

УДК 549 : 082.2

О.М. Пономаренко, Г.О. Кульчицька, Д.С. Черниш

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення
ім. М.П. Семененка НАН України
03680, м. Київ-142, Україна, пр. Акад. Палладіна, 34
E-mail: kulchec@igmof.gov.ua

РОЗВИТОК МІНЕРАЛОГІЧНИХ ІДЕЙ ВОЛОДИМИРА ВЕРНАДСЬКОГО В УКРАЇНІ

Ім'я дійсного члена Російської та Української академії наук В.І. Вернадського, від дня народження якого минуло 150 років, широко відоме в Україні, бо багатогранною була його наукова творчість і плідною організаційна діяльність. Відзначення ювілейної дати — це нагода оцінити з позицій сьогодення внесок ученого в науку і прослідкувати вплив його ідей на її розвиток. Чільне місце серед усіх напрямів різнобічної діяльності В.І. Вернадського належало мінералогії. Глибоке знання мінералів привело його до реформування мінералогічної науки і заміни статичної описової мінералогії на динамічну генетичну. Нинішня генетична мінералогія має багато напрямів: вчення про флюїдні включення в мінералах (термобарогеохімія або мікрофлюїдологія), вчення про типоморфізм мінералів, онтогенія, ізотопні дослідження тощо, які інтенсивно розвивалися і продовжують розвиватися в Україні. Перший центр дослідження флюїдних включень у мінералах зародився в Україні в 1950-х рр. і пов'язаний з іменем доцента Львівського університету Миколи Єрмакова. У стінах цього університету розвинулася також прикладна термобарогеохімія, підгрунтя для якої заклав професор Євген Лазько. Згодом дослідницькі центри включень організовано в Радянському Союзі та за кордоном. Великий внесок у поширення цього вчення зробив відомий мінералог і організатор науки академік Євген Лазаренко. План В. Вернадського щодо створення при тодішній Українській Академії Наук Мінералогічного інституту був реалізований завдяки зусиллям академіка Миколи Семененка. Організований за його ініціативою у 1969 р. Інститут геохімії та фізики мінералів (сьогодні Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України) перетворився на провідну установу мінералогічного профілю. Опановані в Інституті найновіші методи фізичного дослідження мінеральної речовини дали величезний поштовх для розвитку вчення про типоморфізм мінералів, а розвиток ізотопного аналізу, перспективність якого передбачав ще В. Вернадський, сприяв встановленню джерела мінеральної речовини та часу кристалізації багатьох мінералів з різних регіонів. Регіонально-мінералогічні дослідження, на які В. Вернадський звернув увагу ще на початку ХХ ст., інтенсивно розвивалися в Україні завдяки ініціативі академіка Є. Лазаренка та його учнів. Є сподівання, що цей напрям збереже свої позиції й у ХХІ ст.

У 2013 р. увага громадськості прикута до наукової спадщини одного з найвідоміших учених першої половини ХХ ст. — Володимира Івановича Вернадського, від дня народження якого 12 березня минуло 150 років. Ця постать широко відома в Україні, бо багатогранними та плідними були його наукова творчість і організаційна діяльність. Відзначення знаменної дати — додаткова нагода переглянути з позицій сьогодення внесок відомого вченого в науку, прослідкувати розвиток його ідей та їхній вплив на подальший прогрес наукової думки.

© О.М. ПОНОМАРЕНКО, Г.О. КУЛЬЧИЦЬКА,
Д.С. ЧЕРНИШ, 2013

Організатор науки. Ім'я академіка Петербурзької академії наук Вернадського золотими літерами вписано в історію Національної академії наук України, яка у 2013 р. відзначає своє 95-річчя. Він був її організатором (тоді Українська Академія Наук (УАН)), одним із перших її членів і першим Президентом. Йому ми завдячуємо створенням Національної бібліотеки української держави при УАН, яка сьогодні носить його ім'я (Національна бібліотека України імені В.І. Вернадського), першої Хімічної лабораторії, з якої виросла низка інститутів хімічного профілю, позавідомчого Геологічного комітету та Комісії з вивчення природних багатств України. Він пропонував

сконцентрувати геологічні дослідження в єдиному Геологічному комітеті, для чого об'єднати його з УАН, щоб не було "безцільної трати сил і грошей", "утворення двох змарнілих установ, які до того ще й дорого коштують" [12]. У його плани входило створення Національного музею з різними відділами, зокрема з мінералогічним. Утворений у 1966 р. Центральний науково-природничий музей при Академії наук України отримав статус національного лише через 30 років, після здобуття Україною незалежності. На думку В. Вернадського, музеї мають поєднувати науково-освітню роботу з науково-дослідною, отже, складатися з двох установ, як найтісніше поєднаних між собою. Зокрема, Мінералогічний музей у його баченні мав складатися з власне музею та сполученого з ним Мінералогічного інституту. Одним із найголовніших завдань Мінералогічного музею мало бути вивчення мінералогії України [22]*. Буремні роки громадянської війни і постійна зміна влади стали на перешкоді його планам — Володимир Іванович був змушений залишити Київ, а згодом і Україну, проте лишився академіком УАН до кінця свого життя.

Реформатор мінералогії. Вшановуючи Вернадського-організатора, ми ще нижче схиляємось перед Вернадським-реформатором. З його іменем тісно пов'язане реформування мінералогії та створення нових наукових напрямів у природознавстві — геохімії, біогеохімії, радіогеології, вчення про біосферу і ноосферу.

