

УДК 549

## ГЕНЕТИЧНА МІНЕРАЛОГІЯ: ІСТОРІЯ, СУТНІСТЬ, СТРУКТУРА

**В. Павлишин**

*Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
01022 м. Київ, вул. Васильківська, 90*

Генетична мінералогія висвітлює закони й закономірності зародження, росту й руйнування мінеральних індивідів, агрегатів, а також умови, в яких ці явища відбувалися. У статті в історичному аспекті простежено, як змінювалися зміст, структура та методологія генетичної мінералогії, яка сьогодні стала теоретичним фундаментом більшості геологічних наук.

*Ключові слова:* генетична мінералогія, історія науки, онтогенія мінералів, типоморфізм мінералів

У жодній з фундаментальних геологічних наук – геохімії, мінералогії, петрографії чи рудології, – покликаних з'ясувати й висвітлювати природну історію, відповідно, атомів, мінералів, порід, руд у земній корі, неможливо досягти головної мети чи ефективно вирішити якусь локальну прикладну проблему, якщо спостереження у природі, як і результати лабораторних досліджень, не вдається розтлумачити й виразити генетичними образами, термінами.

Отже, без спеціальної підготовки та належних знань з *генетичної мінералогії* не можна об'єктивно відтворити історію будь-яких геологічних об'єктів, Землі в цілому та зрозуміти процеси, що привели до їхнього утворення. Не вдається також дати відповідь на поставлені Природою кардинальні питання: *чому, коли, де і як виникли ті чи інші потрібні суспільству мінеральні скупчення?*

Генетична мінералогія полегшує розуміння та способи вирішення цих завжди актуальних питань геології. Вона висвітлює закони й закономірності зародження, росту й руйнування мінеральних індивідів, агрегатів, а також умови, в яких ці явища, відповідальні за кількість і якість мінеральної сировини, відбувалися.

Лише генетична методологія мінералогії, яка ґрунтується на об'єктивних фізико-хімічних і морфолого-анатомічних засадах, дає змогу відтворити безперервну зміну явищ, подій, процесів в історії мінералів, а не уявляти їх, як це було до початку ХХ ст., мертвими упродовж геологічного часу.

Генетична мінералогія – самостійний розділ мінералогії, який водночас пов'язаний з регіональною та експериментальною мінералогією, мінералогічною кристалографією, вченням про родовища корисних копалин, петрологією, геохімією. З геохімією зв'язок настільки тісний, що межу між цими дисциплінами можна провести лише умовно. Справді, атоми хімічних елементів – об'єкти геохімії, – сполучаючись між собою, утворюють мінерали – об'єкти мінералогії. Для мінералога важливо з'ясувати, звідки і чому з'явилися ці атоми у середовищі, за яких умов відбувалася їхня міграція, а за яких – кристалізація, розсіювання чи концентрація. Ці питання настільки геохімічні, настільки мінералогічні. А оскільки їх

можна з'ясувати внаслідок дослідження мінералів, то дехто вважає, що геохімія – неповноцінна наука.

Крім того, генетична мінералогія – цілковито й типово ретроспективне вчення, тому *розшифрований генезис мінералів*, як влучно прокоментував відомий мінералог і геохімік В. Ф. Барабанов (1918–1997), – *це ще не істина, а лише тою чи іншою мірою наближення до істини*, адже у переважній більшості випадків дослідники не були присутні під час процесів мінералоутворення.

Практично жодну більшу чи меншу проблему геології, у тім числі з катастрофічними наслідками (землетруси, зсуви, цунамі тощо), не можна розтлумачити, а відтак і вирішити без втручання генетичної мінералогії, оскільки рушієм геологічних процесів є фазові переходи або інші зміни мінералів, які перебувають у центрі уваги генетичної мінералогії.

Простежимо в історичному аспекті, як змінювалися зміст, структура та методологія генетичної мінералогії, яка сьогодні стала теоретичним фундаментом більшості геологічних наук.

Генетичні уявлення в мінералогії помітно розвинулися лише наприкінці XVIII ст., коли, з одного боку, дискусія непуністів (засновник А. Г. Вернер (1750–1817)) і плутоністів (Д. Хеттон (1726–1795)) привернула увагу природодослідників до походження всіх геологічних комплексів, а з іншого, – у мінералогію глибоко проникли хімічні методи, ідеї, теорії, які сприяли з'ясуванню причинності та динамічності мінералоутворювальних процесів. Звичайно, коріння вчення про генезис мінералів значно глибше. Однак генетичні уявлення стародавніх часів і середньовіччя – це здебільшого “суміш” тісно або нерозривно переплетених вдалих і невдалих спостережень, геніальних здогадок і містичних вимислів, легенд і цікавих фактів...

