

ROZVOJ A VÝSLEDKY SOVIETSKEJ GEOCHÉMIE

(Bohuslav Cambel)

Geochemia je mladou vedou. Vyvíjala sa postupne a v rôznych zemiach rôzni autori jej dávali rozličnú náplň. Jej obsah sa, pravda, menil podľa všeobecného vedeckého pokroku v jednotlivých pomocných disciplínach. Geochemia nadobudla veľký význam svojím obsahom a rozšírením, obzvlášť vtedy, keď boli zavedené rôzne presné analytické metódy, a to chemické, spektrálne, röntgenometrické, rádiochemické, polarografické, luminiscenčné atď.

Po prvý raz bol názov geochemia uvedený vo vedeckej literatúre r. 1838. Pod týmto pojmom sa rozumela náuka o chemickom složení zemskej hmoty, ktorá tvorí zemeguľu. Jednako, ako osobitná veda sa mohla geochemia rozvinúť až potom, keď vznikla veda o stavbe atómov a keď bola Mendelejevom zistená periodicita chemických vlastností elementov.

Keď dnes skúmame náplň geochemie v jednotlivých zemiach, zistíme, že najhlbší teoretický smysel a najväčší praktický význam získala geochemia u sovietskych vedcov. Jej hlavnými predstaviteľmi boli: V. I. Verнадский a A. E. Fersman.

V sovietskom poňatí geochemia študuje rozmiestenie prvkov v jednotlivých častiach kôry Zeme. Študuje ich percentuálne zastúpenie, ich migráciu a kolobeh pri premenách minerálov. Študuje migráciu prvkov pri chemických, mechanických a biologických procesoch v zemskej kôre, ktorá sa odohráva v závislosti od geologických činiteľov, a to ako v minulosti, tak aj v súčasnej dobe. Geologickí činitelia spôsobujú v zemskej kôre mnoho geochemických procesov, reakcií a litologických zmien a vychádzajú jednak z vulkanizmu, jednak z exogénnych geologických činiteľov.

Geochemia študuje príčiny premien minerálov, najmä fyzikálno-chemické procesy, ktoré podmieňujú vznik nových — sekundárnych minerálov. Prítomnosť jednotlivých minerálov v zemskej kôre nie je náhodilá, ale daná poznateľnými zákonitostami. Geochemia študuje tieto zákonitosti, učí o tom, kde a za akých podmienok môžu sa nahromadiť niektoré prvky v podobe užitočných minerálov. Preto ukazuje geochemia cestu základnému i aplikovanému výskumu k úspešnému štúdiu a odhaľovaniu väčších koncentrácií užitočných minerálov, t. j. pomáha odkrývať surovínové ložiská. Tým sa stáva veľmi účinnou pomocníčkou pre prax, pre zisťovanie surovínovej bázy pre priemysel.

Slovom, geochemia je veda o dejinách atómov v zemskej kôre a vznikla na základe novej atomistiky, modernej chémie a fyziky, v úzkom spojení s najnovšími predstavami o stavbe hmoty a teda aj minerálov.

Z uvedeného obsahu sovietskej geochémie vysvitá, že je vedou syntetickou, ktorá sa nedá oddeliť od iných vedných odborov, ako mineralogie, petrografie, geologie, chémie, fyziky, pôdoznanstva atď. Geochémia rieši svoje problémy zoširoka, najnovšími metódami, s použitím všetkých poznatkov príbuzných disciplín. To je príčina, prečo sa len postupne osamostatňuje ako nový vedný odbor. A práve preto sa na riešení jednotlivých geochemických problémov zúčastňujú vedľa geochemikov aj vedci, ktorí pracujú v príbuzných vedných odboroch.

Zdôraznilo sa, že geochémia mala vo svojich počiatkoch celkom inú náplň a u západných geochemikov ju má ešte i dnes.

Prvý, kto sa zaoberal geochémiou ako samostatným vedným odborom, bol Američan F. W. C l a r k e a jeho škola. On prvý podal r. 1882 predbežný odhad chemického složenía Zeme do hĺbky asi 16 km. J. H. V o g t, nórsky vedec, ktorý už mal na zreteli i genetickú stránku chemických procesov v zemskej kôre, doplnil C l a r k o v rad geochemických čísel štatistickými číslami o zastúpení prvkov v niektorých rudných ložiskách.

Uvedení autori kriticky spracovali dôležitý faktický materiál a urobili všeobecné závery o priemernom chemickom složení zemskej kôry, a to s hľadiska nielen rozmanitých hornín, ale aj nerastných ložísk vcelku. Náplň ich prác a charakter geochémie ako odboru ostaly len štatisticky popisné. C l a r k e a jeho žiaci opačne ako sovietska škola neďivali sa na svoje fakty ako na prostriedok poznania zemských procesov vcelku, ako na prostriedok, ktorý umožní rozriešiť početné prírodné javy a genetické otázky minerálov, a to nielen na Zemi ale i vo vesmíre. U sovietskych vedcov kvantitatívne údaje o zastúpení prvkov v kôre (klarky) sú funkciami času a miesta, pričom sa menia podľa podmienok, v ktorých sa nachodí atóm.

Novší smer do geochémie uviedol V. M. G o l d s c h m i d t a známi vedci ako N i g g l i, L i n d g r e n, E m m o n s a iní. Uvedení geochemici už používajú najnovšie analytické i teoretické vedomosti najmä z odboru chémie, fyziky, geologie a mineralogie. V. M. G o l d s c h m i d t, u ktorého študoval A. E. F e r s m a n, všímal si v plnej miere fyzikálne a chemické zjavy pri geologických procesoch. Sledoval vysvetlenie geochemických faktov s hľadiska štruktúrálnej mineralogie a kryštálovej chémie, pričom sa opieral o izomorfiiu, ktorú pokladal za jeden z najvýznamnejších faktov, ktorý pôsobil pri rozmiestení jednotlivých prvkov v častiach zemskej kôry. S hľadiska izomorfie rozdelil všetky prvky do geochemických skupín. No V. M. G o l d s c h m i d t nebral do úvahy tie veľmi závažné faktory, ktoré sú dôležité pri rozmiestovaní a migrácii prvkov v rôznych geologických útvaroch. Preto jeho geochemické vysvetlenia o rozmiestení prvkov v kôre nemajú všestranné odôvodnenia s hľadiska všetkých činiteľov a príčin, ktoré pôsobily na migráciu prvkov a podmienily ich rozloženie (účínok atmosférických kolobeh vody, činnosť organizmov atď.). Z výsledkov týchto geologických a geochemických procesov

vyplýva zákonité premiestňovanie prvkov, ich koncentrácia alebo ich zákonité rozptýlenie.

O náplni a obsahu sovietskej geochemie sa už hovorilo. Keď analyzujeme príčiny, pre ktoré sovietska geochemia išla práve tým smerom, aký jej dal nakoniec V e r n a d s k i j a F e r s m a n, zistíme, že to podmienili rôzne okolnosti a to predovšetkým:

1. Historický vývoj názorov na prírodné vedy v Rusku a najmä špecifické, ideovo-vedecké a metodické zameranie starých ruských mineralogov, geologov a prírodovedcov, ako boli L o m o n o s o v, S e v e r g i n, D o k u č a j e v, M e n d e l e j e v a i n i.

2. Októbrová revolúcia, ktorá umožnila vybudovať potrebné výskumné ústavy a všestranne zaistila rozvoj geochemie.

3. Sovietski vedci dosiahli veľké úspechy preto, lebo boli ideovo vyzbrojení dialektickým materializmom a vedeli správne použiť dialektickú metódu bádania vo svojom odbore.

4. Vychádzali z praktických otázok, ktoré im ukladalo budovanie socializmu a rozvoj hospodárskych síl v SSSR. Vedeli spojiť teóriu s praxou a vedu s výstavbou štátu.

Jedným z najstarších predchodcov geochemie v Rusku a súčasne jednou z najvýznamnejších postáv ruskej prírodovedy bol N. V. L o m o n o s o v (1711—1765). V jeho prácach možno nájsť všetky ideové a metodické prvky, ktoré neskoršie rozvinul vo vede V e r n a d s k i j a F e r s m a n do širších rozmerov. Už L o m o n o s o v sa snažil riešiť otázky genézy minerálov hornín, rudných žíl a ložísk. Toto je špecificky charakteristické pre sovietsku mineralogiu a geochemiu. V minulosti sa v zahraničných i niektorých ruských školách často zaznávalo práve štúdium genézy minerálov a dával sa dôraz na suché a formálne vymenovanie ich vlastností. L o m o n o s o v prvý obrátil pozornosť na to, že rudné žily rôzneho vývoja sú budované z rôznych minerálov. V súhlase so súčasnými názormi dával tento objav do závislosti od postupnej zmeny zloženia hydrotermálnych roztokov. Zaoberal sa už niektorými výlučne geochemickými otázkami, napr. štúdiom oxydačných zjavov v povrchových častiach sulfidických ložísk. Študoval aj mineralizáciu, chemické zloženie vôd a rast minerálov z roztokov. Prvý poznal, ako treba spájať riešenie geologických otázok s hľadiskami chemických a fyzikálnych poznatkov. V tomto smere L o m o n o s o v vo svojich názoroch ďaleko predstihol súčasný stav vedy. Bol aj priekopníkom novej chémie, vyslovil zákon o zachovaní hmoty a zamietnuc názory flogistonistov, ešte pred L a v o i s i e r o m správne vysvetlil podstatu horenia. Veľký význam prikladá štúdiu hmoty. Atómy pokladá za častice složitej stavby a prorocky tvrdí, že vyriešenie otázok zloženia atómov „odhalí oponu najsvätejšej svätyne prírody“.

Tu zase vidno, že L o m o n o s o v v smysle súčasnej geochemie spája geochemické a geologické problémy s otázkami štúdia atómov, atómových štruktúr a chemických vlastností atómov. Je to celkom v súlade so slovami F e r s m a n a, že treba rozprávať o geologických a geochemických

procesoch Zeme nie jazykom popisnej vedy, ale pre celú prírodovedu spoločným jazykom atómov. L o m o n o s o v vtedy, keď dialektická metóda bádania ešte nebola pracovnou metódou prírodovedcov, študoval geologické javy s hľadiska ich zmien a pohybu. Tým dáva nový dynamický základ štúdiu nerastov. Jeho popud k štúdiu osudov prvkov, ich migrácie a zákonitej koncentrácie rozviedli vo svojich prácach práve V e r n a d s k i j a F e r s m a n. Z dialektickej metódy bádania vyplynulo to, že sa L o m o n o s o v postavil proti W e r n e r o v e j neptunistickej škole, pripisujúc vznik hôr „teplu panujúcemu v útrobach Zeme“. Štúdium zemskej kôry s hľadiska zmien, ktoré sa dialy vo veľmi dlhom časovom ohraničení, viedlo L o m o n o s o v a k aktualistickému ponímaniu geologie. Pokusníctvo a pokrokovosť vedeckých myšlienok ako aj nebojácne obhajovanie nových názorov spravily z L o m o n o s o v a prvého bojovníka za modernú prírodovedu a prvého zakladateľa geochemického štúdia.

Podobne ako dnešní sovietski vedci i on spája vedecký výskum s aktuálnymi požiadavkami vtedajšieho hospodárstva. L o m o n o s o v riešil mnoho praktických úloh i z výskumu ložísk i z chemickej výroby skla a metalurgie.

Druhým vedcom, ktorý svojimi prácami ukázal cestu dnešným geochemikom SSSR, bol akademik V. S e v e r g i n. Vo svojom diele vydanom r. 1798, *Prvé základy mineralogie alebo skutočná história užitočných minerálov* (Pervyje osnovanija mineralogii ili jestestvennoj istorii iskopajemych tel), prvý raz v dejinách sformuloval dôležité geochemické vedomosti o asociácii minerálov. Tým vlastne definoval dnešný pojem paragenézy, označujúc ju ako „smežnosť“. Pod tým pojmom rozumel i spoločný výskyt minerálov, závislý od podmienok, pri ktorých toto spoločenstvo minerálov vzniká. S e v e r g i n poukázal na to, že štúdium minerálnych asociácií by veľmi prospelo pri hľadaní rúd. Je treba spomenúť, že S e v e r g i n tento správny pojem paragenézy vyslovil 50 rokov pred B r e i t h a u p t o m, ktorý ho na západe zaviedol do literatúry.

Veľkú úlohu pri utváraní súčasnej sovietskej geochemie mal vynikajúci ruský vedec V. V. D o k u č a j e v (1846—1903). Bol tvorcom vedeckého pôdoznalstva a učiteľom mnohých dnešných geológov a mineralógov. Vo svojich prácach ukázal, že pôda vzniká ako výsledok spoločného pôsobenia klímy, vody, vzduchu, rastlín a živočíchov na horniny. Význam pripisoval i trvaniu tohto pôsobenia i reliéfu okolia. Na príklade pôdy ukázal, ako všestranne musí výskumník pristupovať k štúdiu prírodných objektov a akú dôležitú úlohu majú pri tvorení pôdy spomenuté faktory. Pôda je samostatným útvarom a podlieha osobitným zákonom vývoja. D o k u č a j e v vyhotovil veľké množstvo pôdných máp rozsiahlych oblastí tajgy a stepí a priniesol vysvetlenie o vzniku černoze. Tieto práce sa staly základom rozvoja poľnohospodárstva v Rusku. Nadhodil tu i problémy biogeochemie, ktoré potom geniálne rozvinul V e r n a d s k i j.

K žiakom D o k u č a j e v a patrila K. D. G l i n k a, ktorý mnoho uro-

bil pre štúdium procesov vetrania, a F. J. Levinson-Lessing, významný petrograf a petrochemik. Jeden z jeho najvynikajúcejších žiakov je V e r n a d s k i j, ktorý formuloval úlohy novej geochemie a obohatil ju prácami prvoradého významu.

V e r n a d s k é h o možno právom nazvať zakladateľom modernej geochemie, a to vo svetovom meradle. Jeho rozsiahle práce riešia početné špeciálne geochemické otázky, ktoré sa neskoršie rozvinuly na samostatné geochemické disciplíny.