Чільне місце серед усіх напрямів різнобічної діяльності Володимира Вернадського належало мінералогії. Він розпочав свою наукову кар'єру як мінералог і фактично ніколи не переставав ним бути. Мінералогічною була його магістерська дисертація ("О группе силлиманита и роли глинозема", 1891), мінералогічно-кристаллографічною, присвяченою явищу поліморфізму, — докторська ("Явление скользяния кристаллического вещества", 1897), різним аспектам кристаллографії та мінералогії присвячені його перші наукові праці. З чотирьох сотень опублікованих праць ученого-енциклопедиста найбільша частка належить мінералогічним. Серед них монографії "Основы кристаллографии" (1904), "Опыт описательной минералогии" (1908—1922), "Минералогия" (1912), "Земные силикаты, алюмосилика-

ты и их аналоги" (1910—1912, 1937) та "История минералов Земной коры" (1923—1936). Другий том останньої присвячений природним водам, оскільки воду, а також усі природні гази Володимир Іванович відносив до об'єктів мінералогії, що, на жаль, нині не підтримується Міжнародною мінералогічною асоціацією.

Мінералогія була підґрунтям, на якому розвинулися інші наукові напрями, започатковані Вернадським. Досконале знання мінералів, відшліфоване тривалою працею на посаді хранителя Мінералогічних колекцій, ознайомленням з експонатами провідних природничих музеїв Західної Європи, читанням лекцій у Московському та інших університетах, дали йому змогу започаткувати нові наукові напрями — геохімію, радіогеологію, біогеохімію. Без глибокого знання мінералогії це було б неможливо. Але насамперед глибокі знання мінералів призвели до реформування самої мінералогії та заміни статичної описової мінералогії динамічною генетичною.

Наприкінці XIX ст. мінералогія була переважно описовою наукою, спрямованою на вивчення зовнішніх ознак мінеральних видів — колір, твердість, форма кристалів тощо, аналогічно тому, як описували біологічні види. Більшість викладачів мінералогії були більше кристаллографами, ніж мінералогами. В. Вернадський, світогляд якого формувався під впливом видатних вчених — Д.І. Менделєєва, В.В. Докучаєва, О.М. Бутлерова та інших, вперше підходить до мінералогії як до динамічної науки, розглядає не лише мінерал, який є лише "пам'яткою" геологічних процесів, а самі процеси, завдяки яким він утворився. В. Вернадський поставився до мінералогії як до науки, яка розглядає причини утворення мінералів, умови їх існування в природі і наслідки руйнування. Як реформатор В. Вернадський по-новому визначив зміст і завдання мінералогії, переосмислив її на генетичній основі. Вивчення історії мінералів стало головним завданням цієї науки.

Прагнучи систематизувати й узагальнити наявний матеріал з мінералогії, В.І. Вернадський підготував підручник "Мінералогія" (він переробляв і доповнював його для кожного перевидання) і монографію "Опыт описательной минералогии". Українською мовою назву останньої праці передають як "Досвід описової мінералогії" або як "Спроба описової мінерало-

* Детальніше див. статтю В. Павлишина у цьому номері.

гії". На нашу думку, другий варіант точніше передає задумане автором. З боку В. Вернадського це була саме спроба статичного опису мінералів. Вона виявилася невдалою, бо після десяти років роботи вчений залишив цю працю незавершеною і перейшов до іншої, не менш глобальної мінералогічної роботи — "История минералов Земной коры", сповна віддаючись генетичній мінералогії. Три характеристики має отримати мінералог для кожного родовища (скупчення) мінералів: визначити морфологію мінерального тіла, його парагенезис і тип хімічного процесу, що призвів до утворення мінералу (тобто генезис) [7]. Його вислів: "Я положил в основу широкое изучение минералогических процессов земной коры, обращал основное внимание на процесс, а не только на исследование продукта процесса (минерала), на динамическое изучение процессов, а не только на статическое изучение их продуктов..." [5, с. 478] став програмним для наступного покоління мінералогів, а методи генетичної мінералогії — інструментами для пошуку корисних копалин. Тільки знаючи "условия генезиса минерала, его устойчивость при природных условиях (т. е. генезис других минералов, которые могут из него произойти) — мы в состоянии бываем решать, при каких условиях и в каких местностях можно ждать тех или иных руд важных металлов. Эти и тому подобные вопросы могут быть решены только при возможно широком развитии и распространении учения о генезисе минералов, которые отчасти и сложились под влиянием практических потребностей. В этом заключается научный и практический интерес изучения генезиса минералов" [2, с. 307].

Велич В. Вернадського як ученого полягає в тому, що "в полном несогласии с преподаванием минералогии на Западе и в России <он> стоял ... на том пути, по которому пошло научное развитие мысли" [7, с. 328]. Розвиток наукової думки пішов шляхом генетичної мінералогії, бо завдання сьогодення вимагали направлено пошуку корисних копалин. Вчений вважав, що лише той народ, який зможе швидко і повно оволодіти знаннями та прикласти їх до свого життя, отримає міць, спрямовану на загальне добро, що становить головне завдання будь-якої розумної державної політики [6].