Серед численних імен учених далекого минулого, які з'ясовували генетичну природу мінералів, особливими, на наш погляд, є два – хорезмського енциклопедиста Аль Біруні (бл. 973–1048) і видатного натурфілософа італійського Відродження Джироламо Кардано (1501–1576). Перший з них висловив геніальну, на жаль, швидко забуту думку про те, що *включення у мінералах є безумовним доказом “народження” їх із водного середовища*. Забігаючи вперед, зазначимо, що ця ідея є засадничою у важливому сучасному генетичному вченні про включення мінералоутворювального середовища в мінералах – *термобарогеохімії*.

У науковій спадщині Д. Кардано вагомим доробком є посмертно виданий трактат “Про коштовне каміння та забарвлення” (1663). У цій праці поряд із живим і зрозумілим описом коштовних мінералів є чимало нісенітниць на кшталт: *смагд народжується з чистого золота, сапфір – зі срібла...* Загальногенетичне уявлення вченого стисло й яскраво виразно викладено у такій фразі: “Коштовне каміння не лише живе, а й страждає від хвороб, старіє і вмирає”. На думку видатного вченого-кристалографа та історика науки І. І. Шафрановського (1907–1994), це витоки *вчення про онтогенію мінералів*, у якому центральним є положення Д. П. Григор'єва про *мінерал як організм* (див. далі).

У творах видатного німецького вченого Георга Бауера (Агріколи) (1494–1555), з іменем якого частково пов'язують зародження мінералогії як науки, утворення мінералів розглянуто у тісному контакті з підземними водами та матеріалами, виснесеними з глибин Землі.

Перший російський мінералог М. В. Ломоносов (1711–1765) висловив дуже важомі для розвитку мінералогії генетико-еволюційні ідеї, спробував виявити зв'язок між хімічними процесами, рудими та мінералами, відзначив важливу роль води у перетворенні мінералів.

Ціла епоха в історії російської мінералогії пов'язана з іменем академіка В. М. Севергіна (1765–1826) – автора найгрунтовніших на той час зведень з мінералогії, у тім числі топомінералогії, без якої немислимо розвивати уявлення про генезис мінералів. У галузі генетичної мінералогії учений підтримував і вдосконалював еволюційні ідеї М. В. Ломоносова: “природа, перебуваючи у безперервному русі, руйнується... і нові тіла створює”, “все повинно народитися, бути й вмерти” (В. М. Севергін. Первые основания минералогии..., 1798). Задовго до А. Брейтгаупта В. М. Севергін обгрунтував поняття про *парагенезис мінералів*, однак невдало назвав його російським терміном “смежность” і втратив престиж цього відкриття.

На межі XVIII–XIX ст. унаслідок інтенсивного розвитку гірничої справи відбувалася диференціація мінералогії – у ній утвердився хімічний напрям (праці А. Кроншtedта, І. Р. Блюма, Дж. У. Дена, Й. Я. Берцеліуса та ін.). Це головню визначило розвиток уявлення про генезис мінералів, схилиючи їх до *парагенезису*, що й було підсумовано у книзі А. Брейтгаупта “Die Paragenesis der Mineralien” (1849). У Росії в цей час інтенсивно розвивався кристалографічний напрям мінералогії, відображений 11-томною працею академіка М. І. Кокшарова “Материалы к минералогии России” (1853–1892), якою закладено морфологічні засади *вчення про типоморфізм мінералів*.

Суттєвий вплив на розвиток мінералогії мали широкомасштабні академічні та інші експедиції, що їх проводили в Росії у XVIII–XIX ст. і які збагатили світову мінералогію численними відкриттями мінералів і родовищ, особливо на Уралі, згодом названому О. Є. Ферсманом “Меккою мінералогів усього світу”.

Проблеми морфології, будови та походження мінеральних індивідів цікавили багатьох російських мінералогів – М. А. Толстоп'ятова, М. В. Єрофеева, А. Н. Карножицького, молодого О. Є. Ферсмана та інших учених XIX – початку XX ст. Водночас напрацьовані ще у XVIII ст. М. В. Ломоносовим і В. М. Севергіним еволюційні ідеї аж до початку XX ст. не знайшли належного втілення й розвитку в мінералогії; у ній панували статичні уявлення. У разі вивчення мінералів головню увагу зосереджували на їхніх зовнішніх ознаках – формі, забарвленні, твердості, розмірі, масі тощо. Причини, способи та умови утворення мінералів, їхні вікові стосунки та закономірності поєднання (парагенезис) вивчали мало. Ще менше висвітлювали проблеми внутрішньої будови мінеральних індивідів і агрегатів. Відповідно до головного завдання нашої науки того часу – з'ясування й опису фізичних властивостей та форми мінералів – відбувалося безперервне і на загал безсистемне нагромадження фізичного та кристалографічного матеріалу, який зазвичай уявлявся як проста (мертва) сума речей. Ця риса описової мінералогії яскраво відображалася також у викладанні тодішньої мінералогії. В. І. Вернадський з цього приводу писав: “Упродовж тривалого часу, з 1890 по 1911 рр., у повній незгоді з викладанням мінералогії на Заході й у Росії, стояв не на позиції системи природи, а на позиції історії мінералів” [1]. Пізніше Д. П. Григор'єв [2] і О. Є. Ферсман [3] прокоментують, що Володимир Іванович виступив як реформатор російської мінералогії. Він фактично перебудував мінералогію на хіміко-генетичних засадах, заново визначив її зміст і завдання [1].