Pre mineralogiu samotnú má ten význam, že ju mení z popisnej vedy na vedu chemicko-genetickú, pričom už i otázky kryštalografie a morfológie študuje s hľadiska štruktúrnej mriežky a atómovej stavby. Veľkú pozornosť venuje otázkam stavby silikátov, najmä alumosilikátov, pričom jeho neskoršie röntgenometrické výskumy potvrdzujú správnosť teoretických predpokladov o funkcii alumínia v stave alumosilikátov. Zaoberá sa otázkami polymorfie a izomorfie, ktoré sú základom geochemie. Zdôrazňuje najmä závislosť izomorfie prvkov od fyzikálno-chemických podmienok. Štúdiom paragenézy minerálov, migrácie a rozmiestenia prvkov v zemskej kôre a štúdiom vzniku minerálov a ich premeny dáva základ ruskej geochemii. Výskumami rádioaktívnych prvkov, vysvetlením ich významu v zemskej kôre dáva základ rádiogeochemii. Veľkú pozornosť venuje geochemickému významu organizmov v biosfére. Plne zhodnotil veľký význam organizmov pri migrácii a koncentrácii elementov, a to často aj takých, o ktorých biogénnom význame sa nevedelo.

Svojimi prácami a podnetmi dáva základ meteoritike, ktorá sa vyvinula v kozmochémiu, umožňujúcu nájsť genetickú a hmotnú spojitosť Zeme a kozmu.

V e r n a d s k i j sa svojimi prácami stáva čoskoro učiteľom početnej novej generácie geochemikov, z ktorých najvýznamnejší bol F e r s m a n.

F e r s m a n a jeho žiaci prehĺbili štúdium rozloženia chemických prvkov na Zemi o štúdium chemického zloženia meteoritov, pričom urobili závery o chemickom zložení hviezdnych sústav. F e r s m a n okrem toho študoval geochémiu jednotlivých prírodných procesov, od magmatických cez pneumatolytické, najmä pegmatitové, po hydrotermálne a biochemické. Študoval geochémiu vôd a jednotlivých území, ďalej otázky kryštálovej chémie, spojené s izomorfiou. Veľkým prínosom sú jeho práce, týkajúce sa energetiky geochemických procesov. Žiaci V e r n a d s k é h o a F e r s m a n a prehĺbili jednotlivé geochemické odvetvia. V. G. Chlopín bol rádiogeochemik, V. P. Vinogradov podal klarky stopových elementov najmä pôd, D. I. Ščerbakov a iní urobili systematický geochemický výskum strednej Ázie, Uralu a ďalších častí SSSR, čím dali základ regionálnej geochemii. K. A. Nenadkievič, A. A. Saukov a iní podávajú geochémiu jednotlivých prvkov, najmä C, O, Fe, vzácnych zemín, plynov a kovov Pt, Au, Hg a i. Osobitnú zmienku zasluhuje A. N. Zavarickij, ktorý sa zaoberá petrochémiou, podáva bohatý materiál

o chemickom složení a magmatogénnych procesoch rozličných magmatických hornín.

N. S. Kurnakov a jeho žiaci študovali podmienky vytvorenia solných ložísk a fyzikálno-chemické pomery rovnovážnych stavov minerálov solných ložísk.

Dnešná geochémia v SSSR má veľmi početné vedecké kádre, ktoré napredujú v teoretických i praktických výskumoch, pokračujúc v šľapajách akademika Vernadského a Fersmana.

Druhým dôležitým faktorom, ktorý podmienil rozvoj geochémie v Rusku, bola Októbrová revolúcia. Po Októbrovej revolúcii boli vybudované početné vedecké inštitúcie a laboratória. F. J. Levinson-Lessingom a D. S. Belankinom vybudované geochemické oddelenie pri Leningradskom polytechnickom inštitúte, ktoré bolo prvé toho druhu na svete, bolo premenované na Lomonosovov inštitút. Dnes je to oddelenie geochémie Inštitútu geologických vied Akadémie vied SSSR. Vernadským založené laboratórium biochémie bolo premenované na Inštitút geochémie a analytickej chémie Vernadského. Veľa poznatkov z odboru rádioaktívnych minerálov a určovania veku hornín prináša Vernadským založený rádiologický inštitút pri Akadémii vied. Aj Dokučajevov pôdny inštitút hrá vo vede dôležitú úlohu. Okrem týchto centrálnych vedeckých inštitúcií sa vybuďovalo veľa ústavov a laboratórií pri vysokých školách v SSSR. Geochémia je ako samostatná veda začlenená do učebných osnov celého radu vysokých škôl. Vytvorily sa výborné podmienky pre výchovu mladých kádrov geochemikov, čím sa zaistuje ďalší rozmach a úspechy sovietskej geochémie v budúcnosti. Netreba hovoriť o tom, koľko sovietsky štát investuje do vedeckých výskumov, do údržby a prevádzky laboratórií, zbierok a rezervácií.

Výsledky úspešného vedeckého bádania sovietskych vedcov neslúžia len úzkemu kruhu odborníkov. Svoje výsledky popularizujú, informujú o nich širokú verejnosť, vzbudzujú živý záujem o odbory mineralogie, geochémie a geologie písaním populárno-vedeckých prác. Tieto práce sú charakteristické svojou prístupnou formou podania. Takýmto srozumiteľným štýlom aj o otázkach výlučne teoretických a odborných vedia sovietski vedci písať aj pre neodborníkov. Popularizačné práce píšú v Sovietskom sväze práve tí najlepší priekopníci vedy. Jeden z výborných popularizátorov bol napr. Fersman.

Spoločenské prostredie, ktoré dáva vedcom socialistická spoločnosť, spája ku komunizmu, privádza ich k novým formám spolupráce. K riešeniu veľkých i menších problémov pristupuje sa v komplexných kolektívoch. Na jednom probléme zainteresuje sa kolektív rozlične špecializovaných odborníkov. Takto možno študovať a skúmať vedecké problémy a vyhodnocovať ich komplexne s rozličných hľadísk a rozličnými metódami. Výsledky práce získané touto metódou zaistujú široký prieskum problému s každej stránky a hlbokú a všestrannú analýzu všetkých podmienok a faktorov, týkajúcich sa študovanej témy.

Sovietski geochemici a vedci vôbec sú čínorodými členmi socialistickej spoločnosti. Sú nielen vedcami, ale aj organizátormi vedeckého a kultúrneho života. Zaujímajú sa o históriu svojej zeme a najmä o históriu sovietskej prírodovedy, poznajú ekonomiu socialistického systému, zmocňujú sa nerastných bohatstiev svojej zeme, poznajú potreby hospodárstva, politickú problematiku, žurnalistiku atď. Sú to ľudia sovietskeho štátu, vlastenci a nadšení budovatelia svojho domova.

Jednou z popredných príčin úspechu sovietskych geochemikov je to, že sa zbavili idealistických prvkov a stoja pevne na báze dialektického materializmu. Práve dialekticko-materialistické hľadiská viedly sovietskych geochemikov k názoru, že príroda okolo nás je časťou stále sa meniaceho vesmíru. Sovietski vedci dospeli k záveru, že nielen fyzikálne a chemické sily, ale i živé organizmy a pôsobenie hospodáriaceho človeka vedie prírodu k stálym premenám. Preto sa štúdiom hľadajú široké súvislosti medzi prírodnými javmi, zisťuje sa jednota nášho sveta a vesmíru ako jedného na sebe závislého celku. Zisťuje sa, že spoločnou podstatou všetkých prírodných javov je atóm a jeho stavebné častice a zákonité, fyzikálno-chemické vlastnosti závisia od podmienok prostredia. Preto treba študovať všetky geologické príčiny a fyzikálno-chemické vplyvy prostredia, miesto, na ktorom sa jav odohráva, i čas, za ktorý dej trvá. Slovom, treba študovať históriu atómu, a to nielen na Zemi, ale i tam, kde atómy vznikajú, kde sa prvky rodia počnúc hmlovinami, galaktickými systémami a žiariacimi hviezdami.

Výsledky vedy, opierajúcej sa o metódu dialektického materializmu, umožňujú nám vysvetľovať a vidieť kozmos obklopujúci našu Zem novými očami.

Za vysokých tlakov a teplôt, ktoré sa merajú miliónmi stupňov, neexistujú prvky, iba chaotický pohyb základných častíc atómov. Ochladzovaním týchto chaoticky sa pohybujúcich častíc hmoty a energie vznikajú atómy, ktoré v extrémnych fyzikálnych podmienkach sú zpočiatku len výsledkom dočasnej rovnováhy nesúhlasne nabitých elektrónov a protónov. Prvky sa preto neprestajne tvoria a rozbíjajú, menia sa jedny v druhé.

Pri dostatočnom vychladnutí prostredia protóny a elektróny nájdu svoj rovnovážny stav. Niet už mohutných síl, ktoré by rozrušili pevné jadrá rovnovážnej sústavy atómov. Tvoria sa podľa podmienok prvky ako pevný článok zápasu, oproti chaosu vytvára sa prvé štádium konsolidácie hmoty. Vznikom prvkov začína história putovania a migrácie atómov vo vesmíre a na Zemi.

Za vhodných fyzikálnych podmienok sa elektrické polia atómových jednotiek navzájom spájajú, spolu reagujú a tvoria molekuly jednoduchých chemických slúčenín. Tento svet chémie je už oveľa prebádanejší a nám prístupnejší ako svet atómovej fyziky a najmä svet vzniku atómov vo vesmíre.

Ďalším štádiom organizácie hmoty je zgrupovanie sa iónov, atómov a molekúl slúčenín do kryštálových mriežok, do organizovaných zákonitých

celkov, do kryštálov. Miznú tu vlastnosti atómov a molekúl a objavujú sa nové vlastnosti kryštálov, ktoré skúma mineralogia. Tu už nevládnú zákony jadrovej energie, ale nové zákony chémie a kryštálovej chémie.

Vznik kryštálov na Zemi znamená zhruba vznik zemskej kôry. Ale ani tieto kryštály, tvoriace prvotnú kôru zeme, nie sú stálym, ale len dočasným spojením atómov. Niekedy sa pomerne rýchlo rozkladajú pod geologickými účinkami prostredia. Inokedy trvajú milióny rokov a menia sa pozvoľna, no natrvalo nikdy neostanú na jednom mieste, v jednom organizačnom celku a sdružení. Vznikajú nové kombinácie atómov v nových rovnovážnych stavoch, a teda nové sekundárne minerály. Pri týchto procesoch sa vytvárajú iné minerálne spoločenstvá, vyhovujúce novým fyzikálno-chemickým podmienkam prostredia. Vznik a výskyt minerálov je priamo závislý od týchto podmienok a od geologických a geochemických procesov, ktoré študuje geochémia. Minerál je integrujúcou časťou svojho prostredia a jeho existencia je zákonito opodstatnená.

Z uvedeného vyplýva, ako dôsledne sovietska geochémia študuje prírodu, pridržiujúc sa hľadiska vedeckého svetonázoru. Vychodí z toho záver, že v prírode niet kludu, všetko sa mení, i keď rôznou rýchlosťou. Menia sa i kamene, symboly pevnosti, pretože atómy a minerály, ktoré ich tvoria, sú v stálom pohybe a premene. I atómy podliehajú revolúcii, keďže vznikajú v hviezdnych vyhníach, vyvíjajú sa a rozpadajú.

Úzko s ideologickou bázou sovietskych geochemikov súvisí aj ich úzke spojenie s praxou, pretože jedine prax môže overiť správnosť vedeckej teórie a opačne, praktický výskum dáva opäť podnety pre správny vedecký predpoklad. Práve toto chápanie vedy ako niečoho, čo nie je samoučelné, izolované od spoločnosti a života, jej zriadenia a jej potrieb, viedlo sovietskych vedcov k uvedomenému úsiliu dať svoje vedecké výsledky pre potreby socialistickej spoločnosti. Tak sa sovietski geochemici stávajú hybnou pákou sovietskeho budovania, najmä pokiaľ ide o zaistovanie surovinových zdrojov pre svoju vlasť.

V e r n a d s k i j už napr. za prvej svetovej vojny organizuje pri Akadémii vied komisiu pre štúdium prírodných výrobných síl Ruska. Táto komisia mala veľký význam pre využitie nerastného bohatstva Ruska a založila početné výskumné inštitúty pri rozličných odboroch priemyslu.

F e r s m a n ihneď po skončení prvej svetovej vojny s plnou energiou organizuje výskumné cesty na polostrov Kola. V Chibinských tundrách, kde konal každoročne expedície, objavil pre SSSR prepotrebné suroviny apatitu, nefelinu, železných rúd a vzácnych zemín. Chibinské tundry týmito nálezmi priemyselne ožily, vyrástlo tam nové mesto Kirovsk, pomenované takto na počesť K i r o v a, ktorý bol iniciátorom priemyselného využitia tejto surovinovej základne. Roku 1926-1929 podnikol F e r s m a n vedecké výpravy do púšte Kara-kum a Kyzyl-kum, kde objavil bohaté ložiská síry.

F e r s m a n sa stáva stálym poradcom pri vyhľadávaní ložísk nerastných surovín. Cez vlasteneckú vojnu utvára komisiu pre posudzovanie

otázok, týkajúcich sa zaistenia strategických surovín. V e r n a d s k i j a F e r s m a n ako aj ostatní sovietski geochemici plnili svoje vedecko-výskumné úlohy plní nadšenia a tvorivého elánu, ktorý je charakteristický pre sovietskeho človeka. Geochemia, ktorá v iných štátoch mala ráz teoretickej vedy, stáva sa v rukách sovietskych vedcov vedou pre praktický výskum veľmi dôležitou.

VZNIK A VÝVOJ RUSKEJ A SOVIETSKEJ MINERALOGIE

(J á n Š a l á t)

Ruská mineralogia zaujíma významné miesto vo vede. Mená veľkých ruských bádateľov sú dobre známe každému špecialistovi-mineralogovi na celom svete.

Pozoruhodné výskumy ruských mineralogov umožnili stanoviť všeobecné zákonitosti vzniku minerálov a rudných ložísk. Ich zásluhou sa mineralogia stala základom náuky o rudných ložiskách a ostatných nerastných surovinách.