Нинішня генетична мінералогія складається з багатьох розділів — *парагенетичний аналіз*

як метод вивчення еволюції процесів мінералоутворення, *онтогенія*, яка деталізує механізм утворення мінеральних індивідів і агрегатів, *вчення про типоморфізм*, яке пов'язує хімічні і фізичні властивості мінералу з геологічними і фізико-хімічними умовами його утворення, *вчення про флюїдні включення в мінералах* як релікти мінералоутворювального середовища, *ізотопні дослідження*, що дозволяють виявити джерело речовини для мінералоутворення та ін. Деякі з розділів уже вийшли за рамки мінералогії та перетворилися на самостійні наукові напрями, як загальна флюїдологія та ізотопна геохімія.

Розвиток вчення про включення у мінералах.

Наступні покоління геологів уже не задовольняла реконструкція процесів мінералоутворення тільки за парагенезисами, як за часів Вернадського. Виникла необхідність точної реконструкції, кількісної характеристики геологічного процесу. Такий інструмент дала нова наука, яка отримала багато назв: *учення про включення, термодинамічна геохімія (термобарогеохімія), мінералофлюїдологія, fluid inclusions* тощо. Попри те, що різні науки (геохімія, кристалографія, вчення про корисні копалини) розглядають мінералофлюїдологію як свою галузь, усі вони використовують її результати з єдиною метою — реконструкція генетичної історії мінералу.

Так сталося, що нова галузь генетичної мінералогії зародилася саме в Україні. Перший дослідницький центр утворився у м. Львів у перші повоєнні роки*. Створенням центру ми завдячуємо Євгену Лазаренку — першому декану геологічного факультету Львівського університету, і Миколі Єрмакову, доценту, а згодом завідувачу кафедри і декану цього закладу. Вихід у світ монографії М.П. Єрмакова "Исследование минералообразующих растворов" (Харків, 1950) знаменував початок бурхливого розвитку термобарогеохімії. Хоча родоначальником нової науки справедливо вважають Генрі Сорбі, англійського природодослідника, який у 1858 р. уперше привернув увагу до флюїдних (газово-рідких) включень у мінералах, мало пройти майже 100 років, щоби спостереження Г. Сорбі набули цінності.

* Див. також "XV Всероссийська конференція з термобарогеохімії та проблеми української мінералофлюїдології" // Мінерал. журн. — 2012. — 34, № 4. — С. 94—95.

В. Вернадський був знайомий з роботами Г. Сорбі, підтримував їх, у зв'язку з чим писав: "...мы обратим внимание, насколько слабо представлена в списке вод вода включений (в главной части — микроскопических) горных пород и минералов. В сущности после основных работ Г. Сорби наши знания о химизме процесса остановились; получены лишь отдельные поправки и частности. В общей форме значение этих водных растворов не осознано минералогами и геологами, а между тем, в отдельных случаях, мы и сейчас имеем здесь воды, которые совершенно не повторяются ни в одном подцарстве...". "Мы имеем здесь возможность проникнуть в глубинные воды в такой степени, в какой не дает нам возможность никакая другая вода". "Включения < > требуют сейчас самого настойчивого, систематического изучения. Это изучение во многом изменит наши представления об истории природных вод в более глубоких участках земной коры". "Тот, кто возьмется за эту работу сейчас, имеет перед собой область огромных и важных достижений" [3, с. 206].

Феномен успіху М. Єрмакова, 100 років від дня народження якого минає також у цьому році, полягав у тому, що він застосував нагрівальну камеру для визначення температури гомогенізації включень і таким чином перетворив флюїдні включення на самореструвальні термометри, як це намагався зробити ще Г. Сорбі. Процес мінералоутворення отримав конкретну числову характеристику, виражену в градусах Цельсія. Впровадження високотемпературних камер дало змогу розширити коло об'єктів дослідження до включень магматичних розплавів, а застосування глибокого охолодження — отримувати числові характеристики не лише для температури, а й для флюїдного тиску в середовищі мінералоутворення, розраховуючи його за густиною газів, стиснених у включеннях. Інтенсивно почала розвиватися нова наука — *мінералогічна термометрія за включеннями* у мінералах [11]. Попри всю недосконалість апаратури і помилковість генетичних інтерпретацій це був неймовірний стрибок уперед у галузі генетичної мінералогії.

Перспектива, що відкрилася після визначення фізичних параметрів, спонукала до пошуку методів для вивчення хімічного складу включень як реліктів мінералоутворювально-

го середовища. Хімічний напрям розвинувся настільки широко, що це дозволило класифікувати нову науку як *термодинамічну геохімію* (термобарогеохімію), яка виникла внаслідок взаємодії геохімії та мінералогії [11]. Досягнення науки були спрямовані на розробку критеріїв рудогенезу, отже, включення стають невід'ємним атрибутом учення про корисні копалини. Розвивається *прикладна термобарогеохімія*, підгрунття якої закладене і розвинуто професором Львівського університету Є. Лазьком [15]. Флюїди включень зіставляють з рудоутворювальними флюїдними потоками. Вчення про включення виходить за рамки *мінералофлюїдології*, як його пропонував називати В. Калюжний [13], і перетворюється в загальну флюїдологію [17].

Одночасно з розгалуженням наукового напрямку розширюється коло термобарогеохімічних лабораторій, які виникають спочатку в Москві та Новосибірську, згодом — у всіх наукових центрах Радянського Союзу, країнах Західної Європи, США, Китаї. В Україні також з'являються ще інші лабораторії. З іменем В.А. Калюжного, який створив школу дослідників включень, пов'язана організація потужного центру в стінах Інституту геології і геохімії горючих копалин НАН України, який функціонує донині. Роботи з вивчення включень у Львові та Києві сьогодні координують учні В. Калюжного і Є. Лазька.