Найближчий учень В. І. Вернадського Олександр Євгенович Ферсман (1883–1945) 1912 р. запровадив у науку термін *генетична мінералогія*, а трохи згодом оптимістично зазначив: “Створюється справжня точна наука про генезис мінералів, про закони їхнього утворення, нагромадження й розпаду, тобто наука “про історію хімічних сполук”... [4].

В. І. Вернадський – фундатор сучасної генетичної мінералогії. Світогляд В.І.Вернадського-студента формувалася під впливом геніального хіміка Д. І Менделєєва і знаменитого ґрунтознавця В. В. Докучаєва. Від Д. І. Менделєєва він, зокрема, засвоїв глибокі знання з хімії, особливо ідеї щодо періодичної зміни властивостей хімічних елементів, які невдовзі успішно використав і концептуально розвинув у вченнях про парагенетичні асоціації елементів, ізоморфізм елементів, в уявленні про мінералогію як хімію земної кори. Тут доречно згадати запис в “Автобіографії” вченого: “Не можна бути мінералогом, не будучи хіміком...”.

В. В. Докучаєв був професором мінералогії, однак працював переважно у галузі ґрунтознавства. Його книга “Русский чернозем” (СПб., 1883) і досі не втратила значення як фундаментальне видання з різних питань, у тім числі походження ґрунтів. В. В. Докучаєв відіграв провідну роль у формуванні генетичних поглядів Володимира Івановича.

Під час першого закордонного відрядження (1888–1890) В. І. Вернадський отримав від дуже авторитетного професора геології О. П. Павлова запрошення на кафедру мінералогії Московського університету, в якому тоді, за оцінкою Володимира Івановича, “Мінералогії на рівні науки того часу... не було”. В. І. Вернадський прийняв запрошення і, не гаючи часу, кардинально перебудував викладання мінералогії: “Я поклав в основу широке вивчення мінералогічних процесів земної кори, звертаючи головну увагу на процес, а не лише на вивчення продукту процесу (мінералу), на динамічне вивчення процесів, а не тільки на статичне вивчення їхніх продуктів”...[1].

Генетичні уявлення молодого Вернадського стисло викладені в його маловідомій праці “Генезис мінералів”, надрукованій у т. 8 “Енциклопедичного словника” за 1892 р.: “Кожний мінерал є пам’яткою фізичного або хімічного процесу, який відбувався на Землі, інколи дуже давно. Вивчивши мінерали якого-небудь певного місця на земній кулі і визначивши їхній генезис, ми можемо відновити картину хімічних процесів, які змінювали один одного в цій місцевості. Від цих окремих проявів хімічного життя Землі ми можемо підійти до більш загального уявлення як про генетичні умови різних частин земної кулі на поверхні, так і про зміну умов генезису мінералів у шарах різної глибини, нарешті, зміну генетичних явищ з плином часу. В цьому полягає наукова й практична цікавість генезису мінералів”. Далі Володимир Іванович додав: “Знаючи умови генезису мінералів... , ми в стані будемо вирішити, за яких умов і в яких місцевостях можна чекати ті чи інші руди важливих мінералів”. Наступні розділи цієї праці автор присвятив характеристиці залягання мінералів у природі, парагенезису мінералів, генерацій мінералів, способів і чинників утворення мінералів. Завершено статтю доволі критично: “Доладного (“связного”) вчення про генезис немає”.

Ранній московський період наукової діяльності В. І. Вернадського знаменитий ще публікацією “Досвіду описової мінералогії” (1908) – унікальної праці із загальної та регіональної мінералогії. В ній суттєво поглиблено започатковану в 1890-х роках перебудову мінералогії на хіміко-генетичних засадах: “Основним завданням є, – пише Володимир Іванович у передмові до цієї книги, – перегляд природних

хімічних сполук Землі з погляду хімічних процесів, що в ній відбуваються. Це, на мою думку, є головне завдання мінералогії, яка, подібно до хімії, повинна вивчати не тільки продукти хімічних реакцій, а й самі процеси реакцій...” [5]. До сказаного ще додамо, що в “Досвіді”, ймовірно, вперше у світовій літературі наведені досить повні відомості про роль людини, її праці у генезисі мінералів, грандіозні масштаби якої ми дуже негативно, як і передбачав автор, відчуваємо нині.

