

<https://doi.org/10.15407/mineraljournal.43.03.003>
УДК 549.0

В.І. Павлишин, д-р геол.-мін. наук, проф., акад. ВШ України
Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України
03142, м. Київ, Україна, пр-т Акад. Палладіна, 34
E-mail: V.I.Pavlyshyn@gmail.com; ResearcherID: D-6558-2019

МІНЕРАЛОГІЯ В НЕЗАЛЕЖНІЙ УКРАЇНІ (1991–2021 рр.)

Статтю присвячено аналізу сучасного стану мінералогічних знань і здобутків у незалежній Україні (1991–2021 рр.). Розглянуто основні досягнення вчених України у різних галузях цієї фундаментальної дисципліни з циклу наук про Землю — регіональній, систематичній і генетичній мінералогії, кристалохімії й фізиці мінералів, мінералогічній кристалографії, біо- та наномінералогії, експериментальній, космічній та прикладній мінералогії, музейній справі. В Україні сформовано чотири всесвітньовідомі наукові школи (регіонально-мінералогічна академіка Євгена Лазаренка, термобарогеохімічна професора Миколи Єрмакова, кристалохімічна академіка Олександра Поваренних, фізики мінералів професорів Івана Матяша, Олексія Платонова, Аркадія Таращана), представники яких найбільше збагатили мінералогію оригінальними результатами. Основні проблеми сучасної мінералогії в Україні — кадрові, наукові, прикладні тощо — стисло сформульовано у "Висновках" статті.

Ключові слова: аналіз, мінералогічні знання і здобутки, незалежна Україна (1991–2021 рр.).

Вступ. На сучасному етапі розвитку мінералогії в Україні (1991–2021 рр.), тобто в незалежній Україні, маємо і нові здобутки, і вагомі втрати.

Мета статті — висвітлити сучасний стан мінералогії в Україні й окреслити актуальні в кризовий період прикладні завдання.

Як і в усьому цивілізованому світі, певне значення для розвитку мінералогії в Україні, на тлі успішного функціонування раніше заснованих ("Мінералогічний журнал", "Мінералогічний збірник", "Геохімія і рудоутворення"), мала поява нових періодичних видань — "Мінеральні ресурси України" (1994), "Коштовне та декоративне каміння" (1995), "Збірник наукових праць Інституту фундаментальних досліджень" (2000), "Збірник наукових праць Українського державного геологорозвідувального інституту" (2000), "Геолого-мінералогічний вісник" Криворізького гірничорудного університету (2000), "Геолог України" (2003), "Записки Українського мінералогічного товариства" (2004), а також монографія Д. Гурського "Кон-

цептуальні засади державної мінерально-сировинної політики щодо використання стратегічно важливих для економіки країни корисних копалин" (2008).

Яскравою ознакою ступеня розвитку науки є наявність наукових шкіл і тісно пов'язаних із ними захищених дисертацій, передусім докторських. В описуваному періоді підготовлено до захисту 22 докторських дисертації. Дві з них залишилися незахищеними через передчасний відхід авторів. За науковими напрямками їх розподілено так: **термобарогеохімія** (П. Баранов, Д. Возняк, Г. Кульчицька, Ю. Ляхов, І. Наумко, М. Павлунь, І. Попівняк) — 7; **регіональна мінералогія** (С. Галій, В. Євтехов, О. Ємець, Е. Янчук) — 4; **фізика мінералів** (Н. Дудченко, С. Мацюк, В. Радчук, М. Таран) — 4; **кристалохімія мінералів** (Г. Легкова, В. Мельников) — 2; **екологічна мінералогія (біомінералогія)** (Ф. Зузук, Б. Шабалін) — 2; **мінералогічна кристалографія** (В. Квасниця) — 1; **онтогенія й типоморфізм мінералів** (В. Індутний, І. Носирев) — 2. Успішно захищено також докторські дисерта-

Цитування: Павлишин В.І. Мінералогія в незалежній Україні (1991–2021 рр.). *Мінерал. журн.* 2021. 43, № 3. С. 03–24. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.43.03.003>

ції, які містять чимало оригінальної мінералогічної інформації, зокрема праці В. Венідиктова, В. Грінченка, В. Загнітка, М. Ковальчука, В. Курепіна, В. Нестеровського, В. Сьомки, С. Шнюкова та ін. Більшість названих вчених були або залишаються лідерами відповідних наукових напрямів і осередків. Як потужний чинник розвитку мінералогії в Україні можна розглянути створені ще в радянські часи мінералогічні наукові школи: регіонально-мінералогічна академіка Євгена Лазаренка, термобарогеохімічна професора Миколи Єрмакова, кристалохімічна академіка Олександра Поваренних, фізики мінералів професорів Івана Матяша, Олексія Платонова й Аркадія Тарашана [16, 26, 32, 34].

Ще одним показником рівня мінералогії є видані в Україні підручники та навчальні посібники: підручники: — *Гемологія* (2002), *Мінералогія* (2009, 2013), *Генезис мінералів* (2003, 2007, 2021), *Основи мінералогії України* (2009), *Основи кристаллографії та кристаллохімії* (2011), *Мінералогія*. Короткий курс для бакалаврів (2017). *Навчальні посібники: Кристаллографія і мінералогія* (1996), *Вступ до мінералогії* (1997); *Основи кристаллохімії мінералів* (1998); *Основи морфології та анатомії мінералів* (2000); *Прикладна мінералогія* (2002), *Мінералогія в особах* (2011). Окрім того, в українських вишах видано чимало лекційних матеріалів і посібників з різних дисциплін. Попри цей солідний доробок, досі немає та надзвичайно потрібні нині підручники з **фізики мінералів і біомінералогії**.

Певну роль у розвитку мінералогії в незалежній Україні зіграло Українське мінералогічне товариство (УМТ) та три нові, наближені до мінералогії, інституції — Державний гемологічний центр України, Спілка геологів України, Музей коштовного і декоративного каміння. Сприяли розвитку мінералогії також матеріали наукових форумів, зокрема, наукових читань імені академіка Євгена Лазаренка, VI—IX з'їздів УМТ тощо.

Структура сучасної мінералогії в Україні. Мінералогія пройшла тривалий і складний шлях — від зародження недиференційованого уявлення до сучасного розгалуженого та структурованого знання про мінерали (рисунок). Елементи знання мають різний статус, усталену та неусталену термінологію, різноякісно наповнені. Впадає в очі, що бракує таких розділів як "Нові мінерали" та "Ядерна мінерало-

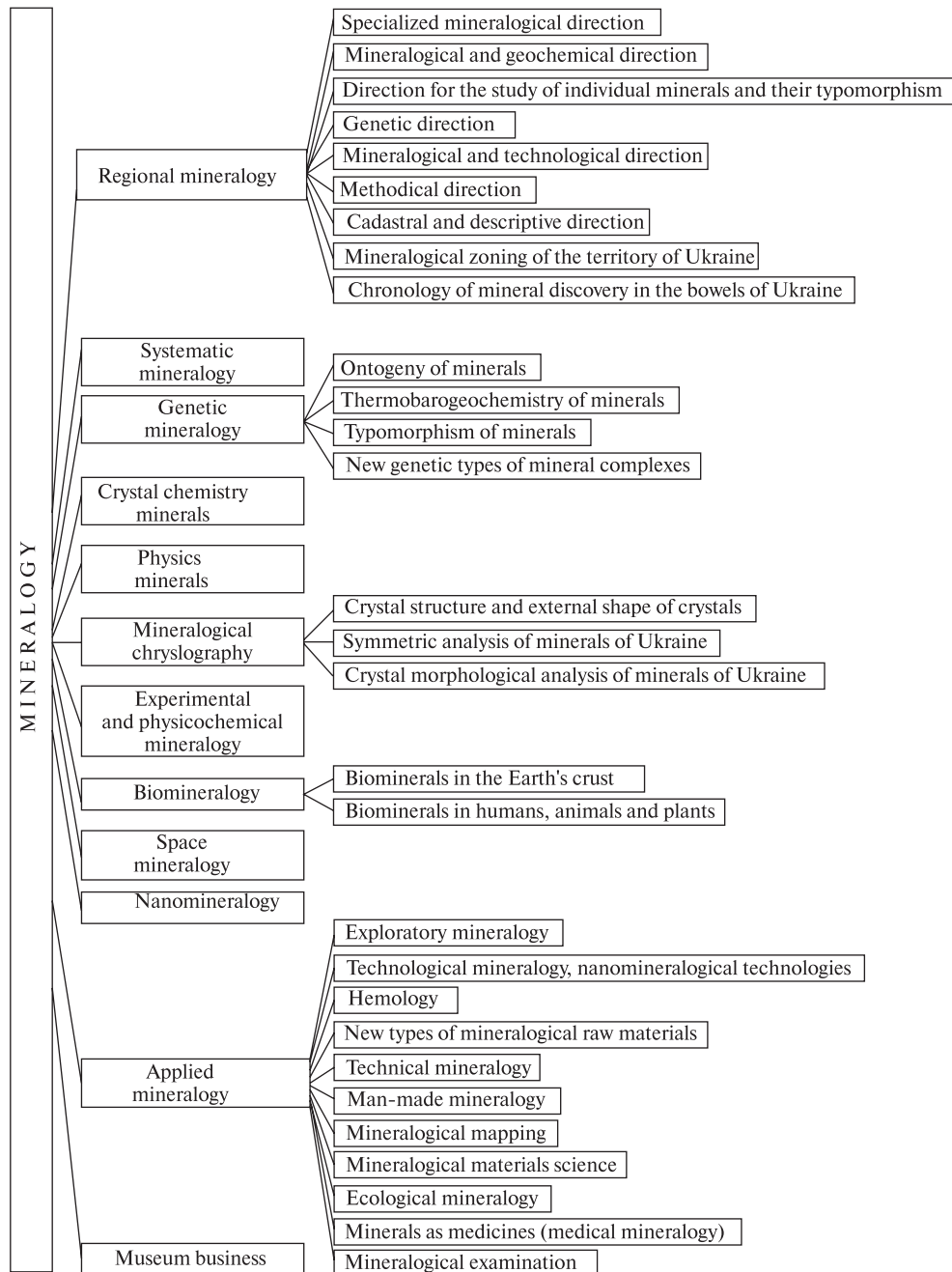
гія". Остання — новий напрям на стику ядерної фізики та мінералогії, вже пройшла стадію зародження (А. Вальтер), але не наповнилась достатнім фактичним матеріалом.

Регіональна мінералогія. Їй належить провідна роль постачальника мінералогічної інформації, на засадах якої розвиваються інші напрями мінералогії. Скромно зародившись у XVIII ст., регіональна мінералогія України особливо стрімко розвивалася у 40—90-ті рр. XX ст. — "золотий вік" української мінералогії. Плідний період її історії пов'язаний з ім'ям Євгена Лазаренка — засновника української регіонально-мінералогічної школи [16].

Нині позиції регіональної мінералогії не є такими однозначними, хоча розвивалися всі її напрями. В означений період вийшло друком чотири з п'яти книг колективної "карпатської" монографії [30, 31]. Нині список мінералів Українських Карпат становить орієнтовно 350 найменувань, із них 50 — це єдині знахідки в Україні, шість — вперше відкрито в Карпатах. Ці книги, а також монографія П. Білоніжки [2] — вагомий внесок, насамперед львівських мінералогів, у загальний доробок регіональної мінералогії України.

Під кутом зору визначних досягнень можна оцінювати також книгу О. Тищенко *"Мінерали Крима"* (2015), що містить характеристику 421 мінералу. Це енциклопедичне узагальнення з мінералогії унікального краю. Воно підсилене цікавими новими мінералогічними даними для Гірського Криму, наведеними у нещодавно виданій монографії П. Білоніжки (2017). Мінералогія України збагатилася також багатьма збірниками праць з мінералогії, популярною мінералогічною книгою *"Сто мінералів України"* (2018) та монографіями з істотною часткою мінералогічної інформації [1, 29, 42, 47 тощо].