Розвиток генетично-мінералогічних досліджень в Україні значною мірою пов'язаний з ім'ям академіка Євгена Лазаренка, 100-річчя від дня народження якого мінералогі відзначили у 2012 р. Євген Костянтинівич був знайомий з Володимиром Івановичем лише заочно, листувався, але вивчав мінералогію на засадах, сформульованих В. Вернадським. Саме йому Є. Лазаренко присвятив одну зі своїх монографій — "Основы генетической минералогии" (1963). Ще раніше за його сприяння і редакторства побачила світ книга майбутнього всесвітньовідомого академіка В.С. Соболева "Введение в минералогію силикатов" (Вид-во Львів. ун-ту, 1949), у першому розділі якої автор підкреслив неоцінене значення алюмосилікатної теорії В. Вернадського для розшифрування структури алюмосилікатів і розвитку їх генетичної мінералогії. Наскільки пріоритетним Євген Костянтинівич вважав цей напрям свідчить той факт, що першим його кроком на посаді директора Інституту

геологічних наук АН УРСР було створення відділу регіональної та генетичної мінералогії і загальноінститутської лабораторії фізичних методів дослідження мінералів. Підбираючи аспірантів і відповідні теми для дисертацій він мав на меті охопити всі можливі напрями генетичних досліджень, але насамперед — вивчення флюїдних включень, оскільки методи термо- і барометрії вважалися і вважаються донині найбільш об'єктивними методами реконструкції умов мінералоутворення. З його ініціативи у 1978 р. був заснований республіканський міжвідомчий збірник "Региональная и генетическая минералогия". Остання наукова праця, яку Є. Лазаренко ще встиг повністю підготувати до друку — "Опыт генетической классификации минералов" (1979) (так само "Опыт", як у В. Вернадського), також стосувалася генетичної мінералогії. На його думку, провідним методом у мінералогії був і лишається власне мінералогічний, в основу якого покладено генетичний принцип. "Только на основе генетического принципа можно ставить и решать вопросы истории минеральных тел и эволюции минерального вещества в планетарном масштабе, а также наиболее рационально подойти к раскрытию возникновения высоких концентраций минералов в отдельных участках..." [14, с. 7].

Створений академіком Є. Лазаренком відділ нині функціонує в межах Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка (ІГМР) НАН України та продовжує нагромаджувати здобутки генетичної мінералогії [10].

Фізика мінералів. Виходячи з положень сучасної генетичної мінералогії вчені вважають, що мінерал несе багату інформацію про своє походження. Її можна одержати, вивчаючи особливості хімічного складу мінералу, склад його домішок, кристалічну структуру, фізичні властивості, макро- і мікрогетерогенність. Розшифровка інформації, закладеної в мінералі, стає можливою лише із застосуванням найновіших методів дослідження.

У 1969 р. з ініціативи академіка М. Семененка при НАН України (тоді АН УРСР) був заснований Інститут геохімії та фізики мінералів (сьогодні ІГМР), який дуже швидко набув всесоюзної слави як провідний інститут мінералогічного профілю. Таким чином, через півсторіччя був реалізований план академіка В. Вернадського щодо створення Мінерало-

гічного інституту при УАН. Слід згадати, що Володимир Іванович майже миттєво реагував на появу нових методів дослідження і відразу оцінював їх перспективність. Так сталося, наприклад, з відкриттям рентгенівських променів і явища їх дифракції, які довели правильність висновків П. Грота про атомну будову кристалів: "Это одно из величайших открытий точных наук быстро сдвигает минерологию на новый путь и открывает перед ней негаданные, огромные перспективы" [6, с. 528].

У семененківському інституті були зібрані всі найновіші на той час хімічні та фізичні методи дослідження мінералів, усі види спектроскопії у широкому діапазоні електромагнітних хвиль — ядерний магнітний і ядерний гамма-резонанс, електронний парамагнітний резонанс, оптична та інфрачервона спектроскопія, а також термо-, фото- і рентгенолюмінесценція. Завданням спектроскопістів було вивчення складу домішок у мінералах, їхньої структурної позиції та виявлення закономірностей зміни складу і позиції домішок від зміни геологічних умов утворення мінералу. Спектроскопічні дослідження, поєднані з рентгено-спектральним мікрозондовим і рентгено-структурним методами аналізу, дослідженням флюїдних включень, доповнені оптично- і електронномікроскопічними спостереженнями, вивченням морфології кристалів, замірами твердості на різних гранях, призвели до створення обґрунтованої бази типоморфних ознак мінерального виду, які визначають його генетичні особливості. Попри всі фінансові негаразди, слабку оновленість устаткування і дефіцит кадрів фізичні методи дослідження мінералів продовжують розвиватися учнями наукових шкіл, створених О.С. Поваренних та І.В. Матяшом. ІГМР — єдиний науковий центр в Україні, де успішно функціонує школа фізики мінералів [20].

Підсумовуючи зроблене після Вернадського, можна стверджувати, що реформована Володимиром Івановичем мінералогія дала вражаючі результати. Сьогоднішня генетична мінералогія — це один з провідних геологічних напрямів, озброєний фізичними методами дослідження. Завдяки поколінню нових приладів учені проникли до атомного рівня кристалів, але наріжним каменем кожного дослідження є питання генетичної історії мінералу, пошук закономірностей його утворення і, як результат, розробка критеріїв пошуку корис-

них копалин. І так буде надалі, у чому нас переконують сучасні підручники з мінералогії, видані в Україні [18–20], наскрізь просякнуті духом мінералогічних ідей В. Вернадського.