Preto je taká dôležitá jej úloha pri geologických výskumných prácach, pri rozvoji priemyslu, pri uskutočňovaní grandióznych plánov socialistickej výstavby veľkej sovietskej vlasti.

So skvelými úspechmi svetového významu, ktoré sú pýchou ruskej vedy, mali by sa oboznámiť nielen všetci pracovníci geologických vied, ale aj všetci milovníci anorganickej prírody.

Poznanie histórie mineralogie pomáha porozumieť jej prítomnosť a vytvárať jej budúcnosť.

Už dlho pred vznikom terajšej mineralogie ruskej nerastné bohatstvá vzbudzovaly pozornosť na celom svete. Na území bývalého Ruska jestvoval od najstarších čias banský priemysel, dolovali sa rudy ušľachtilých kovov a drahé kamene.

Neskoršie v XV. a XVII. stor. rozvíja sa veľmi intenzívne a celkom svojsky ruská mineralogia, a to nielen zásluhou vedcov, ale aj jednoduchých ľudí, rudoznalcov a baníkov.

Pozoruhodnými úspechmi XVII. stor. boli objavy strieborných rúd na Sibíri, drahokamov na Urale a Sibíri, nafty a grafitu na Sibíri.

Väčších úspechov v štúdiu ruských nerastov sa dosiahlo v XVIII. stor., keď sa systematicky vedecky skúmali málo známe kraje Ruska.

Tvorcom novej etapy ruskej mineralogie bol geniálny Michail Vasiljevič L o m o n o s o v (1711—1765).

Jeho život a práca patrí do doby veľmi vzdialenej, ale jeho myšlienky sa uplatňujú v sovietskej vede v mnohých prípadoch až teraz. L o m o n o s o v bol polyhistor a môžeme ho nazvať prvým ruským chemikom, geologom a mineralogom. Svoje poznatky vysvetľoval novým spôsobom, vytváral novú vedu a predbehol svoju dobu o 100 až 150 rokov. L o m o

n o s o v už v tom čase bol hlbokým teoretikom i veľkým experimentátorom. Vo svojom laboratóriu študoval kovy, soli a rudy. Na rozdiel od svojich rovesníkov, L o m o n o s o v správne pochopil, že históriu prírody nemožno preštudovať v kabinete. Je potrebné ísť do rozličných baní a študovať priamo v teréne. Jeho zásadou bolo, že základom vedy o mineráloch



M. V. L o m o n o s o v

má byť plánovité spojenie teórie a praxe, dôkladné štúdium faktického materiálu aj v teréne, aj v laboratóriu pomocou fyzikálno-chemických metód.

L o m o n o s o v bol v geológii aj v iných vedách vynikajúcim, originálnym mysliteľom. Napísal okolo 140 prác o najrozličnejších otázkach vedy, z ktorých časť ešte nebola publikovaná. Asi desatinu jeho rozsiahleho vedeckého dedičstva tvoria práce z geológie, baníctva a mineralogie.

Obzvlášť zaujímavé a poučné sú tieto jeho geologické práce: *Prvé základy metalurgie alebo hutníctva* (Pervyje osnovaniya metallurgii, ili rudnykh

del, napísaná r. 1742, vyšla r. 1763); *Pojednanie o vzniku kovov zemským otrasom* (Slovo o roždenii metallov ot triasenija zemli, 1757); *O zemských vrstvách* (O slojach zemnych). V týchto prácach je veľa populárneho, ale pritom sa prejavuje snaha autora ísť až ku koreňom genetických otázok. Je tu množstvo pozoruhodných názorov o vzniku minerálov v spojitosti s geologickými javmi. L o m o n o s o v o v i patrí priorita v štúdiu otázok vzniku a veku rudných žíl, nakoľko rozvinul náuku o rudných žilách o 28 rokov skôr ako nemecký geolog W e r n e r.

Osobitnú pozornosť venoval L o m o n o s o v aj kryštálom. Bol jeden z prvých v histórii kryštalografie, ktorý prevádzal meranie uhlov. Len 40 rokov po ňom francúzsky vedec R o m é d e l' I s l e začal systematické goniometrické meranie kryštálov, nevediac nič o prácach svojho slávneho ruského predchodcu. Príčinu pravidelnosti kryštalografických tvarov hľadá L o m o n o s o v v zákonitom uložení „korpuskúl“ v špeciálnej práci *Disertácia o vzniku a podstale salitry* (Dissertacija o roždenii i prirode selitry, 1749). Úvahou aj graficky ukázal, že rôznym kombinovaním korpuskúl možno dôjsť k rozličným kryštalografickým mriežkam. Zákonitým rozložením takýchto čiastočiek vznikajú geometricky pravidelné vonkajšie formy kryštálov. S tým súvisí aj okolnosť, že uhly medzi súhlasnými plochami na kryštáloch určitého minerálu sú stále. Zákon o stálosti uhlov a hrán, objavený v XVII. stor. S t e n s e n o m, bol neskoršie zabudnutý. L o m o n o s o v ho znova objavil v spojení s vnútornou stavbou kryštálov. Tu jeho náhľady viac-menej odpovedajú názorom súčasných kryštalografov, spájajúcich vonkajšiu formu kryštálov s ich štruktúrou. L o m o n o s o v prvý navrhol zhotoviť úplný soznam minerálov ruskej ríše a poukázal na veľký význam tejto práce. Sám sa podujal zostaviť *Ruskú mineralogiu* (Rossijskaja mineralogija), ale skorá smrť r. 1765 mu to prekazila. Tento plán ostal ako závet L o m o n o s o v a pre jeho nasledovateľov, budúcich ruských mineralogov.

Vynikajúci ruskí mineralogovia V. M. S e v e r g i n, N. I. K o k š a r o v, V. I. V e r n a d s k i j sa dôsledne snažili uskutočniť úmysel L o m o n o s o v a. Práve tak aj veľký kolektív sovietskych mineralogov sa podujal splniť veľkú úlohu postavenú pred 200 rokmi geniálnym L o m o n o s o v o m tým, že Akadémia vied SSSR r. 1940-1941 začala vydávať mnohosväzkové dielo *Minerály SSSR*.

V druhej polovici XVIII. stor. Akadémia vied zorganizovala grandiózne expedície pre výskum európskeho a ázijskeho Ruska, takže ani jedna krajina v tom čase nebola tak preskúmaná ako Rusko. Expedičná činnosť vložila jasnú pečať na stav mineralogie v XVIII. stor. a v jej histórii možno túto dobu nazvať „Expedičným obdobím“.

V tom čase boli významné akademické expedície na Kamčatku, Ural, Altaj, Zabajkalie, Kaukaz a do rozličných oblastí európskeho Ruska.

S. P. K r a š e n i n n i k o v (1713—1755), P. S. P a l l a s (1741—1811) a celý rad iných cestovateľov nasbierali mnoho mineralogického materiálu.

S ohromným záujmom sledoval vedecký svet cesty K. L a x m a n a

(1737—1796), ktorý na Sibíri objavil lazurit, bajkalit, grosulár, viluit a tmavú sludu pri rieke Sludanka (flogopit). V okolí Krasnojarska bol po prvýkrát nájdený železný meteorit.

Bohatý vedecký materiál minerálov, nashromaždený cestovateľmi, koncentroval sa v prvom prírodno-historickom múzeu, „Kunstkamere“, ktorú založil Peter Veľký r. 1718 pre ochranu rozličných rarit a naturálií. Táto



V. M. Severtin

„Kunstkamera“ bola jadrom, z ktorého vyrástlo veľkolepé múzeum Akadémie vied SSSR.

Koncom XVIII. stor. veda o mineráloch vstupuje do novej periódy svojho rozvoja. Súvisí to s väčšími úspechmi v baníctve a s podrobným spracovaním a klasifikáciou bohatého mineralogického materiálu, nashromaždeného prírodovedcami-cestovateľmi. V histórii mineralogie vzniká najprv kvalitatívne popisná mineralogia a potom presná popisná mineralogia. Najvynikajúcejším predstaviteľom tejto epochy bol významný ruský mineralog a chemik V. M. Severtin (1765—1826), ktorý uskutočnil ideu o vydaní *Všeobecného systému mineralogie Ruska* (Общая система Минералогии Россійской), ktorú načrtol už Lomonosov krátko pred svojou smrťou. Medzi jeho početnými prácami osobitnú pozornosť si zaslúžia *Prvé*

základy mineralogie alebo prírodnej histórie nerastných ložísk (Pervyje osnovanija mineralogii ili jestestvennoj istorii iskopajemych tel, 1798), ktorá bola prvou pôvodnou učebnicou mineralogie v ruskom jazyku. Pri opisovaní minerálov venuje pozornosť nielen vonkajším znakom, ale aj fyzikálnym vlastnostiam a chemickému složeniu. Okrem toho venuje pozornosť paragenéze minerálov, nazývajúc ju ruským termínom „smežnosť“.

V histórii ruskej mineralogie *Severginove Prvé základy* mali vynikajúcu úlohu. Na jednej strane podali úplnú encyklopédiu mineralogických vedomostí toho času a na druhej strane sú obširnou príručkou o ruských mineráloch a nerastných surovinách. Touto základnou prácou sa začína kvalitatívne popisná mineralogia.

Roku 1807 vydáva Severgin *Podrobný mineralogický slovník* (Podrobnyj slovar mineralogičeskij, 1807), ktorý je aj teraz dobrou pomôckou pre mineralogov a kryštalografov. O dva roky neskôršie vychádza *Opyt mineralogičeskogo zemleopisanija Rossijskogo Gosudarstva*, prvá podrobná príručka mineralogie Ruska.

Práce *Severgina* v mineralogii a chémii sú úzko spojené s rozvojom ruského priemyslu. Je prirodzené, že v prítomnej dobe spisy *Severgina* a majú najmä historickú cenu. Sú predchodcom klasických prác *Kokšarova* a sovietskych mineralogov. Roku 1821—1822 vydáva *Náčrt technologie minerálnej ríše* (Načertanije tehnologii mineralnogo carstva), kde opisuje továrne, závody a priemysel celého Ruska. Propaguje štúdium ruského nerastného bohatstva, poukazujúc na jeho význam v priemysle a technike. Veľmi sa používala jeho práca *Nový systém minerálov...* (Novaja sistema mineralov, osnovannaja na naružnyh otličitel'nyh priznakach, 1816).

Akademik *Severgin* zaujíma vynikajúce miesto v histórii mineralogie ako zakladateľ ruskej opisnej mineralogie. Bol pokračovateľom diela *Lomonosova* a predchodcom *Kokšarova* a *Jeremejeva*.

Kvalitatívna popisná mineralogia, odhliadnuc od všetkých jej nedostatkov, predstavovala vo svojej dobe ohromný krok vpred a mala významnú úlohu vo všeobecnom pokroku mineralogie.

Skutočným nedostatkom štúdia nerastov v tom čase bolo presvedčenie o absolútnej nepremenlivosti nerastu. Dynamické náhľady *Lomonosova* boli zabudnuté. Podľa *Engelsa* pre prírodospytcoov tejto periódy bol svet ako skostnatnený, nezmenený a pre väčšinu stvorený odrazu.

Ohromný význam v histórii ruskej mineralogie malo založenie vysokých škôl, a to Moskovskej univerzity r. 1755 a bansko-technickej školy Banského inštitútu r. 1773.

Na obidvoch týchto vysokých školách prednášali mineralogi predstavitelia kvalitatívnej opisnej mineralogie takmer celú prvú polovicu XIX. storočia.

Na Banskom inštitúte pôsobil *D. J. Sokolov* (1788—1852), ktorý prvý predniesol ruský kurz kryštalografie. Na Moskovskej univerzite pred-

nášal A. L. L o v e c k i j (1787—1840), typický predstaviteľ kvalitatívnej opisnej mineralogie, takže mineralogia v tom čase bola disciplínou veľmi nudnou a nezaujímavou.

Napriek suchosti a ťažkopádnosti oficiálnej vedy o mineráloch začína sa v ruskej spoločnosti zväčšovať záujem o ozdobné a drahé kamene. Milovníci mineralogie robia kolekcie minerálov a hornín.

Veľký záujem je o minerály rudné a najmä o stavebné ozdobné kamene. Súvisí to so stavbou mnohých monumentálnych budov v Petrohrade a po víťaznom skončení vojny r. 1812 aj v Moskve. Vyrába sa ruská mozaika z jaspisu, lazuritu a malachitu. Rozširuje sa sberateľská činnosť minerálov. Prirodzene, najväčší záujem o minerály bol v Petrohrade. Práve tu r. 1817 krúžok milovníkov minerálov zakladá „Mineralogickú spoločnosť“ (Mineralogičeskoe občestvo), ktorá si dala za úlohu všestranne študovať mineralogiu v celej šírke slova, t. j. študovať našu Zem, atmosféru a všetky neorganické prírodniny, zisťovať ich vlastnosti, vzájomné vzťahy, praktické použitie a objavovať nové nerasty.

Další rozvoj činnosti Mineralogickej spoločnosti jasne dokazuje jej význam. Bez najmenšieho zveličovania možno povedať, že práca Spoločnosti za 130 rokov bola veľkým príspevkom pre vedecký fond Ruska a svetovej geologicko-mineralogickej vedy.

Mineralogická spoločnosť bola v úzkom spojení s Banským inštitútom. Právom ju možno nazvať tribúnou mineralogickej školy Banského inštitútu, školy K o k š a r o v a, J e r e m e j e v a, F e d o r o v a, B o l d y r e v a a S m i r n o v a.

Veľký vplyv na rozvoj mineralogie mali aj významné cesty v prvej polovici XIX. storočia. Študovaly sa najmä Ilmenské hory, „Mekka mineralogov celého sveta“.

Paralelne s cestami konaly sa intenzívne práce v laboratóriách pri výskume chemizmu ruských minerálov. O úspechu tohto druhu najlepšie svedčia objavy nových minerálov. Roku 1839 J. R. L y s e n k o objavil nové uralské minerály — xantofylit a hydragilit, G. J. G e s s (1802—1850), autor známeho zákona termochémie objavil hydroboracit, vertit, folbortit a uvarovit. Moskovský chemik a mineralog R. G e r m a n (1805—1879) objavil celý rad minerálov a ich odrody.