Досить потужно та розмаїто представлений напрям із вивчення окремих мінералів. Найбільше праць присвячено діаманту (алмазу) [17, 38, 46 тощо]. Хоча знахідками діаманту покрито практично всю територію України, залишається актуальним старе завдання — відкрити в Україні його корінні родовища. Не менш важливими є монографії, присвячені золоту [18], сріблу (И. Латыш, 1997), міді [19], піриту (В. Павлишин и др., 2004), топазу (В. Павлишин та ін., 2017), мінералам кремнезему (Е. Шнюков и др., 2013). Видано також два збірники, присвячені міді Волині (2002, 2006). Зростає число публікацій, присвячених знахід-



Структура мінералогічної науки в Україні
The structure of mineralogical science in Ukraine

кам нових для надр України мінеральних видів і різновидів, серед яких і новий для земної кори мінерал симферит — $\text{Li}(\text{Mg}, \text{Fe}^{3+}, \text{Mn}^{3+})_2 \times \times [\text{PO}_4]_2$ (В. Байраков та ін., 2005). Певний резонанс отримали англومовні монографії про мінерали Карпат і камерних пегматитів Волині [49, 50]. Досягнення регіональної мінералогії віддзеркалено у згаданих докторських і декількох десятках кандидатських дисертацій, а також майже сотні статей.

База даних України поповнилася новими знахідками. Рідкісний **колорадоїт** (HgTe) знайдено у кварц-карбонатних жилах Гірського Криму (Е. Шнюков и др., 2011), **цинковольгаїт** і політип вюртциту (**вюртцит 10H**) в руді Мужіївського золото-поліметалічного родовища (В. Квасниця, Є. Науменко, 2018), два мало-відомі силікати **REE** — **торнебоміт-(Ce)** і **гательіт-(Ce)** — в руді Анадольського рудопрояву **REE** (В. Хоменко та ін., 2013). Деякі нові рід-

кісні мінерали знайдено у лужних породах України (С. Кривдік, В. Шаригін та ін.): **перолтит**, **цзиньшацзяніт**, **гейтманіт**, **бафертисит**, **баотит**, **тайніоліт**, **ельпідит**, **ешніт**, **Y-REE-цирконоліт**, **армстронгіт**, **янхаугіт** тощо. До нових знахідок призвело дослідження руд Au, Sc, U, REE тощо (С. Бондаренко та ін.): в уранових рудах U-Na формації досліджено рідкісні мінерали: **уекфілдіт-(Ce)** (CeVO_4) і різновид **сенаїту** складу $\text{PbFeFe}_8\text{Ti}_{12}\text{O}_{38}$; у золотоносних рудах Майського родовища виявлено перший мінерал селену — **богдановичит** (AgBiSe_2) і телурид ауруму та талію (Au_3PtTe_2) — новий мінерал, який автори не зареєстрували. У 2015 р. мінерал такого складу знайдено у рудах Австралії та названо **гонейаїтом** (*honeaite*). Отримано важливі в науковому та практичному сенсі новітні дані з типохімізму V- і Sc-вмісних піроксенів: **егірин-діопсидового ряду** (V_2O_5 до 2 мас. %) і **діопсид-егірин-джервісітового ряду** (Sc_2O_3 до 12 мас. %); уперше на Українському щиті (УЩ) виявлено колумбіт-танталіти, збагачені скандієм (до 5 мас. %).

Інтенсивний період накопичення нових мінералів у надрах України (1990—2004 рр.) віддзеркалено у статті О. Зінченка "Нові мінерали України" (2004). Підбито підсумок складу мінерального царства України станом на 2006 р. [36] і 2012 р. [12]. На початку 2012 р. база даних мінералів України містила 963 назви, ще орієнтовно 100 мінералів і фаз не мали визнаного статусу. Парадоксально, однак внаслідок номенклатурних змін у мінеральному царстві нині число відомих в Україні мінеральних видів помітно зменшилося. Загалом за останні 30 років число мінеральних видів зросло більше ніж на 300 і нині наближається до 1000 видів. Попри все залишається гострою проблема відкриття принципово нових мінералів і створення сучасного монографічного видання з мінералогії України.

На завершення цього підрозділу — декілька слів про оригінальну новацію "**Гео-Карпати** (польсько-український туристичний шлях)" [48], який добре відпрацьовано та міг би стати прообразом аналогічних мінералого-петрографічних туристичних маршрутів, які перетинають Волинь, Кривбас, Донбас.

Систематична мінералогія. Це широкий розділ мінералогії, покликаний систематизувати знання, що стосуються мінералів, зазвичай згідно з науковою класифікацією. Центральним поняттям у систематичній мінералогії є

мінеральний вид. В Україні непросту проблему мінерального виду концептуально розробляли В. Соколов (1949), О. Поваренних (1966), Є. Лазаренко (1970—1978), В. Павлишин (2008). Вагоме місце в систематичній мінералогії посідає наукова термінологія. Розроблення української мінералогічної термінології пов'язано з виходом у світ словників І. Верхрадського (1909), П. Тутковського (1923), Є. Лазаренка та О. Винар (1975).

Номенклатура мінералів і затвердження нових видів належать до обов'язків Міжнародної мінералогічної асоціації (*IMA*), зокрема ними займається відповідна Комісія при *IMA*. На липень 2021 р. затверджено **5721 мінеральний вид**, назву яких записано латинкою. Виникла проблема як ці назви записувати українською — зі збереженням орфографії чи вимови, зберігати історичну назву чи змінювати її відповідно до змін у правописі? За радянських часів зв'язок українських мінералогів з *IMA* відбувався через Всесоюзне мінералогічне товариство (ВМО), кириличні синоніми назв мінералів публікували "Записки ВМО". Від 1994 р. Українське мінералогічне товариство (УМТ) увійшло до складу *IMA* як незалежна громадська організація, створення Словника стало обов'язком УМТ, на IX з'їзді якого (вересень 2017 р.) сформовано **Термінологічну комісію при УМТ** (ТК УМТ) на чолі з В. Павлишином. До роботи комісії залучено широку мінералогічну громадськість і відкрито обговорення в наукових виданнях (О. Пономаренко, Г. Кульчицька, 2015; Г. Кульчицька, В. Павлишин, Д. Черниш, 2016; Г. Кульчицька, О. Матковський, В. Павлишин та ін., 2017 тощо). ТК УМТ ухвалила **зберегти історичні назви мінералів**, залишивши їхню орфографію без змін. Щодо назв мінералів, відкритих за часів незалежності України, прийнято рішення **утворювати українські синоніми шляхом запису вимови латино-алфавітної назви мінералу** відповідно до вимог недавно затвердженого Українського правопису (2019). Згідно з ухвалою ТК УМТ створено сучасний "**Словник українських назв мінеральних видів**" (далі — Словник) [44]. У Словнику застосовано дві новації. По-перше, розширено вживання дефісу у складних назвах мінералів, зокрема у тих, в яких поєднано ірраціональну складову (що походить від місцезнаходження, прізвища, події тощо) і раціональну (вказує на склад або структуру). Такий підхід полегшує орієнтування в номенклатурі мінералів. По-друге, уніфі-

ковано правопис раціональних складових, зокрема префіксів, утворених від назви хімічних елементів, що сприятиме запам'ятовуванню орфографії назв мінералів. Відповідно до рекомендацій *ІМА*, префікси утворено від латинських назв хімічних елементів. Українським мінералогам варто бути готовими до того, що назви мінералів українською можуть сильно бути відмінними від таких російською, особливо видів, відкритих після 1990 р. Це пов'язане зі змінами стандарту транслітерації української абетки латиницею, із запізними надходженнями інформації про походження назви тощо.

Генетична мінералогія. Традиційно представлено дослідженнями в галузях, зазначених на рисунку.

Онтогенія мінералів неодмінно наявна у сучасних мінералого-генетичних дослідженнях. Продуктивно розвив цю чи не найскладнішу тему В. Индутний (1991). Він напрацював нові ефективні методи кількісного аналізу форм мінеральних індивідів в агрегатах, структур агрегатів і гірських порід, що дають змогу вирішувати складні проблеми петрології й онтогенії мінералів. Онтогенез різних мінералів Березівського рудного поля продуктивно досліджували О. Ємець і Н. Словотенко. Одна з методичних новацій — використання для онтогенезу катодо-люмінісцентного імідж-аналізу (Л. Скакун, Н. Словотенко, Р. Серкіз).

Сучасна концепція онтогенії мінералів та можливості її використання найповніше та ґрунтовно викладено в підручнику-монографії *"Генезис мінералів"* (2021), що витримав три видання. Онтогенія й філогенія деяких мінералів — карбонатів, кварцу та інших мінералів залізистих кварцитів Кривбасу, магматичних акцесорних мінералів, топазу гранітів і камерних пегматитів, мінералів соляних покладів тощо — висвітлено у статтях і кандидатських дисертаціях (Б. Пирогов, Аль-Хамаді Алі Мохамед, І. Леонова, Нето Мануель Саанд, О. Чепіжко, В. Кадурін, В. Мельников, Л. Степанюк, О. Пономаренко, О. Вовк, В. Павлишин, В. Дяків, П. Білоніжка та ін.). Вельми оригінальними є праці, присвячені онтогенії уролітів (С. Кадурін, Ф. Зук). Найпоказовішим тут є том III *"Онтогенія уролітів"* у монографії [13].

В онтогенії мінералів одне з центральних місць посідає генераційний аналіз (І. Носирев). До розроблення цієї теми продуктивно долучилися геохіміки-хронометристи Л. Сте-

панюк, О. Пономаренко, О. Бобров та ін. Наприклад, в кристалах циркону з амфіболітів виявлено декілька різновікових зон росту: 2,97; 2,83—2,80; 2,03—2,00; $1,78 \pm 0.01$ млрд рр.

Термобарогеохімія (дослідження включень мінералоутворювального середовища) — найпотужніше розвинений розділ сучасної генетичної мінералогії. Значний, якщо не переважний обсяг досягнень української термобарогеохімічної школи, залишився у "золотому віці" мінералогії [26]. У незалежній Україні основні термобарогеохімічні дослідження здійснювали у Львівському національному університеті (ЛНУ) імені Івана Франка, Інституті геології і геохімії горючих копалин (ІГГГК) НАН України у Львові, Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення (ІГМР) імені М.П. Семченка НАН України в Києві [34].

На кафедрі геології корисних копалин ЛНУ імені Івана Франка активно вивчали флюїдні включення в мінералах здебільшого золоторудних родовищ і рудопроявів України (І. Бакуменко, М. Павлунь, О. Бобров, А. Сіворонів, Л. Скакун). У Рахівському рудному районі визначено умови та стадійність мінералоутворення під час формування родовища золота Сауляк (І. Попівняк, С. Ціхонь, Т. Олійник), доведено тристадійність процесу мінералоутворення на золотопрояві Білий Потік (С. Ціхонь), досліджено флюїдні включення в жильному кварці метаморфічних порід Чивчинських гір (І. Бакуменко, М. Марусяк). Монографія "Термобарогеохімія золота" (1995) стала ще однією спробою науковців Львівського університету впровадити в теорію рудогенезу та практику геологорозвідувальних робіт методику ТБГХ-досліджень золоторудних формацій.

На підставі великого масиву фактичних матеріалів вивчення родовищ W, Mo, Sn, Cu-Mo, Au, Au-Ag, Pb, Zn, Sb, Hg, флюориту, п'єзооптичного кварцу модельно реконструйовано флюїдний режим ендегенних рудоутворювальних процесів та фізико-хімічні чинники рудоконцентрації. Результати цих досліджень висвітлено в численних наукових звітах, кандидатських (Т. Павлюк, С. Ціхонь, С. Кріль) та докторських (А. Пізнюр, Ю. Ляхов, І. Попівняк та М. Павлунь) дисертаціях.

На кафедрі мінералогії Львівського університету ТБГХ-роботи провадили в комплексі з онтогенічними, ізотопно-геохімічними та іншими дослідженнями [34]. Вивчали метамор-

фічне мінералоутворення в Мармароському масиві Карпат і гідротермально-метасоматичне мінералоутворення в процесі формування золото-поліметалевого зруденіння Українських Карпат і УЩ (В. Степанов, Л. Скакун, О. Ємець, І. Мудровська, Н. Словотенко та ін.). Одержано нові оригінальні дані щодо термометрії розплавних включень у кварці з алунітизованих туфів Берегівського рудного району (І. Бакуменко, М. Медвідь, Н. Словотенко).

Важливим підсумком роботи дослідників ЛНУ імені Івана Франка у ХХІ ст. є видання фундаментальних колективних зведень [3, 30, 31].

В Інституті геології і геохімії горючих копалин НАН України термобарогеохімічні дослідження започаткував В. Калюжний, організувавши відділ геохімії глибинних флюїдів (сучасна назва). Підсумковим звітом діяльності відділу стала монографія "Флюїдний режим мінералоутворення в літосфері" [4]. Доведено, що загальний склад летких компонентів включень у мінералах — важливий показник генезису й масштабності нафтогазових і рудних родовищ (І. Наумко, Й. Сворень, М. Давиденко). Розкрито закономірну послідовність зміни термобаричних і геохімічних параметрів міграції вуглеводнів (В. Калюжний, М. Братусь, М. Вітик, І. Дудок, С. Ломов, Д. Мачальський, І. Наумко), висвітлено роль прожилкової мінералізації серед відкладів нафтогазоносних областей [20].