На особливу увагу заслуговує обґрунтована в “Досвіді” ідея про зміну хімічних реакцій з часом, тісно пов’язану з геологічною історією Землі. Ця ідея згодом переросла в один з перспективних напрямів сучасної мінералогії – *історичну мінералогію*.

Найповніше і найпереконливіше свій погляд на *мінералогію як хімію земної кори* (таке уявлення раніше пропагував Й. Я. Берцеліус, проте воно помітно не вплинуло на динамічний розвиток мінералогії) В. І. Вернадський виклав у виданій 1925–1927 рр. “Історії мінералів земної кори” [1, 6]. У цій праці висвітлено питання утворення та перетворення мінералів, вона ґрунтується на динамічній концепції, яка водночас враховує суттєву роль живих організмів у генезисі мінералів. На жаль, “Історія”, як і “Досвід”, незавершена.

В. І. Вернадський визначив принципово нові завдання мінералогії, залучивши до них і проблему генезису мінералів: **“Мінералогія являє собою хімію Земної кори. Вона має завдання вивчати як продукти природних хімічних процесів, так і самі процеси”** (Вернадський, 1925). “За цими продуктами та їхнім поєднанням він (мінералог – В. П.) відновлює хімічний процес і його умови, що привели до утворення цих продуктів та їх поєднання” [1]. Особливої важливості Володимир Іванович надавав з’ясуванню закономірностей поєднання мінералів – їхніх парагенезисів. Він уважав *учення про парагенезис мінералів* засадничим у мінералогії: “Лише шляхом творчого й повного вивчення парагенезису мінералів можна наблизитися до широких узагальнень...” [1]. Донині актуальна теза вченого про те, що у разі визначення парагенезису, відтворення історії мінералу або цілого родовища вирішальне значення має з’ясування послідовності виділення генерацій мінералів (за сучасною термінологією – генераційний аналіз): “Послідовність генерацій є дуже закономірна парагенетична ознака...” [1].

Хімічний склад земної кори, на думку В. І. Вернадського, безперервно змінюється внаслідок безперервної дії хімічних реакцій, які тісно пов’язані між собою і разом створюють складну, змінну в часі систему хімічних рівноваг землі. У глобальному процесі зміни хімічного складу Землі вчений вбачав суттєву роль *живої речовини* – сукупності живих організмів. Висновок В. І. Вернадського – *живій речовині властива хімічна активність*, завдяки якій у природі утворились численні, інколи значної маси, мінерали, наприклад, унікальні родовища сірки у Прикарпатті, – став, за оцінкою Д. П. Григор’єва, керівним у нашій мінералогії.

Отже, Володимир Іванович уперше у світовій науці визначив *історію мінералів* як провідну тему й намагався ретельно відновити хімічні процеси, унаслідок яких мінерали утворювалися, змінювались і зникали.

Новітній етап розвитку генетичної мінералогії. У повоєнний час генетична мінералогія стала самостійним багатограним і структурованим ученням. Його розвитку притаманна нова особливість – прагнення пізнати всі нюанси генезису мінералів, а не тільки хімічні, що домінувало в довоєнний період. Увага дослідників зосереджена, перш за все, на *реальних мінеральних індивідах* – їхньому

хімічному складі, дефектності кристалічної структури, формі, анатомії, розподілі в агрегаті та геологічному тілі. Такий підхід виявився вельми корисним і успішним: виникли нові наукові напрями, а уявлення про мінералогію як хімію земної кори визнано необхідним, але недостатнім (див. далі).

Головними науковими напрямами, які забезпечують всебічний розвиток сучасної генетичної мінералогії, є такі: фізико-хімічний і тісно пов'язаний з ним експериментальний, термобарогеохімічний, онтогенічний, типоморфізм мінералів.

*Фізико-хімічний напрям* у мінералогії розвивається, особливо щодо парагенезису мінералів, спільно з петрографією, тому його інколи називають ще “Вступом до петрології”. Фізико-хімічний аналіз дає змогу на підставі результатів вивчення природних асоціацій і теоретичних розрахунків виділити подібні за умовами утворення парагенезиси мінералів, а також оцінювати ці умови якісно або кількісно. Значний внесок у розвиток фізико-хімічного напрямку зробили І. Фогт, Ф. Бекке, П. Ескола, В. М. Гольдшмідт, Д. С. Коржинський, Ф. Дж. Тернер, Дж. Ферхуген, О. М. Заварицький, П. Ніглі, В. А. Ніколаєв, А. Г. Бетехтін, Н. Л. Боуен, В. С. Соколов, Х. С. Йодер, В. А. Жаріков, О. О. Маракушев, Л. Л. Перчук, Ю. П. Мельник, Г. Т. Остапенко та ін.