Veľké zásluhy majú aj chemici, ktorí vykonali prvé analýzy ruských minerálov. Zaujímavé je spomenúť, že veľký chemik D. I. M e n d e l e j e v (1834—1907) vstúpil na vedecké pole analýzami ortitu a pyroxénu z Fínska.

Téma jeho disertácie *Izomorfizmus v spojení s inými vzťahmi kryštalickej formy k složeniu* (Izomorfizm v sviazi s drugimi otnošenijami kristaličeskoj formy k sostavu, 1856) dotýka sa hlbokých otázok kryštalografie a mineralogie.

Úspechy analytikov v oblasti poznania chemizmu ruských minerálov vymykajú sa už z rámca analytickej opisnej mineralogie.

Namiesto starej metódy kvalitatívneho opisovania minerálov nastupuje

metóda matematicky presného štúdia kryštálov, spolu s kvantitatívnou chemickou analýzou a fyzikálnym štúdiom minerálov.

Zakladateľom tohto vedeckého smeru bol banský inžinier akademik N. I. K o k š a r o v (1818—1892), ktorý bol asi 40 rokov hlavným predstaviteľom ruskej mineralogie a kryštalografie. Celý život sa zaoberal kryštalografiou ruských minerálov. Výsledky svojich štúdií shrnul v jedenásť



N. I. K o k š a r o v

dielnej práci *Materiál pre mineralogiu Ruska* (Materials dľa mineralogii Rossii), ktoré postupne vychádzali od r. 1853 do r. 1892. Toto dielo je podnes klasickou pomôckou pri štúdiu ruských minerálov. Cena K o k š a r o v e j práce je v tom, že podáva výsledky goniometrických meraní ruských minerálov. Jeho zásluhou je, že sláva o nádherných ruských mineráloch sa rozšírila po celej Európe.

Priamym pokračovateľom diela K o k š a r o v a bol akademik P. V. J e r e m e j e v (1830—1899), ktorý bol profesorom Banského inštitútu vyše 40 rokov. Opisoval nielen minerály s peknými kryštálmi ako K o k

š a r o v, ale i najobyčajnejšie minerály ruských ložísk. J e r e m e j e v bol mineralog, morfológ a presný pracovník v oblasti topografickej mineralogie. Vo svojich prácach podáva neobyčajne svedomité a presné kryštalografické a mikroskopické opisy. Presne študoval paragenézu minerálov. Jeho práce poskytli mnoho faktického materiálu pre genetickú mineralógiu. Smrťou J e r e m e j e v a končí sa epocha opisnej mineralogie Ruska.



P. V. J e r e m e j e v

Osobitným zjavom medzi mineralógmi a kryštalografmi tejto periódy bol profesor Delostreleckej akadémie A. V. G a d o l i n (1828—1892), ktorý elementárnym spôsobom odvodil 32 možných prípadov kryštálovej súmernosti (1867). Toto odvodenie je základom kryštalografickej systematiky minerálov.

Podľa slov akademika V. J. V e r n a d s k é h o, práce K o k š a r o v a položily vlastný základ pre všetky zovšeobecnenia geometrickej stavby prírodnín, práce G a d o l i n a dali zas úplné zovšeobecnenie týchto pozorovaných faktov.

V tom čase začínajú prvé mikroskopické výskumy minerálov v horninách. Pionierom mikroskopu v Rusku bol otec ruskej geológie akademik

A. P. Karpinskij (1847—1936) a profesor Petrohradskej univerzity A. I. Inostrancev (1843—1919).

Nové obdobie nielen v kryštalografii, ale aj v mineralogii a petrografii je spojené s menom odchovanca a profesora Banského inštitútu, geniálneho E. S. Fedorova (1853—1919), ktorý mal ohromný vplyv na ďalší rozvoj ruskej mineralogie. Jeho práce v oblasti teórie stavby a symetrie kryštálov týkajú sa predovšetkým atómovej štruktúry minerálov. Gonio-



A. V. Gadolin

metrické a kryštalografické metódy prepracované Fedorovom sú základom štúdia minerálov a hornín na celom svete. Začiatok jeho prác spadá do posledných desaťročí minulého storočia. V tom čase má kapitalizmus v Rusku nové úspechy. V deväťdesiatych rokoch je značný rozvoj priemyslu. So stavbou nových závodov a železníc súvisí väčšia potreba rozličných rúd, uhlia a nafty. V súvislosti s tým sa zvyšujú aj úlohy mineralogie. Nestačí už len minerály opisovať, ale treba objasniť aj príčiny ich vzniku. Nastávajúce nové obdobie v mineralogii možno nazvať analytickým obdobím presnej analýzy faktov mineralogie.

Všimnime si v krátkosti život a činnosť Fedorova. Vyznačoval sa neobyčajným matematickým nadaním. Už ako päťročný dobre ovládal

aritmetické pravidlá. Študoval na Vojensko-inžinierskej škole v Petrohrade, neskôršie na Technologickom inštitúte, kde sa venoval najmä fyzike a chémii. Roku 1883 zakončil štúdiá na Banskom inštitúte a stal sa banským inžinierom. Jeho túžbou bolo pracovať na Banskom inštitúte, ale vtedajší mineralógovia nevedeli oceniť jeho práce. Z materiálnych dôvodov odišiel na Ural, kde pracoval šesť rokov ako člen Geologického komitétu na



E. S. Fedorov

výskume severného Uralu. Vykonal tu veľkú prácu tým, že podrobne zmapoval za veľmi ťažkých podmienok 15 tisíc km², prehľadne 40.000 km². Potom sa stal banským inžinierom v Turinskom Rudníku, r. 1895 bol menovaný profesorom na Poľnohospodárskom inštitúte v Petrovsko-Razumovskom, pri Moskve. Odtiaľ dochádzal dvakrát týždenne prednášať na Banský inštitút do Petrohradu, kde bol r. 1905 menovaný profesorom. Zásluhou Fedorova sa Banský inštitút stal vedeckým centrom svetového významu. Po revolúcii r. 1919 bol Fedorov zvolený za člena

obnovenej sovietskej Akadémie, avšak ešte toho istého roku zomrel na zápal pľúc.

Vedecko-literárne dedičstvo Fedorova nás udivuje svojím bohatstvom a neobyčajnou mnohostrannosťou. Zanechal okolo 400 vedeckých prác a pojednaní. V sozname prác čo do počtu sú na prvom mieste práce z kryštalografie, ďalej z geometrie a pomerne menej prác z odboru mineralogie, geologie a petrografie.

Hoci Fedorov nenapísal mnoho prác z vlastného odboru mineralogie, predsa použitím nových metodických smerov matematických a fyzikálno-chemických pri výskume minerálov mal na rozvoj mineralogie taký vplyv, že ním začína nové obdobie v mineralógii. V prácach Fedorova možno rozoznať tri hlavné smery:

1. kryštalografický,
2. metódy teodolitov vo výskume minerálov a
3. kryštalochemický.

Fedorov už vo svojej prvej práci *Začiatky štúdia o tvaroch* (Načala učenia o figurach) položil základ súčasnej teoretickej kryštalografii. Vtedajší mineralógovia nepochopili však význam jeho práce. Jedine Gadolin vedel oceniť snahy mladého Fedorova a jeho zásluhou bola práca vytlačená.

Geometrické výskumy Fedorova, uverejnené v početných prácach, boli dovŕšené klasickou prácou *Symetria pravidelných sústav tvarov* (*Symmetrija pravil'nych sistem figur*, 1890), obsahujúcou prvé odvodenie 230 priestorových grúp symetrií a 230 spôsobov rozloženia atómov v kryštáloch, ktoré boli neskoršie experimentálne potvrdené röntgenometrickými výskumami štruktúry kryštálov. V tom má Fedorov prioritu pred nemeckým matematikom Schönfliesom, ktorý také odvodenie podal o rok neskoršie. Fedorov uverejnil celý rad pojednaní v medzinárodnom *Kryštalografickom žurnále*, kde rozvinul svoju teóriu o stavbe kryštálov. Zaviedol spolu s nemeckým bádateľom Grothom novú nomenklatúru kryštalografických názvov — metóda Fedorov—Grothova. Všetkým jeho prácam sa dostalo svetového uznania. Fedorov bol zvolený za člena Bavorskej akadémie vied a všetky väčšie authority uznávaly prvenstvo tohto ruského vedca v oblasti teoretickej kryštalografie.

Fedorov svoje teoretické závery z geometrie uplatnil v kryštalografii, mineralógii, petrografii, chémii a aj v baníctve.

Súčasne s riešením problémov teoretickej kryštalografie a mineralogie sústavne pracoval na vyhotovení univerzálnej teodolitovej metódy pre mineralógiu a petrografiú. R. 1889 skonštruoval dvojkruhový goniometer pre meranie uhlov na kryštáloch, ktorý sa od toho času používal miesto jednokruhového goniometra. Po Fedorovi, používajúc jeho ideu, skonštruoval dvojkruhový goniometer Goldschmidt.

Roku 1891 Fedorov sestrojil univerzálny optický stolík, teraz zvaný Fedorovovým stolíkom. V prácach geologického komitétu uverejnil prácu *Teodolitová metóda v mineralógii a petrografii* (*Teodolitnyj metod v mine-*

ralogii i petrografii, 1893). Podľa obsahu je Fedorovova optická metóda výlučne kryštalografická, jej význam je však veľký aj pre mineralogov a petrografov. Veľké použitie má najmä pri určovaní živcov. Aj sám Fedorov poukázal na to v cykle prác *Univerzálna metóda a štúdium živcov* (Univerzal'nyj metod i izučeniye polevykh špatov, 1896—1898).

Zo všetkých úspechov Fedorova dosiahla jeho univerzálna metóda najväčšiu popularitu. Na celom svete mineralogovia a petrografovia používajú Fedorovu stolík. Teodolitovú metódu ďalej rozvinul žiak a spolupracovník Fedorova V. V. Nikitin (1867—1943), ktorý



V. V. Dokuchaev

sostavil obširnu monografiu *Univerzálna Fedorovova metóda* (Univerzal'nyj metod Fedorova, 1915). Okrem ruských vedcov celý rad cudzích pracovníkov sostavil a vydal špeciálne príručky o Fedorovovej metóde. Sú to napr. Duparc, Reinhard, Berek a i.

Tretí smer prác Fedorova je určovanie chemického složenía mineralov podľa tvaru ich kryštálov, tzv. kryštalochemická analýza, ktorá sa pestovala najprv v Banskom inštitúte a potom sa rozšírila po celom svete. Fedorovove úspechy v tomto smere sú vložené v práci *Riša kryštálov* (Carstvo kristallov), ktorá bola vydaná už po jeho smrti r. 1920.

V mineralogii najväčší význam majú Fedorovove diagramy závislosti medzi chemickým složením a optickými vlastnosťami plagioklasov,

ktoré sú špeciálne zostrojené pre ich určenie pomocou Fedorovovho stolíka.

Okrem uvedeného preštudoval Fedorov aj veľké množstvo minerálov a hornín. Pracoval aj v genetickej petrografii a v náuke o rudných ložiskách, a to na Urale (Bogoslovsk) a v Zakaukazsku (Kedabek).

Fedorov zanechal v Banskom inštitúte silnú vedeckú školu, ktorú ďalej rozvíjali nielen mineralógovia A. K. Boldyrev, S. S. Smirnov, ale aj vedúci petrografi, ako A. N. Zavarickij a V. N. Lodočnikov a mnohí odborníci rudných a nerastných ložísk.

V celkom inom smere sa v tom čase rozvíjala mineralogia na Petrohradskej univerzite, kde po odchode M. F. Jerofejeva katedru mineralogie obsadil (r. 1879) V. V. Dokučajev (1846—1903), tvorca novej náuky o pôde.

Hoci bol Dokučajev predovšetkým geologom a zakladateľom nového smeru v náuke o pôde, jednako vo svojich prednáškach mineralogie bol v mnohom originálny, venujúc osobitnú pozornosť otázkam chémie, dynamike, vzniku a rozkladu minerálov.

Okrem povinných prednášok z mineralogie a kryštalografie prednášal o vetraní. Tieto jeho prednášky boli vlastne prvým kurzom pedologie. Roku 1887—1888 ich upravil jeho žiak U. D. Glinsk a pod názvom *O zvetrávaní nerastov*. Pre poslucháčov vydal krátky kurz mineralogie (1885).

Svoju vedeckú dráhu začal Dokučajev ako geolog a je považovaný za jedného zo zakladateľov originálnej ruskej školy, dynamickej geologie a geomorfologie.

Dnes je známy ako tvorca novej náuky o pôde a ako vynikajúci ruský agronom. Jeho myšlienky ovplyvňovali rozvoj nových náuk — v geochémii a biochémii.

Dokučajev mal veľký vplyv na svojich poslucháčov a založil novú univerzitnú školu mineralogie a pedologie. Z jeho žiakov-mineralogov vynikol najmä P. A. Zemjatsenskij a V. I. Vernadskij.

P. A. Zemjatsenskij (1857—1942) bol profesorom mineralogie na Petrohradskej-Leningradskej univerzite. Rozvíjajúc líniu Dokučajeva pracoval najmä v sedimentárnej mineralógii a je zakladateľom súčasnej mineralogie pelitických a sedimentárnych hornín. Je zakladateľom náuky o iloch a základových pôdach.

Vedecké tradície mineralogického bádania založeného Dokučajevom, prehĺbené Zemjatsenským a Vernadským, boli zachované na katedre mineralogie Leningradskej univerzity až podnes.

Ideu Dokučajeva s veľkým úspechom rozvinul a vysoko vyzdvihol chemicko-genetický smer v ruskej mineralógii Vladimír Ivanovič Vernadskij (1863—1945), priekopník nových vedeckých smerov v mineralógii a vynikajúci učiteľ mnohých mineralogov. Narodil sa r. 1863 v Petrohrade. Študoval na Petrohradskej univerzite, ktorá bola v tom čase v období svojho rozvoja a pôsobili tu vynikajúci vedci, ako D. I. Mendelejev, V. V. Dokučajev, I. M. Sečenov, A. M. But-

lerov, A. N. Beketov, A. A. Inostrancev, A. J. Vojejkov a iní.