Водночас включення у мінералах почали використовувати для вирішення питань екзогенного мінералоутворення, зокрема, пов'язаних із особливостями кристалізації солей в евапоритових басейнах. Цей науковий напрям формувався під керівництвом О. Петриченка, який заснував відділ геохімії осадових товщ нафтогазоносних провінцій. Мінералого-геохімічні дослідження в комплексі з термобарогеохімічними спрямовано на вирішення проблем галогенезу — визначення фізико-хімічних параметрів середовища седиментації й перекристалізації солей, з'ясування еволюції хімічного складу води Світового океану на тлі загального історичного розвитку Землі, напрацювання критеріїв пошуку корисних копалин, пов'язаних з евапоритами (О. Петриченко, В. Ковалевич). Це здебільшого новаторські дослідження, лівова частка яких залишилися у "золотому віці" [26]. За результатами ТБГХ-досліджень в обох відділах захищено чотири докторські та 28 кандидатських дисертацій, написано десят-

ки наукових звітів, опубліковано сотні статей і понад десять монографій.

Своєрідним дзеркалом термобарогеохімічних досліджень ІГГГК НАН України є докторська дисертація І. Наумка (2006), в якій розроблено модель еволюції глибинних флюїдів за включеннями в мінералах і з'ясовано головні чинники міграції, трансформації, диференціації та акумуляції флюїдів під час мінералогенезу.

З 1970-х рр. розпочато дослідження включень у мінералах у відділі регіональної та генетичної мінералогії Інституту геохімії і фізики мінералів НАН України (нині ІГМР ім. М.П. Семененка НАН України) та у відділі термодинаміки геосфер Інституту геохімії навколишнього середовища НАН України. Отримано об'єктивні дані щодо ТРХ-параметрів формування різних об'єктів [34]. Вагомий внесок — нове уявлення про високотермобаричні потоки CO_2 -флюїду як продукти дегазації глибинної магми, що брали участь у формуванні родовищ різних корисних копалин УЩ (Д. Возняк, В. Павлишин). Результати ТБГХ-досліджень стали базовими у докторських дисертаціях Д. Возняка (2003) і Г. Кульчицької (2009), їх доречно використано у докторських дисертаціях С. Галія (1995) та О. Ємця (2008), вони стали також складовими деяких кандидатських дисертацій. Найголовнішим здобутком київських дослідників є фундаментальна монографія Д. Возняка [7], яка збагатила сучасну термобарогеохімію принципово новим і оригінальним підходом до вивчення флюїдних включень.

Учення про типоморфізм мінералів, спрямоване на з'ясування взаємозв'язків конституції, морфології, анатомії та властивостей мінералів із параметрами середовища мінералоутворення, нині має, порівняно з "золотим віком" мінералогії, скромні досягнення. Найголовнішими є [34]:

- усебічно з'ясовано типоморфізм амфіболів, а також типоморфне значення люмінесценції салічних породоутворювальних мінералів [23, 25];

- доведено, що оптико-спектроскопічні та колориметричні параметри глибинних мінералів є стійкими типоморфними ознаками різного роду мантійних процесів і мають пошуково-оцінювальне значення, насамперед як критерії діамантоносності [28];

- виявлено, що смуги поглинання іонів перехідних металів у мінералах адекватно реагують на зміну температури кристалів і їхнє гід-

ростатичне стискування. Залежність енергії стабілізації кристалічним полем (ЕСКП) хромофорів у мінералах від температури та тиску відкрила можливість використання концепції ЕСКП для оцінки *PT*-умов кристалізації ендогенних мінералів [45];

- розширено відомі та з різним ступенем достовірності, обґрунтовано нові типоморфні ознаки діаманту та його супутників (В. Квасниця, З. Бартошинський, С. Цимбал, Ю. Цимбал, К. Ільченко, Ю. Панов, О. Тищенко, І. Побережська), міді (І. Квасниця, О. Павлюк, В. Павлишин та ін.), графіту (В. Яценко, В. Квасниця), золота (С. Бондаренко, В. Квасниця, М. Ковальчук, Л. Заборовська, В. Сукач та ін.), піриту (С. Галій, В. Павлишин та ін.), арсенопіриту і бляклих руд (О. Цільмак, С. Бондаренко), флюориту (Т. Лупашко, Д. Возняк), магнетиту (Л. Томурко), кварцу (Д. Возняк, Д. Черниш, Ю. Хоменко та ін.), циркону і монациту (Т. Лупашко, С. Савенок, А. Тарашан та ін.), топазу (В. Павлишин, Д. Возняк, О. Вовк, І. Наумко), берилу (О. Вовк, І. Наумко), гранатів (Л. Омар, В. Євтехов), слюд і хлоритів (О. Платонов, В. Хоменко, А. Тарашан, С. Кривдік), егірину (В. Харитонов, В. Мядзель), піроксенів і амфіболів (В. Синіцин, О. Митрохин, В. Мельников, Н. Юрченко), лужних польових шпатів (В. Мельников, Т. Лупашко), цеолітів (О. Гречановська), кальциту (Г. Занкович, В. Загнітко), калійних солей (Д. Сидор) тощо.

Нові генетичні типи мінеральних комплексів. Відкриті наприкінці ХХ ст. рідкіснометалеві пегматити УЩ (Інгульський мегаблок) виявлено генетично різнорідними утвореннями з особливими серед них петалітовими пегматитами, які за мінералогічними ознаками істотно відмінні від поширених у природі рідкіснометалевих пегматитів (Д. Возняк, В. Бугаєнко, Ю. Галабурда, В. Мельников, В. Павлишин та ін.). *Метанегматити* — термін, яким ідентифіковано новий, на нашу думку, генетичний тип родовищ рідкісних елементів, пов'язаних із вище названими пегматитами (В. Павлишин і др., 1996). Йдеться про інтенсивно змінені рідкіснометалеві пегматити, у формуванні яких виділено два розірвані в часі етапи: магматичний і метаморфічний (метасоматичний), у ході якого пегматити першого етапу були кардинально метасоматично змінені (Д. Возняк, В. Павлишин).

Кристалохімія мінералів. Ще не так давно функціонувала знана та потужна кристалохімічна

школа О. Поваренних. Нині вона помітно скоротила обсяг робіт, хоча заявила про себе докторськими дисертаціями Г. Легкової (2006) і В. Мельникова (2010), узагальненнями з ІЧ-спектроскопії мінералів мангану [8], а також кристалохімічними напрацюваннями, які випливають із результатів дослідження фізики мінералів.

Кристалохімічна палітра досліджень В. Мельникова розмаїта [34]. Акцентуємо увагу на його кристалохімічних напрацюваннях, що стосуються найпоширеніших мінералів земної кори — лужних польових шпатів (ЛПШ), а це численні статті та незахищена докторська дисертація. Його праці містять оригінальні результати дослідження двійників інверсії лужних польових шпатів методами рентгенівського аналізу, оптичної й електронної мікроскопії. Інверсія моноклінної структури високотемпературних модифікацій ЛПШ у низькотемпературну триклінну структуру є проявом загального принципу дисиметризації. Після інверсії кристал ЛПШ розпадається на систему доменів, орієнтованих за альбітовим і перикліновим законами двійникування. Припускається, що саме протон є ефективним каталізатором трансформації двійникової структури ЛПШ.

Протягом останнього десятиліття мінералогами отримано нові результати з кристалохімії піроксенів, берилу, циркону, апатиту, опалу:

- загальною рисою егіринів Ожтябрьського масиву та метасоматитів с. Дмитрівка (Приазов'я) є дефіцит катіонів у позиції *M2*. Егірин метасоматитів чітко відрізняється відмінними від піроксену маріуполітів за вмістом титану, егірин з маріуполітів — від різних типів метасоматитів за співвідношенням Mg/Mn (В. Хоменко);

- доведено, що світлі жовто-зелені тони забарвлення егірину із Ожтябрьського масиву зумовлено комбінацією смуг переносу заряду $O^{2-} \rightarrow Fe^{3+}$ та $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$. Зі збільшенням вмісту Fe^{2+} спостерігається стрімке зростання обох цих смуг, спричиняючи насичене зелене забарвлення (В. Хоменко);

- з'ясовано кристалохімічну природу різного забарвлення жовтих берилів. Відомі назви "геліодор" та "золотистий берил" належать кристалохімічно різним відмінам (О. Платонов, В. Хоменко, М. Таран);

- спектроскопічне дослідження рідкісного бацити дало змогу визначити характер входження у його структуру іонів Fe^{2+} і Fe^{3+} та показати їхню вирішальну роль у забарвленні

цього мінералу (синій колір) завдяки домінуванню в його спектрах інтенсивної смуги переносу заряду $Fe^{2+} \rightarrow Fe^{3+}$ орієнтовно 13850 см^{-1} (М. Таран, В. Хоменко);

- завдяки застосуванню комплексу спектроскопічних методів — ФЛ (Т. Лупашко), ЕПР (Л. Дерський, М. Багмут), ЯМР (А. Калініченко) та ІЧ-спектроскопії (К. Льченко) — з'ясовано кристалохімічні особливості циркону та малакону, характерних і важливих мінералів Жовторіченського родовища рідкісних металевих руд;

- у тісній співпраці з ученими із Німеччини започатковано поглиблене дослідження кристалохімії мінералів *REE*. Зокрема показано, що входження великої кількості *REE* у структуру бритоліту Анадольського рудопояву (до 67–68 % REE_2O_3) компенсується виникненням вакансій в позиції *A1* (В. Хоменко);

- зв'язок параметрів елементарної комірки з хімічним складом простежено для циркону, мінералів із груп цеолітів і епідоту (О. Гречановська);

- з різних боків досліджено апатит, найбільше у зв'язку з проявом ізоморфних заміщень (А. Литовченко, А. Калініченко, О. Калініченко, С. Кривдік, О. Брик, М. Багмут та ін.);

- ізоморфізм, зарядовий стан і властивості іонів титану в кварці дослідили А. Таращан та ін.; за допомогою різних сучасних методів виявлено форми входження протонів у структуру звичайного та шляхетного опалу (О. Брик, О. Калініченко та ін.);

- результативно досліджено структуру та властивості природних оксидів і гідроксидів заліза та їхніх штучних аналогів [41];

- започатковано (В. Павлишин) новий напрям у кристалохімії мінералів, пов'язаний із поняттям **аномальний монокристал** — гетерогенний кристал із пониженою стосовно ідеалізованої структури симетрією й аномальними властивостями. На прикладі кристалів деяких мінералів показано різний ступінь їхньої дисиметризації [34].

Фізика мінералів. Це один із провідних наукових напрямів мінералогії в Україні, який, на жаль, зазнав істотних втрат, коли пішли з життя відомі вчені, фундатори української школи з фізики мінералів І. Матяш, А. Литовченко, О. Платонов, О. Брик. Тим не менше школа достатньо успішно функціонує, розширює об'єкти досліджень, поглиблює їхнє вивчення.

Фізика мінералів — міждисциплінарна нау-

ка, яка на сучасному етапі розвитку охоплює широке коло питань — від суто фізико-теоретичних до прикладних розроблень. Вона має чимало досягнень [32, 33, 35, 37], які здобули світове визнання. Останніми десятиліттями продовжено [34] традиційну та славнозвісну серію актуальних фундаментальних узагальнень з оптичної спектроскопії й люмінесценції породоутворювальних мінералів — амфіболів [24], польових шпатів і кварцу [25], мінералів верхньої мантії [28], слюд і хлоритів [40], гранатів [39]. Це істотний внесок у мінералогію, наповнений унікальною інформацією стосовно фізичної й генетичної природи забарвлення та люмінесценції мінералів.

Оптико-спектроскопічні та колориметричні характеристики, кореспондовані з їхньою кристалохімією та генетикою, вийшли на перше місце внаслідок дослідження мафічних мантійних мінералів [28]. С. Мацюк інтенсифікував спектроскопічне дослідження гранатів, успішно започатковане О. Платоновим та ін. (1984, 1985). Він отримав 6000 спектрів оптичного поглинання глибинних мінералів, виявив точки колірності гранатів із різних парагенезисів, серед яких, зокрема, окреслилися поля колірності гранатів із діамантовмісних асоціацій. Цю тему було надалі талановито розвинуто [39, 45, 46].