Ізотопний аналіз, який розвивається також у стінах ІГМР [24], став можливим лише з появою найсучасніших приладів, зокрема мас-спектрометрів високої точності, які дозволяють визначити частку ізотопу (стабільного чи радіогенного) у складі домішкового елементу. Якщо стабільні ізотопи є критеріями визначення джерела геологічної речовини та фізико-хімічних умов формування мінералів, тобто служать генетичній мінералогії, то радіогенні ізотопи — основа встановлення віку мінералу і геологічних порід, у яких цей мінерал виявлений.

Для вирішення завдань з визначення генезису геологічних об'єктів в ІГМР вивчають склад ізотопів легких елементів — водню, вуглецю, кисню, сірки, азоту та важчих — стронцію та неодиму. Хоча хімічні та фізичні властивості стабільних ізотопів мало відрізняються, під час геологічних процесів відбувається фракціонування ізотопів окремих елементів, яке підсилюється кінетичними, термодинамічними і біологічними чинниками. Це передбачав В. Вернадський, кажучи: "...геохимические атомные веса должны меняться в связи с парагенезисом. Неизменен только вес изотопов" [2, с. 570]. Найпоширеніший процес фракціонування — ізотопний обмін, найбільший ефект його властивий легким ізотопам. Як правило, за високої температури фракціонування мінімальне, за низької — максимальне, відновні сполуки містять більше легшого ізотопу, ніж окиснені, у парах води більше легких ізотопів, ніж у воді, вміст ^{12}C у нафті та природних газах більший, ніж у седиментогенному кальциті, мантіїні мінерали містять менше ^{87}Sr , ніж корові. Використовуючи ці та інші постулати можна вирішувати різноманітні завдання генетичної мінералогії, від встановлення температури кристалізації мінералів до визначення частки мантіїної, корової та метеорної речовини у процесі мінерало- та рудоутворення.

В останнє десятиріччя на передній план висувається ще одне завдання, пов'язане з ізотопним складом мінералів — пошук індивідів, природно збагачених зазвичай рідкісним у природі ізотопом. Великий пошуковий бум спричинила інформація, що ^{187}Os належить

до найдорожчих металів у світі. Внаслідок аналогічних пошукових робіт у пегматитах центральної частини Українського щита виявлено біотит, природно збагачений ^{87}Sr (середнє значення чистоти 93,6 %) [1].

Понад 30 років В.І. Вернадський займався вивченням радіоактивного розпаду елементів. Усього лише через десяток років з часу відкриття явища радіоактивності (1896) він разом з іншими вченими поставив перед Академією наук питання про необхідність пошуків радіоактивних мінералів у Росії, а ще через пару десятків проголосить створення нової науки — радіогеології [8]. Явище розпаду елементів його цікавило в двох аспектах: 1) як нове джерело енергії (радієві руди) і 2) як хронометр, оскільки ще П'єр Кюрі у 1902 р. встановив, що процес радіоактивного розпаду відбувається закономірно, а тому співвідношення материнських і дочірніх продуктів розпаду в мінералі може бути еталоном часу. На думку Вернадського, це відкриття докорінно змінює і надзвичайно підсилює геологічну наукову роботу, "...не только вносит в человеческое сознание новое понимание времени — впервые за все тысячелетие истории научной мысли — но ставит на очередь коренную **реформу геологии** (виділено В. Вернадським) — в том числе и всей горной разведки", оскільки явище радіоактивності є "природним хронометром" [7, с. 582]. У 1934 р. в зв'язку з наступним Геологічним конгресом серед першочергових проблем Вернадський називає проблему "Определение возраста Земли на основе определения возраста радиоактивных минералов по гелиевому и свинцовому методам, в первую очередь для минералов из Фенно-Скандинавского щита и Украинского кристаллического массива" [7, с. 569].

Радіологічні дослідження в Україні пов'язані з іменем Євгена Самойловича Бурксера, якого доля звела з Вернадським на одному зі з'їздів хіміків. Першу в Російській імперії радіологічну лабораторію, яка поставила своїм завданням вивчення радіоактивних гірських порід, вод та мінералів, було утворено в 1910 р. в Одесі, а В. Вернадський був наставником Є. Бурксера в організації науково-дослідних робіт при Одеському відділенні Російського технічного товариства. У повоєнні роки член-кореспондент АН УРСР Є.С. Бурксер продовжив свої дослідження вже в Києві на посаді керівника лабораторії абсолютного віку при

Інституті геологічних наук. Організована у стінах АН УРСР Геохронологічна комісія під головуванням академіка М.П. Семененка отримала завдання скласти геохронологічну карту Українського щита ґрунтуючись на результатах, одержаних у лабораторії абсолютно-го віку.

Подальшу роботу з уточнення стратиграфії Українського щита, яку сконцентровано в Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семененка, продовжив академік М.П. Щербак та учні його школи. На сьогодні ІГМР — єдина наукова організація в Україні, де виконуються геохронологічні дослідження. Робота ведеться у трьох відділах: геології та хроностратиграфії докембрію, радіогеохронології та геохімії ізотопів і мас-спектрометрії.

Залежно від кінцевих продуктів розпаду в ядерній геохронології сьогодні використовують різні методи: уран-свинцевий, гелієвий, калій-аргоновий, рубідій-стронцієвий, реній-осмієвий і самарій-неодимовий. Найуспішніше розвивається уран-торій-свинцевий метод з цирконом як головним геохронометром. Калій-аргоновий метод через порушення закритості К-Аг системи під час прогріву використовують для вирішення спеціальних завдань, а саме — фіксування виходу зон діафорезу із режиму метаморфізму [21].