Osobitný vplyv na mladého študenta mali dvaja profesori, D. J. Mendelejev a V. V. Dokučajev. Po skončení magisterských skúšok odchádza na študijnú cestu do cudziny, aby poznal hlavné vedecké centrá. Navštívil najprv Neapol, potom Londýn, kde sa zúčastnil na medzinárodnom geologickom kongrese. Tu sa soznámil s vynikajúcim ruským geológom, profesorom Moskovskej univerzity A. P. Pavlovom. Toto stretnutie malo pre Vernadského veľký význam v jeho ďalšej vedeckej kariére. Pavlov ocenil vynikajúce schopnosti mladého mineraloga a navrhol mu docentúru v Moskve.

Vernadskij si potom v Mníchove osvojil metodiku mineralogického a kryštalografického bádania u P. Grotha a pod vedením L. Sonckého študoval geometrickú teóriu stavby kryštálov. V Paríži u H. L. Le Chatelliera a F. A. Fouquého začal svoju experimentálnu prácu *O skupine silimanitu a úlohe alumínia v silikátoch* (O gruppe sillimanita i roli glinozema v silikatach, 1891). Táto jeho práca má veľký význam. Autor v nej rieši problémy chémie kremičitanov a v závere podáva znamenitú hypotézu konštitúcie alumosilikátov. Roku 1890 sa Vernadskij vracia do Ruska a stáva sa najprv docentom a potom profesorom katedry mineralogie na Moskovskej univerzite, kde od toho času začína veľký rozkvet mineralogie. Mladý profesor prebudoval od základov novú mineralogiu, ktorú poníma ako históriu minerálov na chemicko-genetickom základe. Súčasne rozvíja aj kryštalografiu na fyzikálno-chemických základoch. Jeho zásluhou sa Moskovská univerzita zakrátko stala príťažlivým vedeckým centrom pre záujemcov mineralogie. Vernadskij vytvoril okolo seba novú vedeckú školu, ktorá sa stala prameňom nových ideí. Touto školou prešli mnohí vynikajúci mineralógovia, ako akademik A. E. Fersman, prof. J. V. Samojlov, prof. L. L. Ivanov, prof. P. P. Pilipenko, V. V. Karandějev a značný počet teraz žijúcich mineralógov, ktorí i dnes ako vedúci katedier a laboratórií vo vedeckých ústavoch pokračujú v šľapajách svojho učiteľa.

Vernadskij bol takmer 25 rokov na čele katedry mineralogie Moskovskej univerzity. Toto obdobie súvisí s rozkvetom jeho vedecko-mineralogickej tvorby. V tom čase píše *Kurz mineralogie*, v ktorom rozpracúva svoju teóriu stavby silikátov a venuje veľkú pozornosť procesom vzniku a paragenéze minerálov. V súčasnej práci *Opyt opisatel'noj mineralogii* podáva prepracovanie mineralogie na chemicko-genetickom základe. Vernadskij pracuje i na problémoch kryštalografických. Vo svojej disertácii *Javy klznosti kryštalickej látky* (Javlenija skol'ženija kristalličeskogo veščestva, 1897) zaoberá sa polymorfizmom.

Potom niekoľko rokov záujmy Vernadského kolíšu medzi mineralogiou a kryštalografiou na jednej strane a históriou vedy na druhej strane. Počínajúc rokom 1908 venuje sa štúdiu určitých chemických prvkov a ich rozšíreniu v zemskej kôre a problémom rádioaktivity. Roku 1910

predniesol na sjazde prírodovedcov a lekárov štúdiu *Paragenéza chemických elementov v zemskej kôre*, ktorá mala ohromný vplyv na celkové názory mineralogov a geochemikov.

Na nešťastie tieto práce musely byť prerušené odchodom V e r n a d s k é h o z Moskovskej univerzity r. 1911, keď spolu so známym botanikom T i m i r j a z e v o m a ostatnými pokrokovými profesormi rezignoval na znamenie protestu proti zásahom reakčného cárskeho ministra školstva K a s s a.

Ťažko otrasený týmito udalosťami odchádza do Petrohradu, kde sa začína nové obdobie v jeho živote. Zanecháva pedagogickú činnosť a venuje sa celkom vedeckej a organizačnej práci v Akadémii vied. Roku 1912 sa stáva riadnym akademikom, r. 1914 po smrti akademika F. N. Č e r n y š e v a sa stáva riaditeľom geologického a mineralogického múzea Akadémie, ktoré za krátky čas pretvoril na vedecké mineralogické centrum Akadémie.

V e r n a d s k i j zakladá špeciálne mineralogické laboratórium pri Akadémii vied, z ktorého sa neskoršie vyvinulo geochemické a biogeochemické laboratórium. Nehľadiac na množstvo administratívnych a organizačných prác, vedecká činnosť V e r n a d s k é h o bola neobyčajne intenzívna. Ako výsledok dôkladného prepracovania ohromného mineralogického materiálu vychádza výťahok za výťahkom jeho práce *Opyt opisatel'noj mineralogii*. Publikuje prepracované a doplnené vydanie znamenitej učebnice *Mineralogia*. Vychádza aj seria *Poznámky o rozšírení chemických elementov v zemskej kôre*, ktorá naznačuje už cesty rodiacej sa geochémii.

Začiatkom prvej svetovej vojny V e r n a d s k i j zorganizoval pri Akadémii vied špeciálnu komisiu pre štúdium prírodných výrobných síl Ruska (KEPS — komissia po izučeniju jestestvennyh proizvoditel'nyh sil Rossii), ktorá vykonala ohromnú prácu pri vyhľadávaní nerastných surovín. Táto komisia vytvorila aj mnohé vedecké inštitúcie, ktoré sa plne rozvinuly až za sovietskej vlády. Sú to dnes každému známe inštitúty: keramický, optický, pedologický a geografický. Maly ohromnú úlohu pri štúdiu a využití prírodného bohatstva Ruska. V tejto práci majú zásluhy V e r n a d s k é h o skutočne historický význam. Slávny vedec sa však neobmedzuje len na túto prácu, začína rozvíjať svoju geochémiu, sleduje vzácne plyny a meteority. Roku 1916 sa začína zaoberať štúdiom biosféry a vytvára takto novú vedu, biogeochemiu. Roku 1917 ochorie na obojstrannú tuberkulózu pľúc a odchádza na Ukrajinu. V Kijeve organizuje Ukrajinskú akadémiu vied, neskoršie prechádza do Simferopol'a, kde je zvolený za rektora Taurickej univerzity. Roku 1921 sa vracia do Leningradu a s predošlou energiou pracuje v KEPS. Hneď potom odchádza na študijnú cestu do zahraničia. Vypravia sa najprv do Prahy, kde s ohromným úspechom prednáša o geochémii a biogeochemii na Karlovej univerzite. Potom je pozvaný do Paríža, aby prednášal kurz geochémie na Sorbone. Súčasne v Paríži (1923—1924) pracuje v ústave M. C u r i e na výskume rádioaktívnych minerálov. Vedecké úspechy ruského vedca boli vysoko ocenené vo Francúzsku i v slovanských krajinách. Je zvolený za člena Francúzskej,

Československej a Srbskej akadémie vied. V tomto čase vychádza tlačou jeho prvá kniha o histórii atómov zeme pod názvom *State geochémie* (Očerki geochimiji), spracovaná na základe novej atomistiky, novej chémie a fyziky v úzkom súvisi s tými predstavami o mineralógii, ktoré mal V e r n a d s k i j na Moskovskej univerzite (1890—1911). Táto kniha vyvolala veľký ohlas vo vedeckom svete a bola preložená do mnohých rečí. Zanedlho vydáva aj druhú veľkú monografiu *Biosféra*, ktorá dala základ novej náuke, biochémii. Začína publikovať aj svoju klasickú mnohosväzkovú prácu *História minerálov v zemskej kôre* (Istorija mineralov zemnoj kory, 1923—1936). Vkladá do nej myšlienky o základnom stanovisku mineralogie.

Po návrate do Leningradu (1926) je znovu na čele KEPS. Pri Akadémii vied zakladá biogeochemické laboratórium. Osobitnú pozornosť venuje problémom rádioaktivity, predvídajúc jej veľký význam v blízkej budúcnosti. Vo svojej známej knihe *Očerki i reči* píše: „Dochádzame k veľkému prevratu v živote ľudstva, s ktorým sa nedá porovnať nič prežité. Nie je ďaleko čas, keď človek dostane do svojich rúk atómovú energiu, taký zdroj sily, ktorý mu dá možnosť budovať svoj život, ako len bude chcieť. Či bude vedieť človek užívať túto silu, usmerniť ju k dobru, a nie na zničenie seba samého? Vedci nesmú zatvárať oči pred možnými dôsledkami svojej vedeckej práce, vedeckého postupu. Musia cítiť zodpovednosť za následky svojich objavov, musia spojiť svoju prácu s lepšou organizáciou ľudstva.“ Len teraz vidíme hĺbku a predvídavosť V e r n a d s k é h o.

V e r n a d s k i j po prvý raz v Sovietskom sväze dotýka sa otázok rádioaktívneho určenia absolútneho veku hornín. Roku 1937 na medzinárodnom geologickom sjazde v Moskve stáva sa viceprezidentom Medzinárodnej komisie pre stanovenie veku hornín rádioaktívnou metódou. Po prenesení Akadémie vied do Moskvy (r. 1935) prechádza tam aj on a zakladá nový vedecký orgán „Meteoritiku“. Potom odchádza znovu do cudziny, kde sa oboznamuje s prácami röntgenovej analýzy a znovu sa vracia k otázkam, ktorými sa zaoberal v mladých rokoch — k stavbe silikátov a alumosilikátov. Týmto problémami zaoberá sa v knihe *Zemnyje silikaty, alumosilikaty i ich analogi*.

Z príležitosti 50-ročnej vedeckej a pedagogickej práce (r. 1936) žiaci a nasledovatelia V e r n a d s k é h o na jeho počesť vydávajú veľký dvojsväzkový zborník, obsahujúci množstvo statí z tých disciplín, v ktorých pracoval. Je zaujímavé porovnať tento zborník s analogickým zborníkom z r. 1911, z príležitosti 25. jubilea jeho vedeckej činnosti. Vidno tu ohromný pokrok a vzrast ruskej mineralogie a geochémie. Za Veľkej vlasteneckej vojny (r. 1941—1943) žije v evakuácii v Borovom (Kazachstan). Napriek pokročilému veku je plný energie a tvorivých myšlienok a zaoberá sa biogeochémiou. Píše knihu o chemickom obklopení biosféry, zbiera materiál pre zostavenie geochemickej mapy biosféry. V Borovom začína písať spomienky o svojom bohatom živote pod názvom *Premyslené a prežité* (Peredumannoje i prežitoje).

Roku 1943 bol poctený Stalinovou cenou za vynikajúce mnohoročné práce v mineralógii i v geológii. Tohože roku sa vracia z evakuácie do Moskvy. Do poslednej chvíle života mal na mysli rozvoj ruskej mineralogie. Zomrel 6. januára 1945.

Na začiatku V e r n a d s k é h o vedeckej činnosti prežívala ruská mineralógia zvláštny moment svojej histórie. Málo početné mineralogické strediská boli len na vysokých školách, avšak i tam bola väčšina katedier mineralogie obsadená geológmi, ktorí takmer nepracovali samostatne v mineralógii. Pravá mineralógia zachováva sa iba v Banskom inštitúte a s ním úzko spätéj Mineralogickej spoločnosti v Petrohrade. Tu v mineralogickej práci pestoval sa smer založený klasickými prácami K o k š a r o v a a pokračujúci prácami J e r e m e j e v a, ktorého výsledky mali svetový význam a ešte aj dnes sú základom presných znalostí fyziografie nerastov.

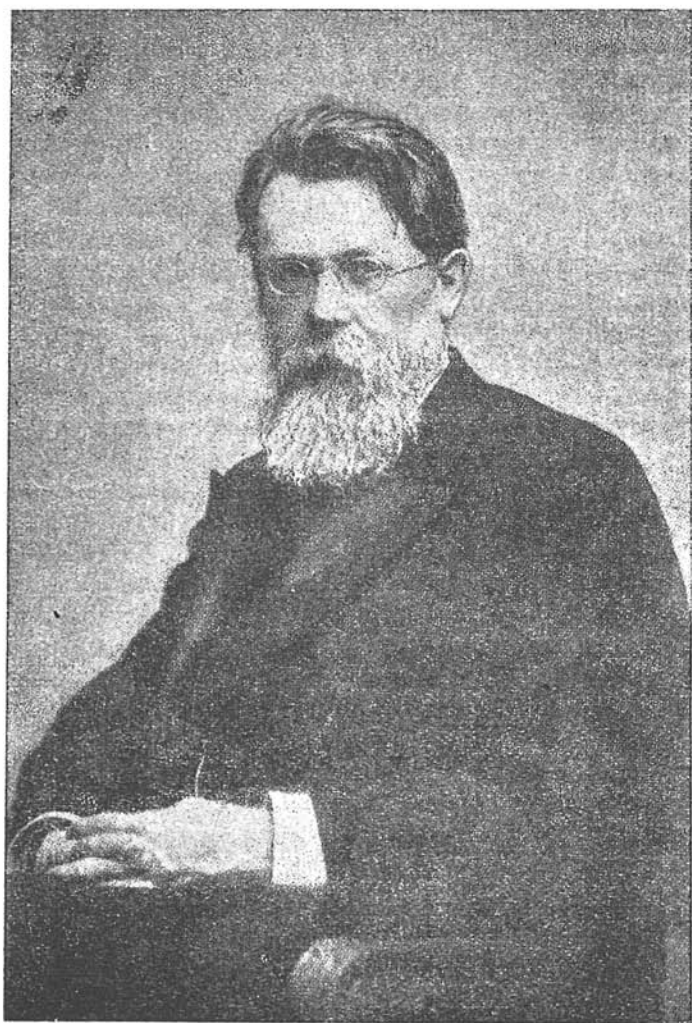
Jednako v prácach bádateľov tejto školy ostávaly v úzadí iné nie menej dôležité problémy štúdia minerálov, najmä pokiaľ ide o objasnenie chemickej konštitúcie minerálov, ich vzniku a premeny v prírode.