Вельми інформативною є книга "Оптическая спектроскопия и люминесценция породобразующих слюд и хлоритов" [40]. У ній висвітлено природу систем оптично активних центрів у деяких шаруватих силікатах, складено найповніше зведення про оптико-спектроскопічні параметри $3d^N$ -іонів у шаруватих силікатах. Науковий інтерес викликають радіоспектроскопічні узагальнення з радіаційної стійкості мінеральних матриць [9] і властивостей оксидів і гідроксидів заліза [41].

Значний обсяг наукової інформації з фізики мінералів "розпорошений" у численних статтях, опублікованих в українських і закордонних періодичних виданнях, часто спільно із закордонними авторами:

- досліджено оптичні спектри різних мінералів за високих значень *T* і *P*, зокрема перехід Fe^{2+} із високо- у низькоспіновий стан у сидериті (М. Таран, К. Лангер, Д. Мюллер та ін.);

- вивчено вплив енергії стабілізації кристалічним полем на ізоморфне входження Cr^{3+} у кристалічну структуру кисеньвмісних мінералів (М. Таран);

- спектроскопічно досліджено діамант, берил, егірін, біотит, Ті-вмісний кварц, Fe^{3+} -польові шпати, флюорит, циркон, а також штучні мінерали й ефективні імітатори коштовного каміння (В. Хоменко, К. Льченко, Т. Лупашко, А. Тарашан, М. Багмут, О. Вишневський, Е. Польшин та ін.);

- ґрунтовно досліджено спектроскопічні властивості мінералів, таких як кіаніт, форстерит, сподумен тощо, цікавих з погляду нових технічних матеріалів, насамперед оптичних квантових генераторів (О. Платонов, А. Тарашан, М. Таран, В. Хоменко);

- на підставі детального аналізу *FTIR*-спектрів з'ясовано форми входження ОН-груп до олівінів, гранатів, піроксенів (С. Мацюк). Отримано також ІЧ-спектри ОН-груп у природних і опромінених топазах (В. Хоменко);

- здійснено традиційне радіоспектроскопічне вивчення розподілу Fe^{2+} і Fe^{3+} по структурних позиціях різних мінералів, дослідження дефектності діаманту та кварцу, ізоморфного заміщення у штучних і природних апатитах, SiO_4 -полімеризації у кристалах циркону, описано електропольові ефекти в кварці (А. Литовченко, О. Брик, А. Калініченко, О. Калініченко, М. Багмут, О. Пономаренко, В. Іваницький, О. Гречанівський, А. Ларіков, Л. Дерський, Е. Польшин, В. Снісар, О. Франк-Каменецька та ін.);

- різними методами, зокрема за допомогою комп'ютерного моделювання, досліджено радіаційну стійкість породоутворювальних мінералів. Виявлено чинники стійкості мінералів — ступінь ковалентності хімічних зв'язків, число нееквівалентних поліедрів, значення ефективних зарядів кисню тощо та розпочато пошук радіаційно стійких середовищ (О. Брик, О. Пономаренко, О. Гречанівський, В. Сьомка, А. Литовченко, А. Калініченко, М. Багмут, В. Іваницький);

- виконано ретроспективну ЕПР дозиметрію біомінеральних об'єктів (емалі зубів, кісткової тканини, мінеральних включень у біологічних тканинах тощо), що фіксують дозу опромінення, яку людина отримала в минулому. Цю роботу спрямовано на вирішення практичних задач, пов'язаних із мінімізацією негативних наслідків Чорнобильської катастрофи (О. Брик, В. Радчук, О. Щербина та ін.).

Отже, радіоспектроскопічне та оптико-спектроскопічне дослідження мінералів в Україні, яке нині виконують лише в ІГМР НАН

України, продовжує розвиватися й урізноманітнюється за об'єктами та методами дослідження.

Мінералогічна кристалографія. Цей народжений в Україні термін (Є. Лазаренко, 1951), віддзеркалює широке коло питань, пов'язаних із морфологією, анатомією мінералів, їхнім зв'язком з кристалічною структурою й умовами кристалізації. Розглянемо досягнення цього напрямку за двома найрезультативнішими в мінералогічній кристалографії методами аналізування (В. Квасниця, 2008): симетрійним і кристаломорфологічним.

Симетрійний аналіз мінералів України найповніше виконано у 2007 р. [36]. Результати засвідчили, що у надрах України так само, як у земній корі, провідна роль належить моноклінним мінералам і мінералам планаксіальних видів симетрії, але з відкриттям нових мінералів частка кубічних мінералів в Україні дещо підвищилася. Висновок аналізу — симетрійна характеристика мінералів України дещо вища, ніж така для земної кори загалом, отже надра України мають резерв для відкриття нових мінеральних видів, переважно нижчої симетрії [34].

Кристаломорфологічний аналіз мінералів України. Попри те, що в Україні мінералогічною кристалографією цілеспрямовано займаються одиниці, а в НАН України лише в ІГМР [16, 35, 37], результатами досліджень можна похвалитися. Безсумнівне лідерство належить В. Квасниці зі співавторами (В. Крочук, В. Бартошинський, Д. Возняк, О. Вишневський, О. Павлюк та ін.). Вивчено кристаломорфологію понад 70 мінералів України, для більшості з яких кристаломорфологічні характеристики наведено вперше. Найкраще морфологічно вивченими є мінерали карбонатитів Чернігівської зони, камерних пегматитів Волині, родовищ і рудопросявів поліметалічних і ртутних руд Закарпаття та Донбасу. Лише за останні 10 років опубліковано орієнтовно до двох десятків наукових праць, які висвітлюють зовнішню морфологію та внутрішню анатомію кристалів мінералів різного генезису:

- уперше описано морфологію багатогранників халькозину (І. Квасниця), отримано нові дані з морфології калушиту (сингеніту) (В. Квасниця та ін.), зіставлено морфологію волніну (бариту) із Східних і Західних Карпат (В. Квасниця, І. Квасниця). Об'єктами дослідження в різний час були дипірамідальні кристали моліб-

деніту з Пержанського рудного району (В. Сьомка та ін.), ільменіту з приазовських кімберлітів (В. Квасниця та ін.), циркону з відкладів стебницької світи з Передкарпаття (С. Бекеша, Г. Петруняк), мегасфероліти гіпсу з Придністер'я (В. Покалюк та ін.). На новому рівні розглянуто кристаломорфологію, анатомію й генезис дипірамідальних кристалів циркону із лужних порід Приазов'я (В. Квасниця та ін.), здійснено морфолого-анатомічний аналіз кристалів циркону в ізотопно-геохронологічних дослідженнях (О. Пономаренко);

- за даними кристаломорфологічного аналізу в Україні, як і в інших золоторудних районах світу, в разі переходу від давнього глибинного та середньоглибинного зруденіння до молодшого подібноповерхневого зростає кількість добре утворених кристалів золота та стає складнішою їхня морфологія, зростає роль дендритів і складних двійників. Найрізноманітнішою є кристаломорфологія малоглибинного низькопробного золота Закарпаття [18];

- більшість діамантів із осадових порід західної частини УЩ за кристаломорфологією й іншими характеристиками подібні до дрібних діамантів із кімберлітів [46];

- досконало вивчено мікрокристаломорфологію й анатомію кристалів імпактного діаманту з Білілівської астроблеми (В. Квасниця, Р. Вірг, С. Цимбал);

- отримано нові дані щодо кристаломорфології та люмінесценції діамантів з озерних відкладів Західної Волині, походження яких пов'язують з місцевими кімберлітами або лампрофірами. Визначено поширеність простих форм на кристалах діаманту: тригон-триоктаедри (32,2 %), тетрагон-триоктаедри (10,5 %), гексаоктаедри (45,1 %), тетрагексаедри (10,2 %), гексаедри (1,5 %) (Г. Яценко та ін., 2011);

- вивчено морфологію й оптичні властивості діамантових кубів і тетрагексаедрів із кімберлітів (З. Бартошинський та ін.), виділено дві групи багатогранників — гексаедри, де формою росту є октаедр, та куби і гексаоктаедри зі складною, переважно волокнистою будовою;

- з'ясовано особливості кристаломорфології мармароських "діамантів" з олігоценових відкладів Дуклянської зони Словацьких Карпат (І. Дудок та ін., 2000);

- усебічно, зокрема морфологічно, вивчено кристали міді. Науковим підґрунтям для створення міднорудної галузі в Україні можуть стати морфологічні типи самородної міді, при-

в'язані до конкретних рудопроявів і умов утворення [19];

- досліджено кристаломорфологію графіту із давніх метаморфічних і магматичних порід України (В. Квасниця та ін.). Виявлено унікальні прояви спірального росту кристалів, з'ясовано природу сферолітів, встановлено рідкісний тип кристалізації графіту у вигляді дендритів;

- досконало досліджено кристали рідкісного у природі графиту (В. Квасниця, Є. Науменко), знайденого в Заваллівському графітовому родовищі (Л. Скакун та ін.). Виділено шість морфологічних типів кристалів і декілька типів їхніх агрегатів;

- кристалографічне дослідження двох всевітньовідомих мінералів із Волинського родовища — топазу та берилу — здійснено у тісному взаємозв'язку "кристалічна структура — умови кристалізації — зовнішня форма кристалів" (О. Вовк та ін.);

- ізотопно-геохронологічні дослідження кристалів акцесорного циркону поєднано з морфолого-анатомічним аналізом (О. Пономаренко, 2001);

- вивчено морфологію кристалів штучного андалузиту (Г. Остапенко, В. Квасниця), встановлено нові форми росту на кристалах штучного діаманту, отриманих з газової фази за температури 600—1000 °С і атмосферного тиску на підкладках із молібдену (В. Квасниця);

- популярно, у формі нарисів, узагальнено мінералогічну кристалографію діаманту і самородних металів України (В. Квасниця, І. Квасниця);

- детально розглянуто морфологічні особливості й умови утворення різних типів автодеформованих (зігнутих, скручених і розщеплених) кристалів (І. Бакуменко, 2002);

- кристаломорфологічно досліджено хромшпінеліди із Архангельської діамантоносною провінцією та Приазов'я (З. Бартошинський та ін., 2004);

- виявлено особливості морфології та внутрішньої будови мікросферул, знайдених у різноманітних товщах на теренах України. Доведено можливість утворення сферул у відновних умовах, характерних для експлозивних процесів глибинного походження (С. Бекеша, І. Яценко, 2010).

Експериментальна та фізико-хімічна мінералогія. Розквіт експериментальної мінералогії в незалежній Україні асоціюється з Г. Оста-

пенком, який тривалий час завідував лабораторією експериментальної мінералогії ІГМР. Особливе значення надавалося експериментальному дослідженню тріади: кіаніт — силіманіт — андалузит, гідротермальному синтезу монокристалів п'єзокварцу, а також андалузиту, наділеному унікальними мазерними властивостями (Г. Остапенко, Б. Мицюк, Л. Тимошкова, Л. Горогоцька, В. Куц та ін.). Останньою експериментальною роботою лабораторії було, ймовірно, розроблення нового методу синтезу магнетиту унаслідок термального оброблення гематиту в наявності органічних реагентів різної природи (Б. Мицюк, Н. Гузь, В. Куц).

Тим не менше експериментальні дослідження в галузі мінералогії продовжуються й охопили досить широке коло питань:

- досліджено процеси перетворення гематиту на магнетит із використанням крохмалю (В. Пономар, О. Гречановський, О. Брик, О. Юшин та ін.), здійснено перетворення природних оксидів і гідроксидів заліза у феромагнітні оксиди заліза в умовах термічного відновлення іонів заліза крохмалем (О. Пономаренко, О. Брик, В. Іваницький, Е. Польшин). Синтезовано магнетит у водному середовищі (Т. Савченко, О. Гречанівський, О. Брик), досліджено кінетику перетворення гематиту на магнетит в атмосфері монооксиду вуглецю (В. Пономар та ін.);

- синтезовано та досліджено Li-алюмосилікатні скло-кристалічні матеріали, отримані із петаліту Полохівського родовища (В. Ріпенко, В. Хоменко, О. Вишневський);

- експериментально змодельовано вплив процесів взаємодії розсолів з осадовими породами на геохімічні умови зони техногенезу калійних родовищ Передкарпаття (І. Кіцмур, В. Дяків);

- синтезовано матеріали та сполуки, що використовують як матриці для локалізації радіонуклідів і захоронення радіоактивних відходів: подвійні фосфати торію зі структурою монациту, керамічні матриці, пірохлорові кераміки (Б. Шабалін, Ю. Тітов, В. Чумак та ін.);

- досліджено розчинність деяких рідкісно-металевих мінералів у різних геохімічних середовищах (О. Пономаренко, А. Самчук, І. Куряєва);

- виконано експериментальне модельне дослідження кінетики сорбції цезію-137 і стронцію-90 глинами (Л. Кононенко, І. Колябіна, В. Манічев та ін.), поглинання води і вод-

них розчинів глинополімерними наноконкомпозитами (Г. Задвернюк, Ю. Федоренко), властивостей водних суспензій глинистих мінералів, активованих змінним електромагнітним полем (В. Кадошніков, Ю. Забулонов, Ю. Литвиненко та ін.), мінералоутворення під впливом електротермічних полів (М. Рузіна, Н. Білан, В. Соколов). За даними експериментальних досліджень уточнено генезис лангбейніту Передкарпаття (П. Білоніжка).