Унаслідок спільних зусиль геологів, мінералогів, хіміків і фізиків отримані важливі експериментальні дані про ізотопний вік різних геологічних утворень на території України, викладені у серії монографій: "Каталог ізотопних дат Українського щита" (1978), "Ізотопна геологія України" (1981), "Геологическая шкала докембрия Украинского щита" (1989), "Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Архей" (2005), "Геохронология раннего докембрия Украинского щита. Протерозой" (2008) тощо. Здобуті експериментальні дані покладені в основу визначення тривалості геологічних періодів та створення шкали геологічного часу всього розрізу земної кори. Вітчизняні та зарубіжні вчені постійно удосконалюють цю шкалу, оскільки отримують нові реперні дати.

Визначення віку порід уже вийшло за рамки радіогеології, створеної В.І. Вернадським, і перетворилося на ізотопну геохронологію — науковий напрям, що виник на межі радіогеології, радіохімії та мінералогії.

Регіональна мінералогія. В "Опыте описательной минералогии" В. Вернадського характеристика кожного мінерального виду містить параграф "Нахождение в России" або подібний за змістом. Закінчується монографія покажчиком літератури з топографічної мінералогії, до одного з розділів якої, як відомо, належить мінералогія регіональна. Наскільки важливими вчений вважав регіонально-мінералогічні дослідження, свідчить цитата з його доповідної записки про створення Мінералогічного музею при УАН: "Першим завданням музею повинно бути видання мінералогії України (*виділено В. Вернадським*). Для цієї мети музей повинен ... мати в своєму розпорядженні картковий каталог мінералів України, який буде поповнюватись та завершуватись" [22, с. 554].

Розвиток регіонально-мінералогічного вивчення території України також пов'язаний з іменем Євгена Лазаренка. Ще перебуваючи на посаді ректора Львівського університету він започаткував серію колективних монографій з регіонального опису мінералогії України, перша з яких — "Мінералогія вивержених комплексів Західної Волині" — побачила світ у 1960 р. Далі рік за роком виходять інші — "Мінералогія осадочних утворень Прикарпаття" (1962), "Мінералогія Закарпаття" (1963), "Мінералогія Поділля" (1969), а після переїзду в Київ — "Мінералогія и генезис камерных пегматитов Волини" (1973), "Мінералогія Донецького басейна" (1975), "Мінералогія Криворожського басейна" (1977), "Мінералогія Приазов'я" (1981). Останню працю впорядковували до друку вже його учні.

Що вражає у підготовці цих монографій — вони не були написані кабінетним ученим чи кількома столичними дослідниками. Організаторський талант Євгена Костянтиновича об'єднав для створення кожного регіонального тому широке коло авторів, у першу чергу геологів і мінералогів досліджуваного регіону. Завдяки його зусиллям були реанімовані і подекуди створені мінералогічні центри у Києві, Львові, Харкові, Донецьку, Одесі, Кривому Розі, Дніпропетровську, Закарпатті (Берегово). Більшість із них функціонує донині.

Продовжили регіональні дослідження учні академіка Є. Лазаренка. Попри скрутні часи побачили світ чотири томи видання "Мінералогія Українських Карпат" (1990—2011) за редакцією О. Матковського, довідник "Мінера-

ли України" (1990) за редакцією академіка М. Щербака, підручник "Основи мінералогії України" [16]. Завдяки академіку Є. Лазаренку та його учням територія України виявилася краще вивченою у регіональному плані, ніж територія Росії. З часів О.Є. Ферсмана, за редакцією якого виходили серії "Мінералогія Союзу" та пізніше "Мінерали ССРСР", планового мінералогічного вивчення території Росії не відбувалося.

У перспективних планах ІГМР ім. М.П. Семеновка НАН України — підготовка до друку багатотомного видання "Мінералогічна енциклопедія України". Таку ідею професор В. Павлишин виношував не один рік, наявні значні напрацювання, але робота загальмувалась. Затверджена до виконання в ІГМР нова фундаментальна науково-дослідна тема "Генезис і розподіл мінералів у геологічних комплексах України" (2013—2017) має на меті узагальнення і доповнення мінералогічного вивчення території держави, створення кадастру мінералів і енциклопедичного довідкового видання. Таким чином, буде втілено в життя ще один задум академіка УАН В. Вернадського.

Підсумок. У 1912 р. В. Вернадський писав: "Кожне наукове покоління повинно критично творити історію науки і її минулого, і не тільки тому, що змінюються запаси наших знань про минуле, відкриваються нові документи чи знаходяться нові засоби відновлення минулого. Ні! Потрібно наново науково переробляти історію науки, поновно історично заходити в минуле, бо завдяки сучасному розвитку знання, у минулому одне набуває значення, інше втрачає.

Кожне покоління наукових дослідників шукає і знаходить в історії науки відображення наукових течій свого часу. Рухаючись вперед, наука не тільки створює нове, а й обов'язково переоцінює старе, пережить. < > Натураліст і математик завжди повинні знати минуле своєї науки, щоб розуміти її сучасне. Тільки таким способом можна правильно і повно оцінити те, що здобувається сучасною наукою, що вона виставляє як важливе, істинне чи потрібне" [4, с. 51].