Reformovanie ruskej mineralogie v tomto smere je najhlavnejším výsledkom vedeckej činnosti V e r n a d s k é h o. Jeho záujem o chémiu a genézu minerálov sa zrodil ešte za študentských rokov, keď bol žiakom D o k u č a j e v a na Petrohradskej univerzite. Vrcholom tvorby V. I. V e r n a d s k é h o v oblasti chémie minerálov je jeho teória stavby silikátov a práce o probléme izomorfizmu prvkov v mineráloch. Práce v oblasti chemickej mineralogie sú najvýznamnejším výsledkom jeho viac ako polstoročnej vedeckej práce.

Medzi týmito prácami jeho teória o chemickej konštitúcii silikátov zaujíma významné miesto. V e r n a d s k i j vo svojej disertácii *O skupine silimanitu a o úlohe hliníka v silikátoch* (1891) podal znamenitú hypotézu konštitúcie alumosilikátov, ktoré pokladá za soli rozličných alumokremičitých kyselín. Experimentálne študoval distén, andaluzit a silimanit, ktoré sa vtedy pokladali za alumokremičitany. V e r n a d s k i j však zistil, že sú anhydritmi kyselín blízkych kremeňu. Po mnohých porovnávaciach pokusoch s kremeňom, disténom a hydrosilikátmi došiel k záveru, že Al_2O_3 -glinozem a SiO_2 -kremnezem majú v alumosilikátoch rovnakú úlohu a že oba sú anhydritmi kyselín. V takom prípade kaolín a jeho analógy sú alumokremičitými kyselinami, avšak minerály, ako živce, leucity, zeolity a iné sú alumokremičitými soľami. Túto teóriu stavby alumosilikátov, ktorú význačný francúzsky chemik L e C h a t e l i e r nazval „geniálnou hypotézou“, V e r n a d s k i j nepretržite zdokonaľoval až do konca svojho života.

V e r n a d s k é h o názory o rovnakej úlohe Al a Si niektorých silikátov boli neskoršie potvrdené novšími metódami röntgenografickými. Vo svojej reči *Úlohy mineralogie v našej vlasti* (Začati mineralógii v našej strane, 1927) a v knihe *Zemnyje silikaty, alumosilikaty a ich analógy* (1937) kriticky zhodnotil základný význam röntgenografických metód pre mineralógiu. V e r n a d s k i j sa dotýkal aj iných základných otázok chémie minerálov.

Už vo svojej disertácii *Chemické složené izomorfných smesi* (1885, ostala nevytlačená) zaoberá sa otázkami izomorfizmu a aj neskoršie dôkladne sledoval izomorfné zastupovanie rozličných prvkov. Všeobecné vysvetle-



V. I. Vernadskij

nie týchto otázok podal v znamenitej reči *Paragenéza chemických elementov v zemskej kôre*, prednesenej na otvorení sekcie geologie a mineralogie XII. sjazdu ruských prírodovedcov a lekárov r. 1909. Vernadskij empiricky stanovil izomorfné rady prvkov, ktoré sa od seba odlišujú podľa toho, či vznikly v pásme vetrania, metamorfizmu alebo v pásme magmatickom. Podľa jeho slov sa izomorfné rady premiestňujú a menia pod vplyvom

zmeny teploty a tlaku. Tento dôkaz nestálosti izomorfných vzťahov prvkov v mineráloch vplyvom podmienok prostredia znamená veľký krok dopredu aj v metodike mineralogických výskumov. V tomto odbore výsledky V e r n a d s k é h o výskumov sú najvýznamnejšími úspechmi ruskej a sovietskej mineralogie.

Ešte väčších úspechov dosiahol V e r n a d s k i j v genetickej mineralogii, kde rozvinul dynamické názory na vznik a „život“ minerálov a objasnenie úlohy živých organizmov v mineralogénze. Na začiatku svojej činnosti musel vykoreniť nadvládu všeobecných statických predstáv, pochádzajúcich od L i n n é h o (*Systémy prírody*). V mineralogii základom náuky bola vtedy fyziografia a klasifikácia minerálov. V e r n a d s k i j dlhé roky (1890—1911) nesúhlasil s prednášaním mineralogie na západe i v Rusku. Nestál na stanovisku statických predstáv diela *Systémy prírody*, ale na stanovisku histórie minerálov. Predpokladal, že najmä „dynamické“ názory obsiahnu stále rozrastajúcu sa oblasť faktov mineralogie. Najvýstižnejší výklad dynamických názorov podal V e r n a d s k i j vo svojej skvelej práci *História minerálov zemskej kôry* (1923—1934). V e r n a d s k i j je aj zakladateľom biogeochemie, jeho dynamické názory a predstavy o úlohe organizmov pri vzniku minerálov stali sa vedúcimi v sovietskej mineralogii. Prepracovaniu mineralogie na chemicko-genetickom základe venoval prácu *Opisná mineralogia* (Opyt opisateľnej mineralogii). Zavádza tu nové poňatie o mineráloch. Niekoľko rokov (1908—1922) dôkladne spracúval mineralogický materiál z celého sveta a preštudoval svetovú geologicko-mineralogickú literatúru. Táto práca bola pre iné naliehavejšie otázky prerušená pri sírnych slúčeninách. Historická zásluha V e r n a d s k é h o je v tom, že do mineralogie zaviedol genetický smer výskumu. Idey V e r n a d s k é h o prejavujú sa takmer v každej mineralogickej práci v SSSR.

Na znak vďačnosti boli jeho menom nazvané nové minerály — vernadskit na Vezuve a vernadit na Urale, taktiež geochemické laboratórium pri Akadémii vied v SSSR a bola založená aj V e r n a d s k é h o prémia pri geologicko-geografickom oddelení Akadémie vied v SSSR za najlepšie práce z týchto odborov.

Svojimi prácami a osobitným vplyvom dal V e r n a d s k i j svetovej vede mimoriadne bohatý príspevok. Jeho meno ostane nesmrteľné nielen v histórii sovietskej vedy a kultúry, ale na celom svete.

S prácami V. I. V e r n a d s k é h o úzko súvisely i výskumy vnútornej stavby minerálov röntgenovými lúčami, konané vynikajúcim ruským kryštalografom G. V. V u l f o m (1863—1925). Doplnil F e d o r o v o v e teórie, v metodike výskumu prispel zavedením V u l f o v e j projekčnej sieťky a vo fyzikálnej kryštalografii skúmal pyroelektrické zjavy najmä na kremeni.

V predrevolučnom Rusku na iných, málo početných mineralogických strediskách sa mineralogické výskumy robily len vo veľmi obmedzenej miere. Tak v Petrohrade zaujímavé centrum mineralogickej práce založil

vynikajúci petrograf F. J. Levinson-Lessing (1861—1939). Absolvoval Petrohradskú univerzitu r. 1883, kde počúval mineralogiu u prof. V. V. Dokučajeva a potom pracoval spolu s Vernadským. Roku 1892 zaujíma katedru mineralogie a petrografie na Jurievskej (Derptskej, teraz Tartuskej) univerzite. Roku 1902 prechádza na Petrohradský polytechnický inštitút a tu rozvíja fyzikálno-chemický výskum minerálov a hornín. Hlavnými smermi jeho činnosti boli tieto problémy teoretickej petrografie:

1. petrografické formácie a provincie,
2. vzťahy provincií k tektonike,
3. problémy systematiky vyvrených hornín,
4. problémy magmy a jej diferenciácie.

V práci *Úspechy petrografie v Rusku* mnohými skutočnými príkladmi poukázal na to, že mnohé idey razené ruskými vedcami v petrografii si osvojila západná veda často bez uvedenia mien ich pôvodcov.

Veľmi početné pokusy v syntéze minerálov konal profesor Vojenskej lekárskej akadémie K. D. Chruščev (1852—1915). Mineralogické práce sa konaly na Kijevskej univerzite. Tu pod vedením prof. K. M. Fefilaktova (1818—1901), P. J. Armaševského (1851—1919) a V. E. Tarasenkova (1859—1926) študovalo mnoho budúcich mineralogov. Vo vtedajšom jekaterinoslavskom (dnes dnepropetrovskom) Banskom inštitúte viedol mineralogické práce žiak Vernadského prof. L. L. Ivanov (1877—1946), v Kazani P. I. Krotov (1852—1914). Na Sibíri minerály študovali M. A. Usov (1889—1939), P. L. Dravert (1879—1945) a P. P. Pilipenko (1877—1940), ktorý venoval osobitnú pozornosť mineralogii Altaja.

Vo Vernadského diele pokračoval jeho vynikajúci žiak Alexander Jevgenjevič Fersman, ktorý dal mineralogickej škole nové črty. Bol vynikajúcim mineralogom a celý svoj život horel láskou k nerastom, takže všetko osobné ustupovalo u neho do pozadia. V sovietskej dobe bol jeho život natoľko spätý s objavmi grandióznych minerálnych ložísk, s ich spracovaním, s plánmi Stalinských päťročníc i socialistických stavieb, že je ťažko oddeliť osobný život tohto vedca od života celej sovietskej vlasti.

A. E. Fersman (1883—1945) sa narodil v Petrohrade. Jeho otec sa chcel v mladosti stať architektom a od neho získal mladý Alexander záujem o umelecké stavby z kameňa a o drahé kamene. Otec mu vštepil hlboký záujem o kamene a ich úlohu v rozvoji umenia a vedy. Tieto otázky zaujímali Fersmana celý život. Už ako chlapec robil si kolekcie minerálov. Po skončení gymnázia študuje na univerzite v Novorosijsku, kde bol veľmi sklamaný prednáškami predstaviteľa starej popisnej mineralogickej školy. O krátky čas prechádza na Moskovskú univerzitu, kde sa stáva žiakom Vernadského. Škola Vernadského naučila ho pozerieť na minerály nie ako na mŕtve a nezmeniteľné telesá, ale obracať pozornosť na ich históriu v prírode. Bol tu unášaný problémami rodiacej sa geochemie a ostal im verný celý svoj život. Stal sa najväčším nasle-

dovateľom a pokračovateľom V e r n a d s k é h o. Roku 1907 končí univerzitu a hneď odchádza do cudziny na študijnú cestu. Pracuje najprv v laboratóriu G o l d s c h m i t a v Heidelbergu, kde spracúva kryštalografické formy prirodzeného diamantu pomocou dvojkruhového goniometra. K diamantom sa veľmi často vracia aj neskoršie, najmä vo svojich populárnych prácach. Neskoršie pracuje u L a c r o i x a v Paríži, odkiaľ podniká exkurziu na pegmatitové ložiská na ostrov Elbu. Spoznajúc mnohé zahraničné ložiská v Nemecku, Švajčiarsku, Francúzsku a Taliansku vracia sa r. 1909 do vlasti. Stáva sa najprv asistentom V e r n a d s k é h o a hneď potom profesorom mineralogie na ľudovej univerzite Š a n j a v s k é h o. Na tejto univerzite mal po prvý raz prednášky o rodiacej sa novej vede — geochemii. Roku 1911 po pogrome na Moskovskej univerzite prepustili 126 pokrokových profesorov a F e r s m a n spolu s V e r n a d s k ý m odchádza do Petrohradu. Stáva sa profesorom na vyšších ženských kurzoch a súčasne aj kustosom geologického a mineralogického múzea Akadémie vied. O rok neskoršie podniká prvú cestu na Ural do okolia Murzinky a Ilmenských hôr, kde s veľkým nadšením študuje genézu pegmatitov. Od tohto času sa F e r s m a n intenzívne zaoberal pegmatitmi a o 25 rokov uverejnil svoje názory vo významnej monografii. Problémy pegmatitov ho privádzajú k štúdiu drahých kameňov, ktorým venuje celý rad prác. Pri otázke vzniku pegmatitov bolo treba predovšetkým študovať aj vznik minerálov a týmto štúdiom dostáva sa k problémom geochemie, ktorým venuje tak mnoho prác a pozornosti v poslednom období svojho života. Roku 1914 prednáša v Mineralogickej spoločnosti na tému *Písmenková štruktúra pegmatitov a príčiny jej vzniku*. Ustanovuje v nej zákony srastania kremeňa a živca v pegmatitových žilách. V tomto čase vychádza aj jeho fundamentálna monografia *Výskumy v oblasti magnéziových silikátov* (Issledovaniya v oblasti magnezial'nykh silikatov), kde pojednáva o vzniku minerálov z palygorskitovej skupiny. K tejto práci sbieral aj český a moravský materiál za svojho pobytu u nás r. 1909.

V prvej svetovej vojne pracuje na štúdiu nerastných surovín v KEPS spolu s V e r n a d s k ý m. Vykonal niekoľko ciest na ložiská Uralu, Krymu, Altaja, Zabajkalia, severného Mongolska. Roku 1916 vydáva zborník venovaný vojne, priemyslu a surovinám. Po Veľkej októbrovej socialistickej revolúcii všetky svoje vedomosti a organizačné schopnosti venuje oslobodenej vlasti. Veľký rozmach majú jeho práce, týkajúce sa štúdiá a praktického využitia ruského prírodného bohatstva. Roku 1919 ako 36-ročný stáva sa F e r s m a n činným členom Akadémie vied a súčasne riaditeľom mineralogického múzea. V týchto rokoch vychádzajú jeho známe monografie *Drahé a farebné kamene* (Dragocennyye i cvetnyye kamni, 1920—1925) a *Drahokamy Ruska* (Samocvety Rossii, 1921). Roku 1920 podnikol spolu s akademikom A. P. K a r p i n s k ý m historickú cestu na polostrov Kola, ktorej cieľom bolo predbežné ocenenie nerastného bohatstva v oblasti Kirovskej železnice. Na jednej zastávke našiel F e r s m a n kúsok nefelinického syenitu, ktoré ho veľmi zaujaly. Po návrate

do Petrohradu zorganizoval prvú chibinskú expedíciu a počínajúc rokom 1921 začína v jeho živote „heroické obdobie“, obdobie každoročných expedícií na Chibinské tundry. Výsledkom týchto výskumov bolo objavenie bohatých zásob apatitu, nefelinu, železných rúd a vzácnych, doteraz ne-



A. E. F e r s m a n

známych minerálov. Iniciátorom týchto prác priemyselného využitia nerastných surovín Chibín bol S. M. K i r o v. Do konca života boli Chibiny centrom F e r s m a n o v e j pozornosti. Stáva sa direktorom Kolskej základne Akadémie vied SSSR v Chibinogorsku, potom Kirovsku. Praktickým výsledkom chibinských expedícií bolo založenie apatitového priemyslu na polostrove Kola, kde vyrástlo nové mesto Kirovsk.