*Експериментальний метод* дає змогу з певною часткою вірогідності змоделювати в лабораторії природні процеси мінералоутворення, визначити термодинамічні константи мінералів (Ф. Фуке, О. М. Мішель-Леві, І. А. Морозевич, Н. Л. Боуен, У. С. Файф, О. Ф. Таттл, К. Н. Феннер, Р. У. Горансон, В. А. Жаріков, В. С. Балицький, М. І. Хітаров, П. Дж. Віллі, А. Є. Рінгвуд, І. Я. Некрасов, О. О. Годовиков, І. А. Островський, В. Є. Хаджі тощо).

Учення про мінералотворне середовище за включеннями в мінералах, яке увійшло в сучасну науку під запропонованою професором М. П. Єрмаковим назвою *термобарогеохімія* (1968–1970), формально започатковано Аль Біруні (див. вище), однак його фактичний відлік ведуть з 1858 р. Саме тоді вийшла друком класична праця члена (а в 1878–1880 рр. президента) Лондонського королівського товариства Генрі Кліфтона Сорбі “Утворення мінералів і порід на основі мікроскопічних досліджень кристалів”. Г. К. Сорбі (1826–1908), використавши нові на той час можливості мікроскопічного методу (він один із перших, починаючи з 1850 р., застосував мікроскоп для дослідження мінералів і порід), всебічно обґрунтував *придатність флюїдних включень для визначення умов утворення мінералів*.

Деяко пізніше і, ймовірно, незалежно від Г. К. Сорбі вже згадуваний нами талановитий учений академік В. І. Вернадського Яків Самойлов акцентував увагу на винятково важливому генетичному значенні включень: “Ці включення – газоподібні, рідкі або тверді, які часто роблять речовину мінералу “нечистою” для хімічного аналізу, являють собою коштовний матеріал для найважливіших висновків про походження мінералів” [7]. Однак у 20-х роках ХХ ст. в “Історії мінералів земної кори” [6] В. І. Вернадський вимушений був зазначити: “ніхто після нього (Г. К. Сорбі – В. П.) не охопив питання у необхідному масштабі”.

По справжньому з генетичного боку привернули увагу вчених включення мінералотворного середовища лише у середині ХХ ст. Після війни у Львівському університеті під керівництвом М. П. Єрмакова (1913–1993), натхненного ідеями найбільшого тоді знавця й дослідника включень Г. Г. Леммлейна (1901–1962) і всіляко підтриманого Є. К. Лазаренком (1912–1979) і В. С. Соболевим (1908–1982), створено першу у світі лабораторію для дослідження включень у мінералах. У цьо-

му навчальному закладі 1948 р. М. П. Єрмаков також уперше прочитав старшокур-никам *курс мінералотермометрії\** (за даними включень у мінералах). У період з 1950 по 1959 рр. з 252-х статей і книг, присвячених проблемам термобарогеохімії, 198 опубліковано російською мовою, головно, працівниками цієї лабораторії – В. А. Калюжним, Ю. О. Долговим, Л. І. Колтуном, Є. І. Вульчиним, В. Ф. Лесняком, Є. М. Лазьком, Н. І. Мязь, А. В. Пізнором. У Харкові 1950 р. вийшла, невдовзі перекладена англійською, монографія М. П. Єрмакова “Дослідження мінералотворних розчинів” (рос. мовою), яка остаточно утвердила новий генетичний напрям у геології, пізніше названий термобарогеохімією.

Згодом М. П. Єрмаков переїхав у Москву (МДУ), Ю. О. Долгов і В. С. Соболев – у Новосибірськ (Новосибірський науковий центр), В. А. Калюжний залишився у Львові, однак перейшов працювати в Академію наук України. Кожен з цих учених створив наукову школу світового рівня, їхні учні та послідовники працюють у багатьох наукових центрах колишнього СРСР та за його межами. Вони сформулювали дуже важливе положення: *включення у мінералах – джерело найоб’єктивнішої та найбільш смної інформації про фізико-хімічні умови середовища мінералоутворення.*

Сьогодні включення успішно досліджують також у США, Франції, Італії, Японії, Китаї.