Роботи з фізико-хімічної мінералогії раніше були потужними в ІГМР (Ю. Мельник, Р. Белевцев, Б. Яковлев, Ю. Колесник, Г. Остапенко, В. Курепін), а нині центр термодинамічних досліджень перемістився до ДУ "Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України", де їх очолив Р. Белевцев. У монографії "Термодинаміка газового обміну в оточуючій середі" (2007), численних статтях і тезах висвітлено термодинаміку, часто суперечливу, глобальних процесів формування земної кори (Р. Белевцев, В. Блажко, С. Бойченко, С. Співак, С. Терещенко).

Класичну фізико-хімічну мінералогію нині доповнює термодинамічне моделювання. Зокрема, проілюстровано співіснування поліморфних пар: кіновар—метацинабарит, сфалерит—вюртцит, сульфат—сульфідну рівновагу тощо (Л. Скакун, Н. Словотенко).

Біомінералогія. Автор схильний визначати біомінералогію як розділ мінералогії, біології та медицини, що вивчає біогенні мінерали, процеси та механізми біомінералоутворення, його медичні наслідки. Йдеться про мінерали, сформовані за участю живих організмів. Біомінералогія в Україні, як і у всьому світі, — порівняно молода наука (Сребродольський, 1983), яка в Україні поступово набуває ознак точної науки [37]. Видатними подіями стали міжнародні конференції з біомінералогії, що проведено в Луцьку в 1992 р. і 2008 р.

Біомінералогічні дослідження в Україні здійснюються у різних установах Києва, Луцька, Львова, Харкова, Одеси, останнім часом і в Дніпрі. У першому наближенні вони диференціюються за об'єктами дослідження: скелети молюсків (Ю. Борисенко, О. Брик, І. Матяш та ін.), мінерали фізіогенні (О. Брик, А. Калініченко, М. Багмут та ін.) і патогенні (Ф. Зузук, В. Павлишин, В. Дяків та ін.), а також велика група (понад 200 видів) мінералів, які є продуктом життєдіяльності організмів і беруть участь у формуванні літосфери, зокрема родо-

вищ корисних копалин. П. Білоніжка навіть нові приклади участі мікроорганізмів в утворенні осадових порід, руд і мінералів [2]. Розробляється цікава гіпотеза біохімічного накопичення золота у шельфі Чорного моря (П. Семенов, В. Моргун та ін.).

Аварія на Чорнобильській атомній електростанції стимулювала розвиток біомінералогії. Зокрема, О. Брик і В. Радчук напрацювали ретроспективну інструментальну дозиметрію, розвиток якої продовжили інші. З'ясовано, що кварц — головний матеріал ретродозиметрії довкілля, а зубна емаль — дозиметр, умонтований природою в організм людини. Міжнародна агенція з атомної енергетики (МАГАТЕ) офіційно затвердила розроблену названими фахівцями методику реконструювання дози опромінення, яку людина отримала в минулому. У процесі розроблення цієї методики виникла потреба у дослідженні динамічних характеристик вільних радикалів, локалізованих в органічній компоненті біомінералів. Результати досліджень дали можливість вирішення практичних питань, пов'язаних із захворюваннями кісток і зубів (О. Брик, Г. Кеннер, О. Атаманенко, О. Щербина, А. Калініченко, М. Багмут), зокрема пов'язаних зі швидкою демінералізацією кісток в умовах невагомості. Виникла також проблема створення принципово нових імплантатів, яка спричинила дослідження процесів асиміляції матеріалів імплантатів живою кістковою тканиною (О. Брик, В. Дубок, Л. Розенфельд). Напрацьовано методики, які дають змогу контролювати процеси демінералізації на рівні нанорозмірних систем кісткової тканини та на рівні кістки як органу (О. Брик, Л. Розенфельд, О. Атаманенко). Показано, що ЕПР-дослідження нативних та карбонатних радикалів можна використати для оцінки процесів засвоєння імплантованого матеріалу живою кісткою (О. Брик та ін., 2012).

Нову сторінку біомінералогії започатковано дослідженнями біомінералів, наявних практично у всіх органах людини. Варто згадати унікальну тритомну монографію Ф. Зузука "Мінералогія уролітів" [13], у якій автор довів, за висловом експерта (А. Полиенко, 2005), єдність мінералогії, хімії й онтогенії уролітів. Цікаві результати отримано у ході дослідження фазового складу кісткової тканини. За допомогою методу ЕПР показано, що мінеральна компонента кісток, окрім фази гідроксо-апа-

титу, містить домішкові мінеральні фази, а саме: кальцит, доломіт, магнезит, вітлокіт (О. Брик, Н. Дудченко, Д. Заболотний та ін.). Показано, що внаслідок термічного оброблення біогенного гідроксо-апатиту в умовах нестачі кисню у зразках утворюються радикали (NO_4^{2-}), в умовах надлишку кисню такі радикали не утворюються. Зроблено висновок про ізоморфне заміщення фосфору ($\text{P} \rightarrow \text{N}$) у структурі біогенного гідроксо-апатиту (Н. Дудченко, 2011).

Біомінералогію фізіогенних утворень вивчав Ю. Борисенко. Стверджено значну роль органічної матриці в біомінералізації двостулкових моллюсків і мезозойських белемнітид, скелети яких формуються арагонітом і кальцитом. Мінеральний склад скелетів залежить від впливу різних чинників — генетично зумовленої філогенії організму, довкілля та вторинних процесів, що відбуваються після відмирання організму.

Космічна мінералогія посідає особливе місце у вивченні проблеми походження Сонячної системи. Об'єктом її дослідження є зразки космічних тіл, у яких історія мінералів розпочалась із процесу конденсації в газопиловій протосонячній туманності та продовжується дотепер у безперервних фізико-хімічних перетвореннях консолідованої речовини.

У 1993 р. в НАН України створено відділ космоекології та космічної мінералогії (з 2015 р. відділ перебуває у складі ІГМР) [16], який став базовим у проведенні досліджень у галузі космічної мінералогії та космохімії в Україні. Головне завдання відділу — пошук нових типів космічної речовини, а також дослідження її як потенційного джерела мінеральних ресурсів космосу. Важливе значення мала публікація Каталогу метеоритів, що зберігаються у Національному науково-природничому музеї НАН України (В. Семененко, А. Гіріч, Ю. Русько). Якщо на початку 1960-х рр. ХХ ст. у метеоритах було зареєстровано лише 38 видів, то нині список космічних мінералів нараховує понад 400 видів. Особливою подією в космохімії та космічній мінералогії є знахідка в метеоритах зерен, сформованих в досонячній період розвитку нашої Галактики (В. Семененко, 2009).

У професійному огляді [16, 35, 37] висвітлено зародження космомінералогії, поступ її у радянську добу та перші роки існування незалежної України. Зокрема, зазначено, що захищено кандидатські дисертації з мінералогії та космохімії залізних метеоритів (Б. Тертична, 1992), паласитів (Ю. Бондар, 1994), хондритів

(А. Гіріч, 2000; Н. Кичань, 2016; К. Шкуренко, 2016), кори вивітрювання метеоритів (С. Ширінбекова, 2019). Відзначено особливе значення для розвитку космічної мінералогії в Україні спільних досліджень рідкісного за своїми характеристиками українського метеорита *Кримка* в лабораторіях Франції, Німеччини та США (V. Semenenko et al., 2001; V. Semenenko, C. Perron, 2006). Вивчення наявних у них екзотичних різновидів космічної речовини, невідомих в інших метеоритах (V. Semenenko, A. Girich, 2001, 2004), уможливило розширити каталог космічної речовини, а також зробити висновок про наявність в Кримці окремих унікальних ксенолітів, які за своїми хіміко-мінералогічними особливостями наближуються до мінеральної складової комет (V. Semenenko et al., 2005).

Відділ космічної мінералогії ІГМР НАН України, який фактично в Україні є монополістом у цій галузі мінералогії, розширює об'єкти дослідження, показує нові оригінальні результати: охарактеризовано бітумвмісний ксеноліт в хондриті *Кримка* (А. Гіріч, В. Семененко), мікроскульптуру вивітрілої поверхні зерен олівіну з паласитів (С. Ширінбекова), кору плавлення хондрита *Челябінськ* під електронним мікроскопом (А. Гіріч), нові сульфідні та сульфатні у паласиті *Брагін* (Т. Горovenко), скульптуру поверхні зламів метеорита *Челябінськ* (Н. Кичань та ін.), різновиди вуглистої речовини в хондриті *Кримка* (В. Семененко, А. Гіріч), структурно-мінералогічні особливості хондр та їхніх тонкозернистих оболонок у метеориті *Кримка* (К. Шкуренко), структурно-мінералогічні особливості кам'яного метеорита *Галків* (В. Семененко та ін.), ниткоподібні кристали шрейберзиту в метеоритах (В. Семененко, Т. Горovenко), морфологічні особливості продуктів земного вивітрювання в метеоритах (С. Ширінбекова), структурно-мінералогічні особливості фрагменту хондрита *Челябінськ* (А. Гіріч та ін.), хімічну неоднорідність тонкозернистої речовини в метеориті *Кримка* (В. Семененко та ін.), особливості мінералогії та походження вуглистої ксеноліту в хондриті *Allende* (В. Семененко та ін.).

Новим у вивченні метеоритів останнього десятиліття є пошуки фрагментів і дослідження мінералогії метеоритних кульок *Карпатського боліда EN171101*, що впав у Закарпатті 17 листопада 2001 р. (В. Семененко, А. Гіріч, Т. Горovenко, 2009), результати вивчення структур ударного метаморфізму та вивітрювання мете-

орита *Біла Церква* (Н. Кичань, С. Ширінбекова, 2012), структури поверхні та хімічний склад мінеральних зерен паласиту *Брагін* (Т. Горovenко, 2012). Уперше в метеоритах виділено генетичні типи нанорозмірних зерен мінералів (конденсаційний, метаморфогенний і екзогенний) (V. Semenenko et al., 2012), класифіковано за морфологічними ознаками ниткоподібні кристали мінералів (В. Семененко, Т. Горovenко, 2016, 2017) та продукти вивітрювання (С. Ширінбекова, 2016). Фундаментальна тема "Мінералогія та генезис пилової компоненти протопланетної туманності", над якою працював колектив відділу, — власне ознаменувала зародження нового напрямку — астромінералогії (зіркової мінералогії).

Нині відділ космоєкології та космічної мінералогії ІГМР НАН України здійснює фундаментальні дослідження з вивчення особливостей формування метал-силікатної та вуглецьвмісної речовини в допланетний період розвитку Сонячної системи. Її дослідження дає змогу наблизитися до вирішення проблеми первісного складу Землі та закономірностей розподілу мінеральних ресурсів у ній [16].

З космічною тематикою стикаються фундаментальні досягнення в області мінералогії й геології імпактних структур, висвітлені у монографіях [5, 10] і низці статей.

Наномінералогія — наймолодший розділ мінералогії. Немає поки загально визнаної дефініції наномінералогії, яка вивчає структурно та морфологічно впорядковані ультрадисперсні (нанорозмірні) об'єкти, що являють собою індивіди або автономізовані фрагменти індивідів: нанокристали, протокристали, кластери, кристалічні віруси, фулерени, молекулярні агрегати тощо (Н. Юшкин и др., 2003). Визначальною особливістю нанорозмірних мінеральних утворень є морфологічне розмаїття, розтлумачити яке на засадах наявних теоретичних моделей росту кристалів не вдається. Наномінеральні об'єкти є скрізь — у метеоритах, серед глинистих мінералів, як включення у мінералах, у живих організмах, вулканітах, метаморфітах тощо.