Okrem toho F e r s m a n podniká r. 1926—1929 cesty na Kara-kum

a Kyzyl-kum. V jeho vedeckej tvorbe výskumné cesty a terénne výskumy úzko súvisia s jeho teoretickými úspechmi. Svoje mnohoročné pozorovania a úvahy, týkajúce sa vzniku pegmatitov, zhrnuje v známej monografii *Pegmatity, ich vedecký a praktický význam* (1931). Výsledky výskumov geochemického charakteru vkladá do práce *Geochémia Ruska* (Geochimija Rossii, 1922), *Chemické elementy Zeme i kozmu* (Chimičeskije elementy zemli i kosmosa, 1923) a potom do štvordielnej práce *Geochémia* (1933 až 1939), ktorá je vlastne encyklopédiou disciplíny, založenej V e r n a d s k ý m a rozvinutej F e r s m a n o m.

Otázkam štúdia nerastných surovín venuje špeciálnu knihu *Geochemické a mineralogické metódy vyhľadávania nerastných surovín* (Geochimičeskije i mineralogičeskije metody poiskov poleznych iskopajemych, 1939). F e r s m a n sa vždy staral, aby vedecké úspechy boli čo najširšie popularizované a takto sa snažil priviesť k svojim prácam široké kruhy, najmä mládež. Všetkým nám sú známe jeho knihy, napísané najmä pre mládež: *Zanimavá mineralogija*, preložená do češtiny pod názvom *Divy světa nerostů*, ďalej *Vospominanija o kamne*, v češtine *Vzpomínky na nerosty* a *Zanimavá geochimija*, v češtine *Země laboratoř*, v slovenčine *Poklady zeme*.

Vo Veľkej vlasteneckej vojne sa F e r s m a n venuje otázkam strategických surovín. Organizuje špeciálne komisie pre spracovanie celého radu otázok, súvisiacich s vojnovým priemyslom. Roku 1943 ťažko ochorel, nedbal však rady lekárov a pokračoval vo svojej činnosti. O ohromnej práci v tom čase a o veľkých plánoch do budúcnosti svedčí jeho doklad *Vedecký výkaz a úlohy v budúcnosti* (Naučnyj otčet i zadači buduščego, pozri *Zapisky Mineralogičeskogo obščestva*, t. 75, č. 1, 1946). F e r s m a n v ňom poukázal na to, čo vykonal za vojny a čo zamýšľal urobiť v najbližšej budúcnosti. Hodlal vydať tieto diela: dvojsväzkovú monografiu o Chibinách, piaty diel *Geochémie*, druhý diel *Pegmatitov* (Pegmatity alkalickéj magmy), *Farby minerálov* (Cveta mineralov), ďalej veľké dielo *História kameňa v histórii kultúry* (Istorija kamňa v istorii kultury) a *Očerky po mineralogii a geochimii*. Okrem toho v tom čase dokončil celý rad prác, ako *Chémia Zeme na nových cestách* (Chimija zemli na novych putach), *Súčasná veda a Mendelejevov zákon* (Sovremennaja nauka i zakon Mendelejeva), *Z histórie kultúry kameňa v Rusku* (Iz istorii kultury kamňa v Rossii) ďalej veľkú monografiu *Nerastné suroviny Kolského polostrova* (Poleznyje iskopajemyje Kol'skogo poluostrova), za ktorú bol r. 1942 pocrnený Stalinovou cenou prvého stupňa.

F e r s m a n o v e diela boli vysoko ocenené aj v zahraničí. Londýnska geologická spoločnosť udelila mu r. 1943 vysoké geologické vyznamenanie — paládiovú medailu W o l l a s t o n a. Súc plný energie a tvorivých myšlienok zomrel náhle v Soči dňa 20. mája 1945, teda 5 mesiacov po svojom učiteľovi V e r n a d s k o m. V tom istom roku skončil sa teda život dvoch veľkých mineralogov svetového formátu.

V krátkom prehľade bola načrtnutá F e r s m a n o v a vedecko-výskumná práca. Treba však ešte poznamenať, že F e r s m a n bol aj veľmi

činným verejným činiteľom a vynikajúcim organizátorom. Bol členom CIK (Ústredný výkonný výbor) Turkmenska, Tadžikistanu a Mestského výkonného výboru Chibinogorska. V Akadémii vied zaujímal viac funkcií, bol predsedom sovietskej KEPS, predsedom expedičných výskumov, riaditeľom uralskej filiálky Akadémie vied, riaditeľom Kolskej základne, riaditeľom Lomonosovho inštitútu, riaditeľom Ilmenskej mineralogickej rezervácie atď.

F e r s m a n zanechal po sebe veľké literárno-vedecké dedičstvo, a to vyše 900 publikácií a okrem toho v archíve množstvo rukopisov, ktoré sa postupne pripravujú do tlače. Medzi jeho prácami nájdeme okrem prác, týkajúcich sa otázok kryštalografie, mineralogie, petrografie, nerastných ložísk a geochemie, aj veľké množstvo poznámok z technológie minerálnych surovín, ekonomiky, organizácie vedeckej a muzeálnej práce, histórie prírodovedy, geografie, umenia a zo žurnalistiky.

Jeho mineralogické práce v celku možno zdeliť do troch skupín. Do prvej skupiny patria práce, týkajúce sa mineralogie určitých minerálov alebo ich celých skupín. Do druhej práce o minerálnych ložiskách a ich celých oblastiach, do tretej práce o výskumoch všeobecných otázok mineralogie.

Do prvej skupiny možno zaradiť jeho klasickú prácu *Výskumy v oblasti magnéziových silikátov skupiny zileritu, zermaitu a palygorskilu* (Issledovaniya v oblasti magnezial'nykh silikatov gruppy cillerita, cermattita i palygorskita, 1913) a práce venované taktiež výskumu a systematike vodných magnéziových silikátov. V týchto prácach spracoval magnéziové silikáty zo 135 ložísk celého sveta. Klasifikácia magnéziových horečnato-nikelnatých silikátov, zostavená mladým F e r s m a n o m temer pred 40 rokmi, platí podnes. Súčasne shromažďoval a postupne publikoval *Materiály k výskumu zeolitov Ruska* (Materialy k issledovaniju ceolitov Rossii, 4 diely, 1908—1916). Shrnul tu predovšetkým literatúru o ruských zeolitoch a podáva ich kryštalografické opisy, pričom špeciálne venuje pozornosť vzťahu medzi chemickým složením a fyzikálno-geometrickými konštantami niektorých zeolitov. O tejto téme pojednáva aj jeho práca *Všeobecný prehľad zeolitov Ruska* (Obščij obzor ceolitov Rossii), v ktorej najväčšiu pozornosť venuje podmienkam vzniku zeolitov a v otázke chemizmu sa pridŕžiava V e r n a d s k é h o teórie konštitúcie silikátov.

Okrem toho sem patria aj F e r s m a n o v e práce o výskume drahých kameňov, akvamarínu, topásu, turmalínu a prvá jeho kryštalografická práca *Diamant* (Almaz, 1911).

Do druhej kategórie zaraďujú sa jeho práce o mineráloch pegmatitových žíl. F e r s m a n študuje pegmatitové žily alkaličných masívov Kolského polostrova, Chibiny a Lujavrurt, žulové pegmatity severnej Karélie, stredného a južného Uralu, kamskej oblasti na Sibíri, oblasti Sľudanky na Bajkale a v strednej Ázii. V zahraničí študoval pegmatity v Nórsku, Švédsku (Ytterby), vo Sliezsku (Strigau), v Itálii, v Československu (Rožná, Nejedek) a na Elbe (San Pietro in Kompo). F e r s m a n sa takto stáva najlepším znalcom pegmatitových žíl na celom svete. Výsledky týchto

svojich štúdií shrnuje vo významnej monografii *Pegmatity, ich vedecký a praktický význam*, I. diel Granitové pegmatity (Pegmatity ich naučnej i praktickej značenosti, t. I, Granitnye pegmatity, 1931). O toto dielo bol taký záujem, že ešte toho istého roku vyšlo II. vydanie a r. 1940 vychádza III., značne doplnené vydanie. V tejto monografii uvádza 350 minerálov, z ktorých vyberá okolo 70 základných a nazýva ich „typomorfnými minerálmi“. Tieto minerály pri vzniku pegmatitov majú podobnú funkciu ako v historickej geológii vedúce skameneliny.

Veľkú pozornosť venuje analýze procesu vzniku pegmatitov a ich minerálov, ktorý prebieha v troch štádiách, a to: v magmatickom, pneumatolitickej a hydrotermálnom. Zavádza tu pojem „fázy“ a neskoršie „geofázy“. Študuje aj písmenkovanú štruktúru pegmatitov a vysvetľuje zákonitosti jej srastania. Po vydaní *Pegmatitov* centrom štúdia sovietskych geológov, geochemikov a mineralógov boli pegmatity v celom Sovietskom sväze. Tieto výskumy mali nielen ohromný praktický, ale aj vedecký význam, pretože na základe podrobnejších a rozsiahlejších štúdií vzniku týchto minerálov mohli sovietski vedci formulovať novšiu teóriu vzniku pegmatitov (Z a v a r i c k i j). V tejto oblasti sovietska veda ďaleko predbehla výskumy zahraničných vedcov.

Okrem pegmatitov študuje F e r s m a n aj všetky ložiská nerastných surovín na Urale, ktorým venoval aj jednu zo svojich posledných prác, a to *Ural — pokladnica Sovietskeho sväzu* (Ural — sokroviščnica Sovetskogo Sojuza), napísanú v dobe vyvrcholenia titanskej borby sovietskeho ľudu proti fašistickým okupantom r. 1942. Neskoršie vyšla pod názvom *Bohatstvo Uralu* (Bogatstva Urala, 1944).

F e r s m a n z poznania mnohých oblastí SSSR a znalostí ohromnej literatúry stanovil všeobecné zákony o vzniku minerálov v celom SSSR (*Perspektivy rozšírenia nerastných surovín na území Sväzu*, 1932).

Pokiaľ ide o výskumy, týkajúce sa všeobecných otázok mineralogie, najväčší význam majú práce venované zafarbeniu minerálov a chemickej mineralógii, ktorú F e r s m a n zahrnuje do geochemie. S problémami zafarbenia minerálov zaoberal sa v knihe *Farby minerálov* (Cveta mineralov, 1936). Všetky zafarbenia minerálov delí na tri skupiny: idiochromatizmus, alochromatizmus a pseudochromatizmus.

V chemickej mineralógii razil celkom nové cesty. Opierajúc sa o stavbu atómov a chemické vlastnosti prvkov — podal neobyčajne zaujímavú analýzu chemického zloženia minerálov, najmä izomorfných elementov. Na tomto základe snaží sa vysvetliť chemické faktory vzniku minerálov. Neskoršie rozpracoval energetickú teóriu vzniku minerálov (v tomto smere je jeho pokračovateľom jeho žiak A. S. S a u k o v). Prírodné procesy dejú sa vo smere rastu, entropie. F e r s m a n sformuloval základné postavenie geoenergetickej teórie. Sukcesia kryštalizácie riadi sa snižením energie štruktúr. Pre objasnenie veľmi dôležitej otázky sukcesie kryštalizácie minerálov z tavenín a roztokov treba poznať energiu kryštalových štruktúr týchto minerálov. F e r s m a n predložil univerzálnu metódu vypočíta-

vanie energie štruktúr zavedením pojmu energetických koeficientov, t. j. podiel energie vnášanej každým iónom do každej štruktúry. Pre každý jednoduchý a komplexný ión, účastníci sa stavby minerálu, F e r s m a n vypočítal rozličnými metódami energetické koeficienty a podal neobyčajne jednoduchý spôsob výpočtu energie štruktúr, vychodiac z energetických koeficientov iónov, skladajúcich danú štruktúru. Táto energia vzniká aditívne, t. j. sčítaním energetických koeficientov iónov, podobne ako molekulárna váha slúčenín sčítaním atómových váh prvkov slúčeninu skladajúcich. Energetická metóda zavedená F e r s m a n o m je veľmi pokroková. Pred ním nikto nielen nepodal podobnú analýzu prírodných procesov, ale ani nikto nenaznačil také rozsiahle úlohy pre budúci vývoj mineralogie.

Krátky prehľad, ktorý podávam, ani zďaleka nevyčerpáva veľkú vedeckú a organizačnú činnosť F e r s m a n a, vynikajúceho predstaviteľa ruskej mineralogie.

Po Veľkej októbrovej revolúcii r. 1917 nastaly na území bývalého Ruska také sociálne a ekonomické premeny, ktoré zmenily život v štáte od základov. Dejiny ľudstva nepoznajú taký veľký revolučný prelom spoločnosti, ako je premena starého Ruska na socialistický štát.

Industrializácia Sovietskeho sväzu a rekonštrukcia jeho národného hospodárstva, ktorá postupuje podľa stalinských päťročníc, spôsobuje hlboké zmeny v celom živote SSSR. Uskutočnenie stalinských päťročných plánov v rozvoji priemyslu, poľnohospodárstva a kultúry premenilo SSSR vo veľmi krátkom čase v neprekonateľný, vo všetkých smeroch pokrokový štát, na ktorý je právom hrdý každý sovietsky občan.

Je všeobecne známe, že uskutočnenie stalinských plánov pri rekonštrukcii národného hospodárstva a industrializácii SSSR malo blahodarný vplyv aj na rozvoj vied, a to i mineralogie a geologie. V histórii rozvoja mineralogie nastalo nové obdobie a táto nadobúda dosiaľ nevídaného rozvoja. Predovšetkým treba poznamenať, že sa mineralogia opiera o materialistický základ a riadi sa dialektickou metódou. Zdôrazňuje sa na prvom mieste nerozlučný sväzok medzi vedou a praxou. Nie od náhody k náhode, ale presne a plánovite vo všetkom slúži mineralogia rozvoju priemyslu a celého národného hospodárstva SSSR. Práve v SSSR vznikajú také vedecké ustanovizne, ako Inštitút nerastných surovín v Moskve, kde mineralogia nielen oceňuje technickú kvalitu rudných surovín, ale aj bezprostredne obsluhuje ich spracovanie.