У часи В. І. Вернадського і до нього мінерал, з огляду на потреби металургії, розглядали як хімічну сполуку (речовину), з якої можна вилучити певні метали: “Все царство мінералів, з погляду їх корисної енергії, може бути зведено до хімічних елементів...” [8]. Згодом у мінералогії під впливом оптичної, радіотехнічної, космічної та інших видів промисловості, які використовують неорганічні матеріали (кристали), посилилась увага до мінеральних індивідів і агрегатів, які завдяки їхнім властивостям (пропускати або генерувати промені, п’єзоелектричним, ізоляційним тощо) застосовують без руйнування. Цілком зрозуміло, що попередній підхід до таких складових частин родовища – мінеральних індивідів і агрегатів – як до хімічних речовин виявився недостатнім. Виникла наукова доцільність проникнути у внутрішній світ складно збудованих індивідів, зрозуміти генетичну природу їхньої гетерогенної будови, дефектності, з’ясувати, чому в одних випадках утворюються мінеральні тіла, які використовують у промисловості, в інших – близького складу мінерали, непридатні для використання.

Запити науки та практики, серед яких треба згадати позитивну роль промислового синтезу мінералів, стимулювали напрацювання нових уявлень про об’єкти мінералогії, а також у галузі генетичної мінералогії, яке завершилося створенням нового напрямку – *онтогенії мінералів*. Його головний фундатор – професор Санкт-Петербурзького гірничого інституту Д. П. Григор’єв – визначив онтогенію мінералів як учення про онтогенез, індивідуальний розвиток мінералів, тобто “про генезис мінеральних індивідів і агрегатів” [9]. У цьому разі поняття *генезис* він тлумачив як “повну сукупність явищ їх історії ... від зародження й до кінця існування” [10].

Перший стислий нарис онтогенії мінералів Д. П. Григор’єв зробив у 1947 р., а 1955 року вперше запровадив у мінералогію сам термін “онтогенія мінералів”. У Львові завдяки ініціативі та підтримці тоді ректора Львівського університету Є. К. Лазаренка

\* У роки навчання автора у Львівському університеті (1955–1960) цей курс називався так: *вчення про мінералотворне середовище* (звичайно, у розкладі занять використовували російськомовну аббревіатуру – УМОС).

1961 р. вийшла друком фундаментальна праця Д. П. Григор'єва “Онтогенія мінералів”. Після виходу у світ цієї книги вчення про онтогенію мінералів, яке на перших порах сприймали обережно, набуло широкого й остаточного визнання. На чолі з Д.П.Григор'євим сформувалася плідна радянська школа мінералогів-онтогеністів – Г. Г. Леммлейн, І. І. Шафрановський, Г. І. Вертушков, А. Г. Жабін, Ю. М. Димков, В. А. Попов, Р. Л. Бродська тощо.

На засадах онтогенії мінералів у сучасній мінералогії успішно розвивається новий погляд на *мінерал як кристалічний організм*. Його сутність фундатор визначив так: “Мінерали, тобто кристали та зерна, у формі яких реально існують природні сполуки та фізико-хімічні фази, виступають у нашій науці як цілісний організм, індивід зі своєю анатомією, який завжди по-своєму живе. Пізнання мінералу як організму та його природної історії, яка зумовлює всі якості, умови й місця знаходження мінералів, є призначення, прерогатива мінералогічної науки” [11]. Не йдеться про ототожнення живого й неживого. Однак такий підхід виявляє деякі особливості будови, форми та поведінки мінералів, які раніше не привертала уваги дослідників. Це, насамперед, стосується анатомії індивідів з її законами, динамічної поведінки мінералів у мінливих умовах існування, взаємозв'язків між мінералами і мінералотворним середовищем, спадковості у мінеральному світі тощо. Всі ці явища й факти мають свої особливості відповідно до специфіки мінерального царства. У “організовому” підході до мінералу органічно поєднані й інтегровані традиційні фізичні та кристалохімічні концепції мінералогії.

Формування онтогенії мінералів, нові завдання теорії та практики гірничої справи логічно привели Д. П. Григор'єва – лідера генетичної мінералогії – до потреби розширити поняття про генезис мінералів, що він і зробив 1948 р. Тоді й сьогодні Дмитро Павлович тлумачить генезис мінералів як сукупність таких явищ:

1) власне утворення мінералів, яке охоплює всю їхню історію: зародження, ріст і зміну, а також явища руйнування і зникнення;

2) спосіб утворення мінералів, тобто фізико-хімічний механізм генезису – вільна кристалізація, метасоматичне заміщення, поліморфне перетворення, перекристалізація тощо; зазначені вище явища утворення мінералів виникають за будь-якого способу їхнього утворення;

3) геологічний процес мінералоутворення – магматичний, гідротермальний, осадовий тощо; зрозуміло, що у кожному з цих геологічних процесів мінерали можуть виникати різними способами і їм завжди властиві всі зазначені явища утворення.