Наномінералогія й біомінералогія часто тісно пов'язані спільністю об'єктів дослідження — нанорозмірними частинками. Зокрема, останні локалізовані у високомінералізованих (емалі зубів, кістках) і слабкомінералізованих біологічних тканинах (органічна тканина раковин молюсків, тканини мозку). Науковця-

ми ІГМР розроблено нові підходи до вивчення фазового складу біомінералів і наномінералів за допомогою методу ЕПР, оскільки розмір мінеральної фази, яка може бути зафіксована методом, перебуває в діапазоні одиниць нанометрів.

Дослідження біомінералів людини та тварин підтвердило думку, що кристали в організмі людини — це мінерали, сформовані наночастинками (дія диссиметризованого середовища Луї Пастера). Патогенні монокристали спричиняють кам'яні хвороби та засвідчують перехід мінералоутворення з нанорівня до властивого мінеральній природі мінералоутворення на макрорівні (О. Брик та ін.). В організмах людей і тварин нормально функціонують, виконуючи певні функції, лише впорядковані наномінерали (О. Брик, А. Шпак, О. Пономаренко та ін.). Зроблено припущення, що фізіогенні магнітні біомінерали, сформовані наночастинками, сприяють функціонуванню мозку, патогенні біомінерали спричиняють його хвороби.

Увагу українських дослідників привернули магнітні властивості наномагнетиту, синтезованого в інтервалі температури 40–90 °С (Н. Дудченко), а також те, як форма та розмір наночастинок магнетиту впливають на час релаксації магнітного моменту (О. Калініченко). З'ясовано кінетику "старіння" та інші особливості штучних магнітовпорядкованих наночастинок оксидів заліза (В. Іваницький, О. Брик, Е. Польшин), можливості використання нанокластерів для оцінки якості кварцової п'єзосировини (О. Брик, А. Ларіков), основні риси мінералогії ультрадисперсних природних феригідритів і техногенних залізооксидних фаз на поверхні сталі (О. Лавриненко).

Отже, біомінерали є унікальним класом наноматеріалів, у яких на нанорозмірному рівні переплетені властивості живої та неживої речовини, тому вони — перспективні об'єкти для відкриття нових явищ і створення технологій.

Прикладна мінералогія. *Пошукова мінералогія* — це розділ прикладної мінералогії про методи та критерії пошуку й оцінки родовищ корисних копалин. У теоретико-навчальному сенсі цей та інші напрями прикладної мінералогії висвітлено у посібнику О. Матковського і Б. Пирогова "Прикладна мінералогія" (2002) та підручнику В. Павлишина і С. Довгого "Мінералогія" (2009, 2013).

Сучасний етап розвитку пошукової мінералогії в Україні започаткований у 1980-х рр. [16].

Одним із важливих підсумків досліджень з прикладної мінералогії стали деякі авторські свідоцтва на нові методики та критерії прогнозування, пошуку й оцінки родовищ мінеральної сировини. Основою цих розроблень є виявлення параметрів мінералів, які можуть слугувати надійними індикаторами рудоутворювальних процесів, геохімічної спеціалізації родовищ і ступеня їхньої рудоносності. Зокрема, прогнозні та пошуково-оцінювальні критерії розроблено для родовищ і рудопроявів діаманту, золота, п'єзокварцу та коштовного каміння, рідкісних металів тощо. Багато зі згаданих розроблень використано для обґрунтування цільових програм, скерованих на створення та розвиток в Україні каменебарвної, рідкіснометалевої, золото- і міднорудної та кварцової галузей [16, 35]. Уперше розглянуто й обґрунтовано ще одну актуальну проблему — ресурсний потенціал силіцію в Україні та можливість його використання у відновлювальній енергетиці (В. Гулій, Р. Бочевар).

Технологічна мінералогія. Вирішенням проблем, що виникають на стику технології й мінералогії, займається технологічна мінералогія. Донедавна лідерство в технологічній мінералогії належало Інституту мінеральних ресурсів (Сімферополь), де було вирішено чимало проблем. Наприклад, неймовірно складна проблема технологічної мінералогії мікрочастинок діаманту (Ю. Полканов, І. Кашкаров). Нині центром досліджень в області технологічної мінералогії є Криворізький національний університет, у якому виконано деякі дослідження, зокрема:

- технологічна мінералогія лугів багатих залізних руд Кривбасу (Б. Абделгані);
- технологічна мінералогія сульфідів, змінних залізних руд, багатих гематитових руд Інгулецького родовища (В. Євтехов, Г. Смірнова, Е. Беспояско, Л. Ковальчук, В. Філенко, М. Меньшикова);
- підвищення якості магнетитового концентрату (В. Філенко);
- геологічна оцінка результатів оптимальної схеми збагачення гематитових кварцитів (В. Євтехов);
- технологічна мінералогія бідних магнетитових руд північного району та гранатвмісних сланців Ганнівського родовища Кривбасу (С. Карпенко, Л. Ковальчук);
- технологічна мінералогія шламів Криворізького металургійного комбінату (Т. Нес-теренко);

• технологічна мінералогія відходів дробильно-сортувальних фабрик Кривбасу (О. Демченко).

Ще в одній технологічній установі в Кривому Розі покликано розробляти технології отримання огрудкованої сировини із залізорудних концентратів, це НДПІ "Механобрчормет". Мінералогічні дослідження дають змогу контролювати та корегувати технологічний процес виробництва високоякісної сировини (С. Зима, І. Дворніченко).

Деякі дослідження виконано в лабораторіях інших установ України: дослідження петалітових руд Полохівського родовища (Т. Павленко та ін.), нові енерго- і матеріалоощадні технології створення залізорудних концентратів із окиснених залізних руд (О. Пономаренко, О. Брик та ін.), зміна магнітних характеристик оксидів і гідроксидів у водному середовищі (Т. Савченко, О. Гречанівський, О. Брик), особливості біовилуговування мінералогічних технологічних типів мідьвмісних руд (Г. Сидякіна, Т. Носальська), перетворення природних оксидів і гідроксидів заліза з антиферомагнітною структурою в феромагнітні оксиди (О. Пономаренко, В. Іваницький, О. Брик та ін.), технологічна мінералогія "спелевого" графіту тощо. Прикладом міждисциплінарних досліджень, спрямованих на вирішення технологічних проблем, є дослідження кераміки давнього Києва (А. Вальтер, Г. Івакін, Л. Чміль та ін.).

Гемологія. В Україні відомо понад 300 проявів понад 40 видів каменебарвної сировини, вісім родовищ і є певні перспективи відкриття нових родовищ коштовного та виробного каміння. Особлива сторінка гемології в Україні пов'язана з дослідженнями природи забарвлення коштовного каміння, яке започатковано в Інституті геологічних наук (ІГН) АН УРСР і потужно продовжено в ІГМР НАН України (О. Поваренних, М. Таран, О. Платонов, В. Беліченко, В. Хоменко, С. Мацюк, В. Індутний, М. Литвин). Протягом багатьох років і донині детально вивчаються оптичні спектри та кольориметричні параметри природних мінералів та їхніх штучних аналогів — берилу, топазу, турмалінів, корунду, шпінелі, гранатів тощо. Сформульовано основні принципи діагностики коштовного каміння методом оптичної спектроскопії та розпізнання його імітацій.

Плідна сторінка розвитку гемології в Україні пов'язана з В. Індутним — засновником і першим директором Державного гемологічного

центру України. Розроблені ним теоретичні основи й методичні прийоми планіметричного аналізу структур мінеральних агрегатів дали змогу вивчати й об'єктивно оцінювати декоративні властивості візерункового кольорового каміння — малахіту, чароїту, родоніту, яшми тощо [15].

Коштовне та декоративне каміння України було об'єктом мінералогічного дослідження в докторській дисертації (В. Нестеровський) і деяких кандидатських (М. Куцевол, О. Гелета, А.Д.П. Бартоломеу, Ю. Ладжун, В. Андрейчак, Т. Дрозд, І. Остряньська), його описано в монографії [43], підсумкових працях [6, 22, 27, 39 тощо], підручнику "Геммологія" (2002). Йому приділяли увагу О. Платонов, М. Таран, В. Павлишин, Д. Возняк, І. Наумко, В. Панченко, І. Васишин, В. Квасниця, О. Вовк, В. Яковлева. В Україні виходить журнал "Коштовне та декоративне каміння", Київський національний університет імені Тараса Шевченка готує фахівців-гемологів.

Техногенна мінералогія. Надзвичайно болюча тема, оскільки Україна має, насамперед через нагромадження величезної маси відходів гірничорудного й інших виробництв (~30 млрд т), найбрудніше довкілля в Європі. Найбільша проблема існує передусім у Криворізькому, Донецькому басейнах, у районі соляних і сірчанних родовищ Передкарпаття. Ця проблема вирішується шляхом комплексного вилучення корисних компонентів та утилізації відходів. Утилізація відходів — мінералогічна проблема. Ідеться про "перетворення" шкідливих відвалів у корисні руди для чинних підприємств. Такий підхід поліпшить стан економіки України й кардинально зменшить згубний вплив техногенних скупчень на довкілля [11]. Показовою є докторська дисертація Л. Черняка (2005), в якій розроблено засади максимального використання техногенної сировини для виробництва якісної кераміки.

У ХХІ ст. спостерігається помітний поступ у вивченні техногенних мінералів і пов'язаних з ними екологічних і економічних проблем. Зокрема, увагу приділено мінералоутворенню внаслідок горіння териконів вугільних шахт Донбасу. Виявлено 22 техногенні мінерали (Ю. Проскурня). Доповідь М. Зборщіка та В. Осокіна (Донецьк) на міжнародній конференції "*Техногенні мінерали та родовища*" (2003) розкрила механізм samozagorannya вуглистої речовини териконів і участь у процесі тіонових

бактерій, які окиснюють сульфідну сірку до сульфатної.

Здобутки в галузі техногенної мінералогії відзеркалено у двох узагальненнях [14, 21], численних статтях і кандидатських дисертаціях (О. Лавриненко, В. Іванченко, В. Філенко, С. Тиришкіна, В. Євтехов, Є. Євтехов, Н. Сметана, О. Сметана, Г. Петруняк, Т. Беспояско, О. Демченко, Т. Нестеренко, Ю. Проскурня, Н. Привалова та ін.). У багатьох випадках наведено рецепти покращення економіки та оздоровлення довкілля, насамперед Донбасу та Кривбасу.

Екологічна мінералогія — новий науковий напрям, покликаний висвітлювати природу та наслідки біомінеральної взаємодії, оскільки мінерали відіграють і позитивну, і негативну роль в житті людини. Маємо всі підстави стверджувати, що катастрофічно небезпечні для людства проблеми "людина та камінь", "мінеральні ресурси й екологія" нині є невідкладними. На мінеральному рівні цю проблему висвітлює монографія [11], а також розроблення, що стосуються ретроспективної дозиметрії, забруднення довкілля отруйними металами, пошуку природних і штучних сполук для локалізації радіонуклідів, розроблення критеріїв для розділення ОН-вмісних силікатів — утримувачів тритію у структурі, виявлення мінералогічних протекторів дезінтеграції соляно-глинистих порід у процесі мокрої консервації гірничих виробок калійних родовищ, з'ясування впливу рудних покладів на здоров'я людей тощо (В. Радчук, О. Брик, Ф. Зузук, Б. Шабалін, В. Дяків, А. Самчук, І. Кураєва, А. Литовченко, Р. Пушкарьова, О. Пушкарьов, І. Комов та ін.).

Екологічна мінералогія нині сприймається як вчення про просторові закономірності формування та розподілу в геологічному середовищі біоактивних мінералів, дія або виникнення яких тісно пов'язані з технічною діяльністю людей. Ця дефініція зближує екологічну мінералогію з регіональною.

