatrano, u domenu biosfere postoje »biogeohemijske populacije«, koje treba definisati na sličan način kao i »geohemijske populacije«.

Biogeohemija svakako je deo geohemije, a može se posmatrati i kao zasebna nauka u porodici geoloških nauka. Mnogi procesi u geohemiji u stvari su biogeohemijski procesi, a mi sada i ne znamo koliki je stvarni udeo biogeohemije u geohemiji. Ovo je, svakako, jedna od najmanje izučenih oblasti u geološkim naukama. Biogeohemijski procesi u tolikoj su meri povezani sa geohemijskim procesima (u neživoj mineralnoj materiji) da se oni i ne mogu jasno razdvojiti. Moguće je da ih i ne treba veštački razdvajati, ali je potrebno ukazati na značaj biogeohemije u geohemiji sa aspekta postojanja biogeohemijskih populacija.

Kao posledica postojanja biogeohemijskih populacija u biosferi, postoji i »biogeohemijsko polje« sa svojim komponentama, parametrima i koeficijentima. Princip definisanja mora biti isti kao i u mineralnoj, odnosno neorganskoj geohemiji.

Srednji sadržaj organske ili organogene materije u geološkim telima biosfere (Zemljine kore) treba zvati »biogeohemijski fon«, anagognu pojmu »geohemijski fon«.

Ranije je bilo predloženo da se globalni biogeohemijski fon imenuje terminom »vernadski«, u čast V. I. Vernadskog (O m a l j e v (1983)).

Zavisno od stepena organizacije materije biosfere, razlikujemo sledeće vrste biogeohemijskog fona:

- 1) Globalni biogeohemijski fon — vernadski
- 2) Segmentni biogeohemijski fon
- 3) Regionalni biogeohemijski fon
- 4) Lokalni biogeohemijski fon.

Kao meru akumulacije, odnosno rasejavanju hemijskih elemenata u biosferi, a u odnosu na hemijski sastav mineralne materije, predložen je termin »koeficijent koncentracije (akumulacije) Vernadskog« kao odnosu biogeohemijskog fona (BgF) sa geohemijskim fonom (GF) odgovarajućeg stepena:

$$K_v = \frac{BgF}{GF} \quad (8)$$

Koeficijent koncentracije Vernadskog na globalnom nivou posmatranja jeste odnos vrednosti »vernadski« sa »klarkom«:

$$K_v = \frac{\text{vernadski}}{\text{klark}} \quad (9)$$

LITERATURA

- Anđelić, T. (1983): Jedna pogrešna upotreba reči »Materija«. »Tehnika«, opšti deo, br. 10, Beograd.
- Дубов, Р. И. (1974): Количественные исследования геохимических полей для поисков рудных месторождений. Новосибирск.
- Ферсман, А. Е. (1953): Избранные труды, том II Москва.
- Ферсман, А. Е. (1955): Избранные труды, том III. Москва.
- Om al je v, V. (1977): Geostatističko ispitivanje rudnog tela V—1 u ležištu urana Žirovski vrh. Radovi IGRI, sv. 11, Beograd.
- Ом а л њ е в, В. (1982): Characteristics of the distribution of the geological random variable. Рударско-металуршки зборник, Вол. 29, №. 2 — 3, Лубљана.
- Ом а л њ е в, В. (1982a): Прилог дефинисању геохемијског поља, фона и шума (ферсмана) на примеру расподеле бакра у офиолитима Пусте Тупимље. Записници Српског геолошког друштва за 1981. годину, Београд.
- Ом а л њ е в, V. (1983): Povodom 100. godišnjice rođenja A. E. Fersmana i 120. godišnjice rođenja V. I. Vernadskog — predlog novih termina u geohemiji i biogeohemiji. Radovi Geoinstituta, knjiga 16, Beograd.
- Om al je v, V. (1985): Matematička suština srednjeg sadržaja: »Tehnika«, RGM br. 3, Beograd.
- Пере ля ма н, А. И. (1979): Геохимия. Москва.
- Вернадский, В. И. (1983): Очерки геохимии. Москва.

VELJKO OMALJEV

Summary

NEW IDEAS AND TERMS IN GEOCHEMISTRY

Indications of the new idea of »geochemical field« are present in the literature for more than a decade (D u b o v (1974), P e r e l j m a n (1979), while the author himself during the end of 1981 gave a mathematical definition on the basis of the knowledge of the dual nature of geological random variable (O m a l j e v (1977, 1982, 1982a, 1983, 1985)).

Organization of matter (substance), from the aspect of applied physics in geology, can be examined in three levels:

1) Micro-level — examination of atoms, molecules and ions as »particles«.

2) Macro-level — examination of minerals as »particles«.

3) Mega-level — examination of cosmic bodies (planets, stars, etc.) as »particles«. This level in geology examines particular cosmic bodies — it is »the global-level of organization of matter« (Earth's crust and other geospheres of the Earth).