Об'єктами генетичної мінералогії є як мінеральні види та їхні сукупності – парагенезиси мінералів, так і індивіди мінералів та їхніх сукупності – агрегати. Звідси, розмірковує Д. П. Григор'єв [9], учення про генезис мінералів необхідно трактувати як поєднання двох розділів генетичної мінералогії: *онтогенії*, тобто вчення про генезис мінеральних індивідів і агрегатів, і *філогенії\**, тобто вчення про генезис мінеральних видів і парагенезисів. Філогенія мінералів, на відміну від онтогенії, практично не напрацьована й існує, по суті, лише у програмному вигляді.

---

\* Терміни *онтогенія* і *філогенія* аналогічні до біологічних термінів – *онтогенез* (від гр. – ество і породжую – індивідуальний розвиток організму від зародження до смерті) і *філогенез* (від гр. – рід, плем'я і подорожую – історичний розвиток як окремих видів, так і органічного світу в цілому).



Тому нині розглядаємо, головню, онтогенію мінералів – історію мінеральних індивідів і агрегатів, процеси їхнього утворення.

Проблема вилучення і розшифрування генетичної інформації, захованої в мінералах, спонукала до зародження й потужного розвитку ще одного наукового напрямку – *вчення про типоморфізм мінералів*, у якому вивчають взаємозв'язок хімічного складу, кристалічної структури, морфології, фізичних властивостей мінералів, а також складу мінеральних асоціацій з умовами утворення (перетворення).

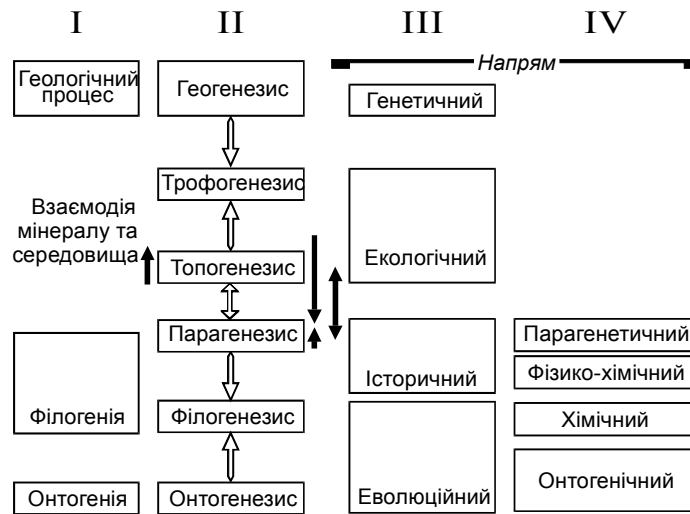
Термін *типоморфний мінерал* запровадив у геологічну науку талановитий австрійський мінералог і петрограф Фрідріх Бекке (1855–1931). На початку ХХ ст., коли генетичний напрям у мінералогії поступово ставав на шлях точної фізико-хімічної основи, виникла потреба у нових термінах. Ф. Бекке увів закономірну зміну (зони Бекке) мінерального складу в породах різних фацій глибинності й запропонував називати типоморфними ті мінерали, які є головними складовими частинами породи. Згодом (20–30-ті роки ХХ ст.) завдяки головню працям і авторитету Г.Шнейдерхена, У. Грубенмана та П. Нігглі, поняття типоморфний мінерал закріпилась у мінералогії і петрографії.

У розвитку вчення про типоморфізм мінералів особливо вагомий внесок зробив В. І. Вернадський. Терміном “типоморфний” він не користувався, проте його “Історію мінералів земної кори” можна вважати теоретичним фундаментом цього вчення. У вступі до “Історії...” (див. вище) Володимир Іванович, зокрема, чітко висловив думку про те, що за результатами дослідження мінералів і їхніх асоціацій мінералог відтворює процес, який призвів до їхнього утворення.

З історичного погляду дуже вагомий також внесок О. С. Ферсмана. Він дав таке визначення типоморфному мінералу: “Типоморфними ми називаємо мінерали, які займають з тих чи інших причин певне місце у геохімічному процесі і тому відповідають поняттю, яке в історичній геології ми називаємо “керівними викопними формами” [12]. У процесі аналізу індивідуальних особливостей мінералів О. С. Ферсман, поряд з типоморфними мінералами, розрізняв *типоморфні ознаки (властивості) мінералів* і зазначав, що частіше типоморфними є окремі властивості мінералів. До цих двох понять порівняно недавно додалось ще одне – *типоморфна асоціація мінералів*, яке широко використовують останніми десятиліттями.