Що ще можна додати до цих слів геніального вченого? Сто років тому він передбачив висновок, який зроблять його далекі наукові нащадки!

ЛІТЕРАТУРА

1. *Вальтер А.А., Дикий Н.П., Еременко Г.К. и др.* Рубидиевый биотит — минеральный носитель чистого изотопа стронция-87 // Доп. НАН України. — 2011. — № 6. — С. 102—106.
2. *Вернадский В.И.* Генезис минералов // Энциклопедический словарь. — СПб., 1892. — Т. 8. — С. 306—311. [http : //ru.wikisource.org/wiki/ЭСБЕ/Генезис_минералов](http://ru.wikisource.org/wiki/ЭСБЕ/Генезис_минералов)
3. *Вернадский В.И.* История минералов Земной коры // Избр. соч. : В 6 т. — Т. IV, кн. 2. — М. : Изд-во АН СССР, 19я3 історії ідей. Вибрані праці / Пер. М.І. Кратка. — К. : Наук. думка, 2005. — 301 с.
5. *Вернадский В.И.* Введение к книге "Земные силикаты, алюмосиликаты и их аналоги" (совместно с С.М. Курбатовым) // Вибр. наук. пр. академіка В.І. Вернадського. Т. 5 : Мінералогічна спадщина Володимира Івановича Вернадського. — К., 2012. — С. 453—520.
6. *Вернадский В.И.* Задачи минералогии в нашей стране (1917—1927) // Вибр. наук. пр. академіка В.І. Вернадського. Т. 5 : Мінералогічна спадщина Володимира Івановича Вернадського. — К., 2012. — С. 521—532.
7. *Вернадский В.И.* История минералов Земной коры // Вибр. наук. пр. академіка В.І. Вернадського. Т. 5 : Мінералогічна спадщина Володимира Івановича Вернадського. — К., 2012. — С. 317—452.
8. *Вернадский В.И.* Мінералогічна спадщина В.І. Вернадського в епістолярному жанрі // Вибр. наук. пр. академіка В.І. Вернадського. Т. 5 : Мінералогічна спадщина Володимира Івановича Вернадського. — К., 2012. — С. 557—630.
9. *Вернадский В.И.* Очерки геохимии // Вибр. наук. пр. академіка В.І. Вернадського. — Т. 7, кн. 1 : Праці з геохімії та радіології. — К., 2012. — С. 235—624.
10. *Возняк Д., Кульчицька Г., Галабурда Ю.* Поступальна хода генетичної мінералогії Лазаренка // Мінерал. зб. — 2012. — № 62, вип. 1. — С. 19—30.
11. *Ермаков Н.П.* Геохимические системы включений в минералах. — М. : Недра. 1972. — 376 с.
12. *Записка академіка В.І. Вернадського (про створення Геологічного Комітету при Академії наук) // Вибр. наук. пр. академіка В.І. Вернадського. Т. 5 : Мінералогічна спадщина Володимира Івановича Вернадського. — К., 2012. — С. 551—552.*
13. *Калюжный В.А.* Основы учения о минералообразующих флюидах. — Киев : Наук. думка, 1982. — 240 с.
14. *Лазаренко Е.К.* Опыт генетической классификации минералов. — Киев : Наук. думка, 1979. — 316 с.
15. *Ляхов Ю.В., Павлунь М.М.* Професор Є.М. Лазько — ідеолог та засновник Львівської наукової школи прикладної термобарогеохімії постмагматичних рудних формацій // Вісн. Львів. ун-ту. Сер. геол. — 2005. — Вип. 19. — С. 4—22.
16. *Матковський О., Павлишин В., Сливко Є.* Основи мінералогії України : Підр. — Львів : Вид. центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. — 856 с.

17. *Наушко І., Калужний В., Братусь В. та ін.* Учення про мінералотвірні флюїди : пріоритетні завдання розвитку на сучасному етапі // *Мінерал. зб.* — 2000. — № 50, вип. 2. — С. 22—30.
18. *Павлишин В.І., Довгий С.О.* Мінералогія : Підр. — К. : КНТ, 2008. — 536 с.
19. *Павлишин В.І., Матковський О.І., Довгий С.О.* Генезис мінералів : Підр. — К. : ВПЦ "Київ. ун-т", 2003. — 672 с.
20. *Павлишин В.І., Платонов О.М., Брик О.Б. та ін.* Мінералогія у Національній академії наук України // *Мінерал. журн.* — 2008. — **30**, № 3. — С. 7—37.
21. *Павлишин В.І., Пономаренко О.М., Возняк Д.К.* Методи генетичної мінералогії. — К. : Наук. думка, 2002. — 100 с.
22. *Павлова О.О., Пономаренко О.М.* Геохронометрія докембрійських зон діафорезу в кристалічних породах північно-західної частини Українського щита // *Мінерал. журн.* — 2010. — **32**, № 3. — С. 82—87.
23. *Про Національний Мінералогічний Музей при Українській Академії Наук у Києві.* Записка академіка В.І. Вернадського // *Вибр. наук. пр. академіка В.І. Вернадського. Т. 5 : Мінералогічна спадщина Володимира Івановича Вернадського.* — К., 2012. — С. 553—556.
24. *Шербак М.П., Пономаренко О.М., Степанюк Л.М. та ін.* Геохімія ізотопів та геохронологія докембрію // *Мінерал. журн.* — 2008. — **30**, № 3. — С. 60—70.