All investigations in geology are on the macro-level, no matter whether they are macroscopic or microscopic. According to V e r-

nadskiy (1983), the aim of geochemistry is the study of distribution of elements in the atomic-level, which cannot be obtained by direct methods.

Group of »particles« of particular type of substance in the geological body makes the »geological population« (of atoms, components, minerals).

A geological body is a real body in the Earth's crust, which is contoured by beforehand given characteristics. A geological body is defined as »continuum« (space) filled by the mass of substance of granular nature. Space of a geological body is divided into numerous »elementary volumes Δv « with particular minerals as material contents of these elementary volumes. The elementary volumes Δv have two material features: 1) elementary mass of substance Δq , and 2) elementary mass of substance of particular element ΔX . Elementary mass of mineral Δq is the sum of partial elementary masses of chemical elements contained (formula 1).

Geological body as granular continuum cannot be investigated by direct methods, but on the basis of samples which represent it in the discontinuous manner (statistically speaking).

Geological population of minerals is inaccessible for direct measurements and for that reason methods of sampling were developed. A sample represents »particle« of the mass of the measured substance, while the group of samples represents geological population which replaces basic population in the geological body.

A sample represents »elementary volume (v)« where »unit mass of sample substance (q)« is situated. Part of this substance represents »unit mass of the investigated element (X)« in the sample, which is a variable (differing from mass q which is constant).

As a consequence of theorem 1 (Omaljev (1982, 1985)), there are two geological populations in the statistical sample: 1) population of unit masses of the sample substance (q), and 2) population of unit masses of investigated element in the sample (X). According to theorem 2, these unit masses (q and X) are functions of concentration, mostly functions of density of distribution of random geological variable — $f(x)$ and $f_X(x)$.

Unit concentration (x) of element in the sample has its intensity and direction in space, which is a feature of vectors. »Vector of unit concentration x « is formed above the samples (Fig. 1), and these vectors represent »geochemical field«.

Definition: »A geological field is a field of influence of unit masses of particular chemical element (X), over vector of unit concentrations (x) formed above samples of the geological body«.

The area of geochemical field is »relief of the geochemical field«, which is especially indicative when the area of the geological body is »flat« (in coordinate system or on the geochemical map).

Intensities of vectors of unit concentrations are parameters of the geochemical field, and are obtained by measurements. The average value of unit concentrations is obtained parameter of geochemical field, which is actually arithemitical mean (formula 5).

Earlier it was suggested that the average content of an element in the geological body should be called »geochemical phone«. This value represents »plane« which levels the relief of the geochemical field (Fig. 2).

Depending on the level of organization of matter of the Earth's crust we can distinguish the following types of geochemical phone: 1) global geochemical phone (clarke), 2) segmental geochemical phone, 3) regional geochemical phone, 4) local geochemical phone.

In 1923 A. E. Fersman suggested that the average content of chemical element in the rock should be called »clarke«, in the honour of F. W. Clarke. My opinion is that this term represents global geochemical phone.

Basic geological population of mineral is composed of two partial populations: syngenetic and epigenetic.

Epigenetic partial population is subsequently created and often represents mineralization which we define as »geochemical anomaly«. These populations occur on the dual histogram as »logarithmic tail« (Fig. 3).

Syngenetic partial population was created together with the rock and it represents the »noise« in relation to the »signal« of the geochemical anomalies. The average content of syngenetic partial population is »geochemical noise« of investigated chemical element in the geological body.

Earlier the author suggested (1982a, 1983) that the »geochemical noise« of element should be named »fersman« in the honour of A. E. Fersman. Partial geochemical field of noise is thus called »Fersman's geochemical field«, while the syngenetic partial population is called »Fersman's population«.

As a measure of accumulation of chemical element in the geological body, we suggest two coefficients of concentration (accumulation): 1) »Clarke's coefficient of concentration« (formula 6), and 2) »Fersman's coefficient of concentration« (formula 7).

Live matter is undivisibly tied to the nonorganic matter of the Earth's crust, representing the Biosphere. Organic and organogenetic matter of Biosphere are constantly present in geological bodies on the basis of which there are »biogeochemical populations«.

As a consequence of existence of biogeochemical populations in the Biosphere there is also a »biogeochemical field« with its components, parameters and coefficients. The principle of definition must be the same as for the mineral, nonorganic matter of the Earth's crust.

Average content of organic or organogenic substance in geological bodies of Biosphere should be called »biogeochemical phone«. The author suggested (1983) that the global biogeochemical phone should be named »vernadskiy«, in the honour of V. I. Vernadskiy.

Depending on the degree of organization of matter in the Biosphere we can distinguish the following types of biogeochemical phone: 1) global biogeochemical phone (vernadskiy), 2) segmental biogeochemical phone, 3) regional biogeochemical phone, 4) local biogeochemical phone.

As the measure of the accumulation of element, in relation to the mineral substance, »Vernadskiy's coefficient of concentration« (formula 8) is suggested, which on the global level represents the ratio of »vernadskiy« and »clarke« (formula 9).