Найсуттєвіші досягнення у галузі типоморфізму мінералів пов'язані з іменами відомих мінералогів і створених ними шкіл – Ф. В. Чухрова, Н. В. Петровської, А.І.Гінзбурга, Є. К. Лазаренка, В. С. Соболева, Д. П. Григор'єва, І. І. Шафрановського, В. А. Франк-Каменецького, П. Рамдора, Л. Л. Перчука, М. П. Юшкіна, І. Костова, О. М. Платонова, А. М. Таращана, Д. К. Возняка.

На завершення стисло розглянемо структуру сучасної генетичної мінералогії. Сьогодні є декілька споріднених структурних схем цього вчення [9, 13–15]. Вони проаналізовані у книзі [16] і в узагальненому вигляді показані на рисунку.



Структурна схема генетичної мінералогії за даними різних авторів, складена Ю. М. Димковим, 1985: I – за Д. П. Григор'євим (1969); II – за Ю. М. Димковим (1973); III – за М. П. Юшкіним та А. Г. Жабіним (1978); IV – за А. І. Гінзбургом (1983)

Нижче наведено напрацьовану Д. П. Григор'євим структурну схему генетичної мінералогії, яка цілком узгоджується з сучасним широким розумінням поняття генезис мінералів, її легко сприймати і запам'ятовувати, вона спонукає пізнати мінерали не лише “словесно, а й тілесно” і тому покладена нами в основу майбутньої книги “Генезис мінералів”:

Явища мінералогенезису	Сутність явищ
Власне утворення мінералів Спосіб утворення	Зародження, ріст, зміна й руйнування мінералів Фізико-хімічний механізм генезису – вільна кристалізація, метасоматичне заміщення, перекристалізація, поліморфне перетворення, впорядкування (розупорядкування) атомів у структурні, розпад твердого розчину
Геологічний процес мінералоутворення	Магматичний, пневматолітовий, гідротермальний, осадовий, метаморфічний, імпактний

1. Вернадский В. И. История минералов земной коры // Избр. соч.: В 5 т. М., 1959. Т. 4. Кн. 1.
2. Григорьев Д. П. В. И. Вернадский – реформатор русской минералогии // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1944. № 1. С. 25–30.
3. Ферсман А. Е. Жизненный путь академика Владимира Ивановича Вернадского (1863–1945) // Зап. Всесоюз. минерал. об-ва. 1946. № 1. С. 5–24.
4. Ферсман А. Е. Избранные труды: В 7 т. М., 1953. Т. 2.

5. *Вернадский В. И.* Опыт описательной минералогии // Избр. соч.: В 5 т. М., 1955. Т. 2.
6. *Вернадский В. И.* История минералов земной коры // Избр. соч.: В 5 т. М., 1960. Т. 4. Кн. 2.
7. *Самойлов Я.И.* Минералогия жильных месторождений Нагольного кряжа (Донецкий бассейн). СПб., 1906.
8. *Вернадский В. И.* Об использовании химических элементов в России // Русская мысль. 1916. № 1. С. 73–88.
9. *Григорьев Д. П.* Онтогенез минералов. Львов, 1961.
10. *Григорьев Д. П.* Позиции онтогенеза минералов // Зап. Всесоюз. минерал. об-ва. 1978. Вып. 4. С. 407–415.
11. *Григорьев Д. П.* Минерал как организм // Проблемы генетической информации в минералогии. Сыктывкар, 1976. С. 7.
12. *Ферсман А. Е.* Избранные труды: В 7 т. М., 1960. Т.6.
13. *Гинзбург А. И.* Генетическая минералогия – задачи и проблемы // Проблемы кристаллохимии и генезиса минералов. Л., 1983. С. 14–20.
14. *Дымков Ю. М.* Природа урановой смоляной руды. М., 1973.
15. *Юшкин Н. П., Жабин А. Г.* Перспективные направления генетической минералогии // Зап. Всесоюз. минерал. об-ва. 1978. Вып. 5. С. 305–318.
16. *Павлюшин В. И., Юшкин Н. П., Попов В. А.* Онтогенетический метод в минералогии. К., 1988.

#### GENETIC MINERALOGY: HISTORY, ESSENCE, STRUCTURE

V. Pavlyshyn

*Taras Shevchenko National University of Kyiv  
Vasyl'kivska st. 90, UA – 01022 Kyiv, Ukraine*

Genetic mineralogy elucidates the objective laws of origin, growth and destruction of minerals, aggregates, and also the conditions in which these phenomena occur. In this paper in historical aspect is stated, as changed the contents, structure and methodology of genetic mineralogy, which today became the theoretical base of the majority of geological sciences.

*Key words:* genetic mineralogy, history of science, ontogeny of minerals, typomorphism of minerals

*Стаття надійшла до редколегії 21.02.2000*