Музейна справа. В Україні є багато музеїв і експозицій, де представлено зразки мінералів і вироби з них. Найцікавішими та найвідомішими серед них є такі:

- Музей коштовного і декоративного каміння Міністерства фінансів України;
- відділ "Мінералогія" в Геологічному музеї Національного науково-природничого музею (ННПМ) НАН України;

- Мінералогічний музей імені академіка Євгена Лазаренка Львівського національного університету імені Івана Франка;

- мінералогічний відділ Музею природи Харківського національного університету імені Василя Каразіна;

- мінералого-петрографічний відділ Геологічного музею Київського національного університету імені Тараса Шевченка;

- Мінералогічний музей Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М.П. Семеновка НАН України;

- Мінералогічні музеї Одеського національного університету імені Іллі Мечникова; Криворізького національного університету; Українського геологорозвідувального інституту;

- Геолого-мінералогічні музеї Національного технічного університету "Дніпровська політехніка" і Донецького національного технічного університету;

- Мінералогічний виробничий музей НДПІ "Механобрчормет";

- Музеї бурштину в Рівному;

- Приватний мінералогічний музей академіка Станіслава Довгого;

- мінералогічні колекції у Геологічних музеях Івано-Франківського національного технічного університету нафти і газу; Коледжу геологорозвідувальних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка; Музеї рудних формацій Львівського національного університету імені Івана Франка;

Варто підкреслити, що в нормативних документах Міністерства освіти і науки України чітко не ідентифіковано місце природничих музеїв як невід'ємних структурних підрозділів навчального та наукового процесу. Нині фактично втрачено провідну роль музеїв у розвитку мінералогії, яку було задекларовано в музейній концепції В. Вернадського.

Чи не найбільша сучасна проблема мінералогічних музеїв України — про них мало відомо в Європі й у світі немає чітко означених статусів, бракує власних періодичних видань, комерційної діяльності, реклами, низький рівень дослідницької роботи тощо. Сказане певною мірою не стосується лише двох музеїв — Геологічного музею ННПМ НАН України та Музею коштовного і декоративного каміння Міністерства фінансів України;

Особливо плідно в науково-організаційному плані функціонує Музей коштовного і декоративного каміння, який щогоріч проводить

спільно з іншими установами та організаціями вже X науково-практичну конференцію "Мінерально-сировинні багатства України: шляхи оптимального використання". Однак нам невідома хоча б одна доповідь українського музейника про музейну справу в Україні на високих міжнародних форумах, наприклад, зібраннях Міжнародної мінералогічної асоціації. А тим часом міжнародні конференції "Мінералогія і музеї" впевнено крокують Європою та Америкою від міста до міста, але без України.

З музейною справою тісно переплітається проблема збереження мінерального розмаїття. Це нова проблема, яка ще не посіла належного місця в програмах сталого розвитку країни. Немає також достатньої кількості фахівців для формування та реалізації планів щодо збереження мінерального розмаїття. Україна, яка прагне увійти до складу Європейського Союзу, рано чи пізно буде змушена створити ефективну службу мінерального розмаїття. Головне завдання такої служби — з кожного мінерального об'єкта в музеях зберегти *in situ* або *ex situ* сукупність мінералів, що якісно та кількісно задовольнятимуть наукові й культурні потреби нинішнього та майбутнього поколінь. Все це — проблеми і завдання насамперед мінералогічних музеїв.

Для вирішення проблем музейної справи пропонується реалізувати, окрім традиційної музейної роботи, такі два організаційні заходи:

- якомога швидше створити міжгалузеву Музейну раду, яка об'єднає природознавчі музеї України та сприятиме налагодженню зв'язків з музейними комісіями Європейського мінералогічного союзу та Міжнародної мінералогічної асоціації;

- опрацювати питання щодо розроблення, відповідно до структури мінерально-сировинного комплексу України, Державної програми розвитку музейної справи та збереження мінерального розмаїття в Україні.

Висновки. 1. Ще не так давно, у "золотому віці" мінералогії, збалансовано діяв трикутник: *геологічна освіта — геологічна наука — геологічна галузь*. Поступово взаємодія в цьому трикутнику розбалансувалася, геологічна галузь, здебільшого через корупційні дії, практично зникла, а відтак геологічна освіта та наука, втративши ринок кадрів та ідей, нині ледь-ледь жевріють. Цілу купу негативних чинників принесла Україні також криза 1990-х рр. та ро-

сійсько-українська війна. Все це не могло негативно не позначитися на розвитку мінералогії в Україні.

2. Здобутки мінералогії в незалежній Україні загалом показують строкату картину: народилися й зміцніли нові наукові напрями — *наномінералогія, екологічна мінералогія*; високо піднялася *біомінералогія*, але згодом істотно знизилася темп розвитку; якісно та кількісно сильно підупали *кристалохімія мінералів, експериментальна та фізико-хімічна мінералогія, прикладна мінералогія*. Швидко, як ніколи, зростало число мінералів, відкритих у надрах України. Решта наукових напрямів розвивалися більш-менш впевнено, але повільніше, ніж у "золотому віці", інколи зі зниженою якістю.

3. Структура сучасної мінералогічної науки нині має такий вигляд: *регіональна мінералогія, систематична мінералогія, генетична мінералогія, кристалохімія мінералів, фізика мінералів, мінералогічна кристалографія, експериментальна та фізико-хімічна мінералогія, біомінералогія, космічна мінералогія, наномінералогія, прикладна мінералогія, музейна справа*.

4. Базові дисципліни — мінералогія й кристалографія — забезпечені сучасними підручниками. Навчальними виданнями забезпечено також спецкурси: генезис мінералів, регіональна мінералогія, кристалохімія мінералів, мінералогічна кристалографія, гемологія, термобарогеохімія, прикладна мінералогія, мінералогія в особах. Неодмінно потрібні підручники з фізики мінералів і біомінералогії.

5. Створено словник українських кирилических синонімів латиноалфавітних назв мінералів — *Словник українських назв мінеральних видів*, який відкрив дорогу до створення енциклопедичного узагальнення з мінералогії України.

6. У незалежній Україні продовжили свою діяльність відомі, народжені ще в радянську добу, наукові мінералогічні школи, які за всяку ціну потрібно зберегти, розвивати та зміцнювати новими здобутками.

7. На перший погляд музейна справа в Україні розвивається добре, оскільки створено вагомий загальний фонд мінеральних колекцій. Водночас, через деякі причини мінералогічні музеї України, за винятком двох-трьох, мало відомі в Європі, не задіяні в програмах діяльності міжнародних музейних комісій.

8. Кадровий вакуум, природна втрата наукових кадрів старшого покоління та нестача молоді — це перешкода розвитку мінералогії в

Україні, яку необхідно невідкладно й ефективно долати.

9. Вирішити назрілу в Україні проблему — від теорії до практики — шляхом створення інноваційної моделі розвитку, в якій гармонійна єдність освіти з наукою є запорукою високої якості освіти та сталого розвитку економіки.

10. Потрібно врахувати велике значення розвитку мінералогії в Україні для нарощування її природно-ресурсного потенціалу. Доцільно ствердити в кризовий період такий магістральний шлях досліджень: *розвивати всі наукові напрями мінералогії, але з акцентом на надання пріоритетного значення регіонально-мінералогічним і прикладним роботам.*

11. Вельми актуальним питанням в Україні є створення нових гірничорудних галузей: рідкіснометалевої, золоторудної, міднорудної, кварцоворудної, каменебарвної, фос-

форної, сировина для яких наявна у надрах держави.

12. Не втратило актуальності перезріле завдання українських мінералогів — створити "**Мінералогічну енциклопедію України**", як це планував Є. Лазаренко, виконати завдання, яке ставив В. Вернадський 100 років тому.

13. Наступні успіхи — у пізнанні ще не розкритих таємниць мінеральної речовини, в розшифруванні унікальної генетичної інформації, закодованої у конституції й властивостях природних мінералів, у ретельному вивченні мінерального світу й сировинної бази нашої держави. Досягнення цих успіхів залежить від істотної та оперативної **модернізації лабораторної бази** мінералогічних досліджень в Україні. Вирішення цієї досить гострої проблеми стає найголовнішим фактором у збереженні та зміцненні світового статусу вітчизняної мінералогічної науки.

ЛІТЕРАТУРА

1. Азовское редкоземельное месторождение Приазовского блока Украинского щита. Под ред. А.Н. Пономаренко, А.В. Анциферова. Донецк: Ноулидж, 2012. 374 с.
2. Білоніжка П. Геохімічні закономірності формування родовищ калійних солей Передкарпаття. Львів: Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2017. 228 с.
3. Бобров О.Б., Сіворонов А.О., Гурський Д.С., Павлунь М.М., Ляхов Ю.В. Геолого-генетична типізація золоторудних родовищ України. Київ: УкрДГРІ, 2004. 367 с.
4. Братусь М.Д., Давиденко М.М., Зінчук І.М., Каложний В.А., Матвієнко О.Д., Наумко І.М., Редько Л.Р., Сворень Й.М. Флюїдний режим мінералоутворення в літосфері (в зв'язку з прогнозуванням корисних копалин). Київ: Наук. думка, 1994. 192 с.
5. Вальтер А.А., Еременко Г.К., Квасница В.Н., Полканов Ю.А. Ударно-метаморфогенные минералы углерода. Киев: Наук. думка, 1992. 171 с.
6. Вовченко Р., Матковський О., Бакуменко І., Бохорська Л., Полубічко О. Словник-довідник ювелірного і колекційного каміння. Львів: Вид. центр ЛНУ ім. І. Франка, 2006. 165 с.
7. Возняк Д.К. Мікрровклучення та реконструкція умов ендегенного мінералоутворення. Київ: Наук. думка, 2007. 280 с.
8. Геворкян С.В., Ляшенко В.С., Янчук Э.А. Диагностика минералов марганца. Киев: Наук. думка, 1991. 208 с.
9. Гречановский А.Е. Радиационная устойчивость природных и искусственных минеральных матриц для долговременной и экологически-безопасной утилизации высокоактивных радиоактивных отходов. Киев: Логос, 2012. 127 с.
10. Гутов Е.П., Гожик П.Ф. Импактное кратерообразование в истории Земли. Киев: НТП "Нафтогаз-прогноз", ТОВ "Гнозіс", 2006. 216 с.
11. Довгий С.О., Павлишин В.І. Екологічна мінералогія України. Київ: Наук. думка, 2003. 152 с.
12. Зінченко О. Павлишин В., Васинюк А. Хронологія відкриття мінералів у надрах України. *Мінерал. зб.* 2012. № 62, Вип. 1. С. 31—37.
13. Зузук Ф. Мінералогія уролітів. У 3-х т. Луцьк: Вежа. Т. 1, 2002. 408 с.; Т. 2, 2003. 438 с.; Т. 3, 2004. 582 с.
14. Иванченко В.В., Котляр М.И., Шатоха В.И., Нестеренко Т.П., Тырышкина С.Н. Минеральный состав и агломерация железосодержащих металлургических шламов. Кривой Рог: Изд. центр КТУ, 2007. 142 с.
15. Індутний В.В., Татаринцев В.І., Павлишин В.І., Індутна Т.В., Манохіна Л.В., Татаринцева К.В. Як оцінювати коштовності з дорогоцінних каменів і металів. Відп. ред. В. Павлишин. Київ: ТОВ "АЛМА", 2002. 272 с.
16. Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України: 50 років. Довідн. Відп. ред. В.І. Павлишин. Київ, 2019. 266 с.
17. Квасница В.Н., Зінчук Н.Н., Коптиль В.И. Типоморфизм микрокристаллов алмаза. Москва: Недра-Бизнес-центр, 1999. 220 с.
18. Квасница В.М., Латиш І.К. Самородне золото України. Київ: АртЕк, 1996. 152 с.