Надійшла 18.12.2012

А.Н. Пономаренко, А.А. Кульчицкая, Д.С. Черныш

РАЗВИТИЕ МИНЕРАЛОГИЧЕСКИХ ИДЕЙ ВЛАДИМИРА ВЕРНАДСКОГО В УКРАИНЕ

Имя действительного члена Российской и Украинской академий наук В.И. Вернадского, со дня рождения которого исполнилось 150 лет, широко известно в Украине, т. к. многогранным было его научное творчество и плодотворной организационная деятельность. Празднование юбилейной даты всегда служит поводом с современных позиций оценить вклад в науку и проследить влияние идей ученого на ее развитие. Главное место среди направлений деятельности В.И. Вернадского занимала минералогия. Глубокое изучение минералов привело его к реформированию минералогической науки и замены статической описательной минералогии на динамическую генетическую. Сегодняшняя генетическая минералогия насчитывает много направлений: учение о флюидных включениях (термобарогеохимия или минералофлюидология), учение о типоморфизме минералов, онтогенеза, изотопные исследования и др., которые интенсивно развивались и продолжают развиваться в Украине. Первый центр исследования флюидных включений в минералах возник в Украине в 1950-х гг. и связан с именем доцента Львовского университета Николая Ермакова. Также в стенах этого университета развилась прикладная термобарогеохимия, осно-

вой для которой стали работы профессора Евгения Лазько. Несколько позже исследовательские центры включений появились в других городах Советского Союза и за рубежом. Значительное содействие развитию этого учения оказал известный минералог и организатор науки академик Евгений Лазаренко. План В. Вернадского по созданию при Украинской Академии Наук Минералогического института был реализован благодаря стараниям академика Николая Семеновко. Созданный по его инициативе в 1969 г. Институт геохимии и физики минералов (сегодня Институт геохимии, минералогии и рудообразования им. Н.П. Семеновко) стал ведущей организацией минералогического профиля. Применяемые в Институте новейшие методы физического исследования минерального вещества стимулировали развитие учения о типоморфизме минералов, а внедрение изотопного анализа, перспективность которого предвидел еще В. Вернадский, позволило определять источник минерального вещества, опираясь на знания о составе стабильных изотопов, и время кристаллизации минерала — по составу изотопов нестабильных. Регионально-минералогические исследования, на которые В. Вернадский обратил внимание еще в начале XX ст., интенсивно развивались в Украине благодаря инициативе академика Е. Лазаренко и его учеников. Надеемся, что это направление сохранит свои позиции и в XXI в.

O.M. Ponomarenko, G.O. Kulchytska, D.S. Chernysh

DEVELOPMENT OF MINERALOGICAL IDEAS OF VOLODYMYR VERNADSKY IN UKRAINE

Volodymyr Vernadsky, Academician of the Russian and Ukrainian Academies of Sciences, is one of the most famous scientists of the first half of the 20th century. This name is widely known in Ukraine because of his versatile scientific work and productive organizational activity. Celebration of the 150th anniversary of the V. Vernadsky's birth is an opportunity to assess the contribution of the scientist to mineralogy and trace the influence of his ideas on its development. Ukrainian scientists respect V. Vernadsky as the organizer of the National Academy of Sciences of Ukraine (formerly the Ukrainian Academy of Sciences), the first its president and one of the first its full members. Mineralogy reform and the creation of new research in the natural sciences connected with the name of Vernadsky. Mineralogy occupied a leading position among all directions of Volodymyr Vernadsky diversified activity. Deep knowledge of minerals led him to the reform in mineralogical science and replacement of static descriptive mineralogy by the dynamic genetic one. Studying the history of minerals became the main object of genetic mineralogy. Vernadsky's greatness as a scientist is in predicting the path of development, according to which science is gone. Today's genetic mineralogy has many directions: the doctrine of fluid inclusions (thermobarogeochemistry, microfluid mineralogy), the doctrine of the minerals typomorphism, ontogenesis, isotopic studies, and others, which have been intensively developed and continue to develop in Ukraine. The first center of in-

vestigation of fluid inclusions in minerals was formed in Ukraine in the 1950's. It is connected with the name of assistant professor of Lviv University M.P. Ermakov, who applied the heating chamber to determine the temperature of homogenization of inclusions. Thus the fluid inclusions become the self registered thermometers as the founder of this section of mineralogy G. Sorbi tried to make it. Applied thermobarogeochemistry founded on the works of Professor E. Lazko began to develop at the University later. The doctrine of inclusions was distributed, the research centers continued developing in the Soviet Union and abroad. Famous mineralogist and organizer of science academician E. Lazarenko made a significant contribution to the development of the doctrine. Vernadsky planned to found the Mineralogical Institute at the Academy of Sciences. This plan was realized due to the efforts of Academician M.P. Semenenko. The Institute of Geochemistry and Physics of Minerals (now M. Semenenko

Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NAS of Ukraine) was founded on his initiative in 1969. Later it became the leading institute of mineralogical profile. The newest methods of physical investigation of mineral matter, collected in the Institute, stimulated the development of the doctrine of mineral typomorphism. Introduction of isotope analysis, the prospects of which Vernadsky foresaw, has allowed researchers to determine the source of mineral substance. Study of stable isotopes helps to determine the source of mineral matter, and unstable isotopes study helps to determine the time of mineral crystallization. At the beginning of the 20th century Vernadsky's attention was drawn to regional-mineralogical studies. They were intensively developed in Ukraine in the second half of the 20th century due to the initiative of academician E. Lazarenko and students of his school. It is hoped that this trend will retain its position in the 21st century.