Pre sovietskú mineralogiu je ďalej charakteristické jej rozšírenie po celom SSSR, čo súvisí s využitím nerastného bohatstva i v najvzdialenejších krajinách. Mineralogické výskumy sa nekonajú ako predtým len v Leningrade, v Moskve a v dvoch-troch iných mestách, ale po celom SSSR vznikajú nové mineralogické strediská a nové laboratóriá. V tomto ohľade si zasluhuje zmienku aj organizácia banskej stanice (Gornoj stancii), neskoršie základňa Akadémie vied SSSR s prvotriednymi mineralogickými laboratóriami v Chibinách za polárnym kruhom a v najjužnejšej časti Ruska, v zóne Turkmenskej púšte v Ašchabade.

Ďalej treba poukázať na kolektívnosť práce. V tomto ohľade sú veľmi názorné výskumy sovietskych mineralógov, shrnuté v kolektívnych prácach *Minerály Chibinských a Lovozerských tundier* (1937) a *Chromity SSSR* (dva diely, 1937—1940). Len kolektív sovietskych mineralógov mohol uskutočniť vydanie fundamentálnych diel *Mineralogia Uralu* (1941) a *Minerály SSSR* (I. a II. diel, 1940).

V SSSR bol správne pochopený celoštátny význam mineralogie. O tom, že pre mineralogickú prácu v SSSR sa vytvárajú všetky najpriaznivejšie podmienky, svedčí fakt zorganizovania ilmenskej mineralogickej rezervácie (zapovednik) r. 1920, keď V. I. Lenin ešte v ťažkej dobe prvých rokov jestvovania republiky podpisuje dekrét o vyhlásení rezervácie v Ilmenských horách na južnom Urale.

Sovietska mineralogia rozvíja sa pri živej pomoci celého sovietskeho ľudu. Často sa stáva, že cenné nálezy minerálov i rúd uskutočnia najprv jednoduchí ľudia, baníci alebo kolchozníci. Na druhej strane aj vedci dávajú svoje vedomosti národu vo forme populárno-vedeckej literatúry, ktorej rozmach v SSSR je ohromný.

Do Veľkej októbrovej socialistickej revolúcie ruskí vedci mohli skúmať len minerály z najľahšie prístupných častí krajiny a študovať topografickú mineralogiu najbližších oblastí, a to nie po celej ich ploche, ale len na určitých ložiskách. Výskumy sa týkali najmä stredného a južného Uralu — kolísky ruskej mineralogie, časti rudného Altaja, Zabajkalia a Pribajkalia, v určitej miere Kaukazu a Krymu. Väčšina Ruska ostávala v mineralogickom ohľade neprebádaná. Po Októbrovej revolúcii sa možnosti štúdia a výskumu minerálov rozšírily na celý štát.

Vedúce miesto v sovietskej mineralogii mali ako pred revolúciou, tak aj teraz dve hlavné vedecké školy, a to mineralogická škola Banského inštitútu v Leningrade a mineralogická škola V e r n a d s k é h o a F e r s m a n a v Moskve, zvaná tiež akademickou školou.

Na čele Banského inštitútu bol ešte dva roky po revolúcii E. S. F e d o r o v a po jeho smrti (1919) sa stali vedúcimi jeho žiaci A. K. B o l d y r e v a S. S. S m i r n o v. Táto škola, nazývaná tiež Fedorovovou školou, rozvíjala sa najprv v Leningrade, potom ju rozšírili početní odchovanci Banského inštitútu po najrozličnejších krajoch SSSR. Získavala stále väčšiu a väčšiu autoritu vo vede a veľký význam v baníctve. Roku 1939 dostala miesto v Akadémii vied SSSR, kde potom každým rokom zosilňovala svoje pozície. Formovala sa v značnej miere v spojení s pedagogickou činnosťou svojich predstaviteľov v Banskom inštitúte, čím sa líšila od akademickej školy, ktorá nebola úzko spojená s „Vuzami“ (Vyssije učebnyje zavedenija).

Mineralogické práce v Banskom inštitúte sa konali na katedre mineralogie a do istej miery aj na katedre kryštalografie, petrografie a nerastných surovín. Po smrti E. S. F e d o r o v a (1919) A. K. B o l d y r e v organizuje pri Banskom inštitúte Fedorovov inštitút kryštalografie, mineralogie, petrografie a náuky o rudných ložiskách, ktorý sa stal centrom rozvoja ideí F e d o r o v a.

Pod vedením A. K. B o l d y r e v a konajú sa na Fedorovovej škole dôkladné výskumy minerálov a prisna systematizácia mineralogického materiálu. Do mineralogie sa vnášajú presné matematické metódy. Toto sa odráža v systematike rozličných odrôd minerálov, v rozpracovaní schémy základných procesov minerogenézy a v návrhoch mineralogickej nomenklatúry.



S. S. S m i r n o v

Prepracovanie mineralogie na zmenených základoch bolo realizované v učebniciach mineralogie, vydaných Banským inštitútom. Tieto knihy majú novšie vedecké údaje a vyznačujú sa veľmi jasnou a presnou skladbou a presným systémom v opisovaní minerálov. Je to *Kľúč na určovanie kryštálov* (Opredelitel' kristallov) a *Röntgenometrický kľúč na určovanie minerálov* (Rentgenometričeskij opredelitel' mineralov, 1937—1939).

Fedorovova škola sa intenzívne zúčastňovala aj na mineralogických výskumoch v teréne. V posledných desaťročiach, v rokoch stalinských päťročných plánov nadobúdajú práce na minerálnych ložiskách v najrozličnejších miestach SSSR stále väčší a väčší význam. Okrem uvedeného je pre Banský inštitút charakteristický ešte rozvoj fyzikálne-chemického a expe-

rimentálneho smeru v mineralógii, ktorý vznikol vďaka prácam profesora chémie a akademika N. S. Kurnakova (1860—1941). Tieto práce sa týkali najmä termickej analýzy a syntézy minerálov.

Treba ešte poznamenať, že Banský inštitút mal úzke spojenie s Mineralogickou spoločnosťou (Mineralogičeskoe obščestvo), ktorá nedávno (1947) oslávila 130. výročie svojho založenia. V *Zápiskoch* Mineralogickej spoločnosti sú početné práce predstaviteľov tejto školy a v posledných rokoch zaberajú v nich dosť veľké miesto i práce predstaviteľov všetkých iných smerov a ustanovizní. Takto nadobúdajú *Zápisky* všesväzový charakter.

Venujme teraz pozornosť rozvoju druhej školy ruskej mineralogie, školy Vernadského a Fersmana. Zpočiatku to bola škola Moskovskej univerzity, ktorá potom vytvorila mineralógiu na Akadémii vied a preto sa obyčajne nazýva „akademickou školou“. Na čele tejto školy i po revolúcii bol najprv akademik Vernadskij a potom akademik Fersman. Okolo nich sa tvorí veľký kolektív mineralogov. Neskoršie akademické inštitúty sjednocujú i predstaviteľov Leningradského polytechnického inštitútu a Leningradskej štátnej univerzity. Potom vošla do Akadémie väčšia skupina vedcov z Banského inštitútu a zo Vsesväzového geologického inštitútu. Týmto dôležitým faktom vznikajú v Akadémii nové záujmy a nové smery v rozvoji mineralogie. V Akadémii vied sa koná veľká a veľmi presná práca o štúdiu chemizmu minerálov, s osobitným zreteľom na obsah vzácnych prvkov. Tieto výskumy vytvorili samostatnú novú vedeckú disciplínu — geochemiu.

Pre akademický smer je v najväčšej miere charakteristická expedičná práca zaoberajúca sa štúdiom rozličných ložísk SSSR. Takéto expedície boli na polostrove Kola (trvaly 15 rokov), v Altajskom pohorí, vo Fergane v strednej Ázii (10 rokov) a v púštiach Kara-kum a Kyzyl-kum (3 roky). Mnoho desiatok sväzkov vedeckých prác svedčí o tejto grandióznej terénnej práci, ktorá umožnila vytvoriť nový náhľad na geografickú stavbu Eurázie, objaviť ohromné ložiská nerastných surovín, označiť nové okresy s bohatými výskytmi minerálov a doplniť inštitúty a múzeá veľkým množstvom nových exponátov.

V Akadémii vied sa zpočiatku venuje veľká pozornosť štúdiu mineralogie pegmatitových žíl a nových druhov minerálnych surovín, najmä nekovo-vých a neskoršie i štúdiu mineralogie rudných ložísk. Z výskumov nekovo-vých užitočných nerastov má historický význam mineralogická epopeja výskumov Chibinských tundier.

Najmä v posledných desaťročiach vystupuje v Akadémii do popredia štúdium mineralogie rudných ložísk, iste pod vplyvom predstaviteľov Fedorovovej vedeckej školy. Dosiahlo sa veľkých úspechov vo výskume predtým veľmi málo známych povrchových ložísk mangánu, niklu a železa. V Akadémii bola rozpracovaná nová teória vzniku sírnych medených rúd, predstavujúca ohromný krok dopredu v porovnaní s predchádzajúcimi názormi. Vedúce miesto vo vede zaujala Akadémia i v otázke rozpraco-

vania teórie metasomatických procesov vzniku minerálov. Veľký význam mala činnosť Akadémie pri sjednotení mineralogov SSSR. Akadémiou organizovaný všesväzový sjazd mineralogov r. 1937 a celý rad všesväzových mineralogických porád experimentálnej mineralogie (1934—1936 a 1939) zvýšili tempo a kvalitu mineralogickej práce v SSSR.

V prácach ústavov Akadémie vychodia významné mineralogické štúdie vedúceho charakteru. Akadémia publikuje celý rad veľmi cenných seriových vydání, ako napr. *Minerály SSSR*.

V krátkosti sme načrtli rozvoj mineralogie vo dvoch vedeckých školách SSSR. Pravda, opísaním týchto dvoch smerov sa ani zďaleka nevyčerpáva soznam vedeckých stredísk, ktoré tiež prispeli k rozvoju sovietskej mineralogie. Dnes mineralogovia SSSR spolu so sovietskym ľudom čestne pracujú na uskutočnení grandiózneho nového stalinského päťročného plánu.

Tento krátky náčrt histórie mineralogie v Rusku a v SSSR končím myšlienkami vynikajúceho sovietskeho mineraloga a skvelého majstra slova, akademika A. E. Fersmana, ktorý r. 1935 napísal: „Veda sa tvorí a rastie za určitých okolností, v určitej krajine, v určitom obklopení prírodným, sociálnym a hospodárskym prostredím. Má v sebe nevyhnutné črty tohto prostredia, odráža v sebe historické osudy národa, jeho ideologické smery a cesty rozvoja. Je nerozlučne spätá s celým sociálnym procesom rozvoja ľudstva, odpovedajúc určitej etape a určitému bodu v čase a v priestore. Veľké vedecké prúdy nielen v oblasti sociálnych vied, ale aj v oblasti exaktných vied sa rodia a silnejú len v spojení a v súlade so svetom ideí, snáh a boja, ktorý ich obklopuje. A preto nové idey mineralogie, nové ponímanie nerastov ako objektu složitých fyzikálno-chemických procesov Zeme a ako zbrane ľudskej tvorivosti a hospodárstva, musely vo Sväze dosiahnuť takého širokého rozvoja.“

17. I. 1952.

*Mineralogicko-petrografický
ústav Slovenskej univerzity
v Bratislave.*

LITERATÚRA — ЛІТЕРАТУРА — BIBLIOGRAPHIE

- Betechtin A. G., 1950: Mineralogija. Moskva.
Betechtin A. G., 1951: Kurs mineralogii. Moskva.
Danilevskij V. V., 1950: Lomonosov kak issledovatel' russkich rud. Lomonosov — Sbornik statí a materiálov III, práce komisií dejin Akadémie náuk SSSR.
Fersman A. E., 1936: Cveta mineralov. Moskva.
Fersman A. E., 1936: Geochimija. Moskva.
Fersman A. E., 1946: Vzpomínky na nerosty. Praha.
Fersman A. E., 1950: Zaujímavá mineralogia — Divy sveta nerostú. Praha.
Fersman A. E., 1950: Poklady zeme — Zaujímavá geochémia. Bratislava.
Grigoriev D. P., 1947: Mineralogičeskoe obščestvo za 130 let. Zap. Min. obšč. 1.
Grigoriev D. P., 1948: Mineralogija v Gornom institute za 175 let. Zap. Min. obšč. 3.

- Grigoriev D. P.—Šafranovskij I. I., 1949: Vydažuščiesia rússkije mineralogi. Moskva—Leningrad.
- Lebedev I. P.: Akademik F. J. Levinson-Lessing kak teoretik v petrografii. Moskva—Leningrad.
- Lomonosov M. V., 1949: O slojach zemnych i drugije raboty o geologii. Moskva—Leningrad.
- Menšutkin B. N., 1951: Michail Vasiljevič Lomonosov. Praha.
- Saukov A. A., 1951: Geochimija. Moskva—Leningrad.
- Slavík F., 1947: Ruská mineralogia. Věstník České akademie věd a umění LVI. Praha.
- Slavík F., 1951: Dva ruští geochemikové a jejich styky s českou vědou. Nová skutečnost. Praha.
- Šuchardin V. S.—Suchanová E. M.—Ivanovský S. R., 1951: Michail Vasiljevič Lomonosov. Moskva—Leningrad.
- Vajuštejn E. Je., 1947: Geochimija — nauka dvadcatogo veka. Priroda. Moskva.
- Vavilov S. I., 1951: Věda stalinské epochy. Praha.
- Vernadskij V. J., 1922: O chemickom složení živej hmoty v súvislosti s chémiou zemskej kôry. Přírodovědecký sborník České akademie. Praha.
- Vernadskij V. I.—Kordes E., 1930: Geochemie in ausgewählten Kapiteln. Leipzig.
- Geologie v SSSR, sborník. Praha 1951.