19. Квасниця І.В., Павлишин В.І., Косовський Я.О. Самородна мідь України. Геологічна позиція, мінералогія і кристалогенезис. Київ: Логос, 2009. 171 с.
20. Колодій В.В., Бойко Г.Ю., Бойчевська Л.Е. Карпатська нафтогазоносна провінція. Флюїдний режим катагенно-гідротермального процесу періоду формування жильної, прожилкової і прожилково-вкрапленої мінералізації в осадових товщах. Львів; Київ: ТОВ "Укр. видавн. центр", 2004. С. 308–345.
21. Критерії екологічної і геолого-економічної оцінки та мінералогія відходів гірничо-металургійного комплексу Кривбасу. Наук. ред. М.М. Коржнев. Київ: Ніка-Центр, 2013. 228 с.
22. Латиш І.К., Падалка І.А. Коштовне та декоративне каміння України. Київ: АртЕк, 2003. 144 с.
23. Легкова Г.В., Бойко В.Л., Монахов В.С., Стульчиков В.А. Типоморфізм амфіболов из метабазитов Украинского щита. Київ: Наук. думка, 1991. 108 с.
24. Литвин М.А., Платонов А.Н., Хоменко В.М. Оптические спектры и окраска породообразующих амфиболов. Киев: Наук. думка, 1992. 183 с.
25. Люминесценция салических породообразующих минералов. Петрологические приложения. Ред. И.Б. Щербаков. Киев: ИГМР НАН Украины, 2000. 84 с.
26. Матковський О., Наумко І., Павлунь М. Етапи та періоди розвитку термобарогеохімічних досліджень в Україні. *Мінерал. зб.* 2018. № 68, Вип. 1. С. 129–134.
27. Мацуї В.М., Нестеровський В.А. Янтарь України (состояние проблемы). Киев: Терра, 1995. 56 с.
28. Мацюк С.С., Зинчук Н.Н. Оптическая спектроскопия минералов верхней мантии. Москва: Недра-Бизнесцентр, 2001. 428 с.
29. Месторождения золота в гнейсовых комплексах докембрия Украинского щита. Г.М. Яценко, А.К. Бабынин, Д.С. Гурский и др. Под ред. Г.М. Яценко, Д.С. Гурского. Киев: Геоинформ, 1998. 256 с.
30. Минералы Украинских Карпат. Оксиды, гидроксиды, хлориды, иодиды, фториды. Гл. ред. Н.П. Щербак. Киев: Наук. думка, 1995. 137 с.
31. Мінерали Українських Карпат. Гол. ред. О.І. Матковський. Львів: Вид. центр Львів. нац. ун-ту ім. І. Франка. Кн. 3, 2003. 344 с.; Кн. 4, 2011. 520 с.; Кн. 5, 2014. 584 с.
32. Павлишин В., Матковський О., Довгий С. Здобутки мінералогії в Україні (до 100-річчя Геологічної служби України та Національної академії наук України). Київ: Ін-т обдарованої дитини НАПН України, 2018. 146 с.
33. Павлишин В., Матковський О., Довгий С. Історія мінералогії в Україні. Від глибокої давнини до 90-х років ХХ ст. Київ: Master-print, 2019. 436 с.
34. Павлишин В.І. Сучасний стан мінералогії в Україні. *Зап. Укр. мінерал. т-ва.* 2017. **14**. С. 32–60.
35. Павлишин В.І., Бондаренко С.М., Брик О.Б., Возняк Д.К., Ільченко К.О., Калініченко А.М., Квасниця В.М., Кульчицька Г.О., Лупашко Т.М., Наумко І.М., Семененко В.П., Таран М.М., Тарашан А.М., Черниш Д.С. Мінералогія в Національній академії наук України (до 100-річчя НАН України). *Мінерал. журн.* 2018. **40**, № 3. С. 3–39. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.40.03.003>
36. Павлишин В.І., Зінченко О.В., Довгий С.О. Загальні особливості мінерального складу геологічних утворень України. *Мінерал. журн.* 2007. **29**, № 2. С. 5–18. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal>
37. Павлишин В.І., Платонов О.М., Брик О.Б., Возняк Д.К., Квасниця В.М., Курепін В.О., Мельников В.С., Міщук Б.М., Семененко В.П., Тарашан А.М. Мінералогія у Національній академії наук України. *Мінерал. журн.* 2008. **30**, № 3. С. 7–37. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal>
38. Перспективы коренной алмазоносности Украинского щита. Под ред. В.С. Металиди. Киев-Львов: Центр Европы, 2006. 200 с.
39. Платонов А.Н., Таран М.Н. Оптические спектры и окраска природных гранатов. Киев: Наук. думка, 2018. 256 с.
40. Платонов А.Н., Хоменко В.М., Тарашан А.Н. Оптическая спектроскопия и люминесценция породообразующих слюд и хлоритов. Киев: Наук. думка, 2013. 297 с.
41. Пономаренко О.М., Іваницький В.П., Брик О.Б., Дудченко Н.О. Властивості природних, синтетичних та біогенних оксидів і гідроксидів заліза за даними месбауерівської спектроскопії. Київ: Наук. думка, 2013. 158 с.
42. Пономаренко О.М., Кривдік С.Г., Дубина О.В. Ендогенні ільменіт-апатитові родовища Українського щита (геохімія, петрологія та мінералогія). Донецьк: Ноулідж, 2013. 230 с.
43. Самоцветы Украины. В 3-х т. Под. ред. П.Н. Баранова, С.В. Цюпка. Киев: Ювेलир-пресс. Т. 1. 2005. 64 с.; Т. 2. 2006. 100 с.; Т. 3. 2008. 84 с.
44. Словник українських назв мінеральних видів. Укладачі: Кульчицька Г., Черниш Д. *Зап. Укр. мінерал. т-ва.* 2019. **16**. 445 с.
45. Таран М.М. Оптична спектроскопія іонів перехідних металів у мінералах за різних температур і тисків: спектроскопічні, кристалохімічні та термодинамічні аспекти. Київ: Наук. думка, 2020. 399 с.
46. Цимбал Ю.С. Типоморфізм алмазу та його мінералів-супутників з осадових порід західної частини Українського щита. Київ: Наук. думка, 2014. 207 с.
47. Шермет Е.М., Кривдік С.Г., Седова Е.В. Редкометальные граниты Украинского щита. Под ред. А.Н. Пономаренко и А.В. Анциферова. Донецк: Ноулідж, 2014. 250 с.
48. Geo-Carpathians. Potential of the Cognitive Tourism. Edited by I. Bubniak and A. Solecki. Krosno, 2014. 208 p.
49. Pavlishin V.I., Dovgi S.A. Mineralogy of the Volynian chamber pegmatites, Ukraine. Moscow: EKOST Association, 2007. *Mineralogical Almanac.* **12**. 125 p.

50. Udubaşa G., Szakáll S., Duda R., Kvasnytsya V., Koszowska E., Novak, M. Minerals of the Carpathians. Prague: Granit, 2002. 479 p.

Надійшла 16.06.2021

REFERENCES

1. Ponomarenko, O.M. and Antsiferov, A.V. (eds) (2012), *The Azov rare-earth deposit of the Azov Sea region megablock of Ukrainian Shield (geology, mineralogy, geochemistry, genesis, ores, integrated exploration criteria, problems of exploitation)*, Noulidzh press, Donetsk, UA, 374 p. [in Russian].
2. Bilonizhka, P. (2017), *Heokhimichni zakonomirnosti formuvannya rodovyskh kaliinykh solei Peredkarpattya*, Ivan Franko LNU Publ. House, Lviv, UA, 228 p. [in Ukrainian].
3. Bobrov, O.B., Gurs'kyj, D.S., Sivoronov, A.O., Pavlun', M.M. and Lyahov, Yu.V. (2004), *Geologo-genetychna typizaciya zolotorudnykh rodovyskh Ukrayiny*, UkrDGRI, Kyiv, UA, 468 p. [in Ukrainian].
4. Bratus, M.D., Davydenko, M.M., Zinchuk, I.M., Kaliuzhnyi, V.A., Matviienko, O.D., Naumko, I.M., Redko, L.R. and Svoren, Y.M. (1994), *Fliuidnyi rezhym mineraloutvorennia v litosferi (v zviazku z prohnozuvanniam korysnykh kopalyn)*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 192 p. [in Ukrainian].
5. Walter, A.A., Eremenko, G.K., Kvasnitsa, V.N. and Polkanov, Yu.A. (1992), *Impact-metamorphogenic minerals of carbon*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 172 p. [in Russian].
6. Vovchenko, R., Matkovskiy, O., Bakumenko, I., Bokhorska, L. and Polubichko, O. (2006), *Glossary-Directory of precious jewels and collection stones*, Ivan Franko LNU Publ. House, Lviv, UA, 165 p. [in Ukrainian].
7. Voznyak, D.K. (2007), *Mikrovklyuchennya ta rekonstrukciya umov endogennogo mineraloutvorennia*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 280 p. [in Ukrainian].
8. Hevorkian, S.V., Liashenko, V.S. and Yanchuk, E.A. (1991), *Dyahnostyka myneralov marhantsa*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 208 p. [in Russian].
9. Grechanovskiy, A.E. (2012), *Radiatsionnaya ustoychivost prirodnykh i iskusstvennykh mineralnykh matrits dlya dolgovremennoy i ekologicheskii-bezopasnoy utilizatsii vysokoaktivnykh radioaktivnykh otkhodov*, Logos press, Kyiv, UA, 127 p. [in Russian].
10. Gurov, E.P. and Gozhik, P.F. (2006), *Impaknoe krateroobrazovanie v istorii Zemli*, Publ. NTP Naftogaz-prognoz, TOV Gnozis, Kyiv, 216 p. [in Russian].
11. Dovgiy, S.O. and Pavlyshyn, V.I. (2003), *Ekologichna mineralogiya Ukrayiny*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 152 p. [in Ukrainian].
12. Zinchenko, O.V., Pavlyshyn, V.I. and Vasyniuk, A.V. (2012), *Mineral. zb.*, No. 62, Iss. 1, Lviv, UA, pp. 31-37 [in Ukrainian].
13. Zuzuk, F.V. (2002-2004), *Mineralohiya urolitiv*, Vol. 1-3, Vezha publ., Lutsk, UA, Vol. 1 (2002), 408 p.; Vol. 2 (2003), 438 p.; Vol. 3 (2004), 582 p. [in Ukrainian].
14. Ivanchenko, V.V., Kotlyar, M.I., Shatokha, V.I., Nesterenko, T.P. and Tyryshkina, S.N. (2007), *Mineralnyy sostav i aglomeratsiya zhelezosoderzhashchikh metallurgicheskikh shlamov*, KTU press, Krivoy Rog, UA, 142 p. [in Russian].
15. Indutnyy, V.V., Tataryntsev, V.I., Pavlyshyn, V.I., Indutna, T.V., Manokhina, L.V. and Tataryntseva, K.V. (2002), *Yak otsinyuvaty koshtovnosti z dorohotsinnykh kameniv i metaliv*, in Pavlyshyn, V. (ed.), TOV "ALMA" publ., Kyiv, 272 p. [in Ukrainian].
16. Pavlyshyn, V.I. (ed.) (2019), *Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation. M.P. Semenenko NAS of Ukraine is 50th years*, Directory, Kyiv, UA, 266 p. [in Ukrainian].
17. Kvasnytsya, V.M. and Latysh, I.K. (1996), *Samorodne zoloto Ukrayiny*, ArtEk, Kyiv, UA, 152 p. [in Ukrainian].
18. Kvasnitsya, V.N., Zinchuk, N.N. and Coptil, V.I. (1999), *Tipomorphism of the diamond microcrystals*, Nedra, Moscow, RU, 220 p. [in Russian].
19. Kvasnytsya, I.V., Pavlyshyn, V.I. and Kosovs'kyi, Ya.O. (2009), *Samorodna mid' Ukrayiny. Heolohichna pozytsiia, mineralohiia i krystalohenezys*, Lohos publ., Kyiv, UA, 171 p. [in Ukrainian].
20. Kolodii, V.V., Boiko, H.Yu. and Boichevska, L.E. (2004), *Karpatska naftohazonosna provintsii. Fliuidnyi rezhym katahenno-hidrotermalnoho protsesu periodu formuvannia zhylnoi, prozhylkovo i prozhylkovo-vkraplenoi mineralizatsii v osadovykh tovshchakh*, Ukr. Publ. Centre, Kyiv, UA, pp. 308-345 [in Ukrainian].
21. Korzhnev, M.M. (2013), *Kryterii ekolohichnoi i heoloho-ekonomichnoi otsinky ta mineralohiia vidkhodiv himnycho-metalurhiinoho kompleksu Kryvbasu*, Publ. House Nika-Centre, Kyiv, UA, 228 p. [in Ukrainian].
22. Latysh, I.K. and Padalka, I.A. (2003), *Koshtovne ta dekoratyvne kaminnia Ukrayiny*, ArtEk press, Kyiv, UA, 144 p. [in Ukrainian].
23. Legkova, G.V., Boyko, V.L., Monakhov, V.S. and Stulchikov, V.A. (1991), *Tipomorfizm amfibolov iz metabazitov Ukrainskoho shchita*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 108 p. [in Russian].
24. Litvin, M.O., Platonov, O.M. and Khomenko, V.M. (1992), *Opticheskie spektry i okraska porodoobrazuyushchih amfibolov*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 183 p. [in Russian].
25. Scherbakov, I.B. (ed.) (2000), *Lyuminestsentsiya salicheskikh porodoobrazuyuschih mineralov. Petrologicheskie prilozheniya*, Kyiv, UA, 84 p. [in Russian].
26. Matkovskiy, O., Naumko, I. and Pavlun, M. (2018), *Mineral. zb.*, No. 68, Iss. 1, Lviv, UA, pp. 129-134 [in Ukrainian].

27. Matsui, V.M. and Nesterovskiy, V.A. (1995), *Amber of Ukraine (state of the problem)*, Publ. House Terra, Kyiv, UA, 56 p. [in Russian].
28. Matsyuk, S.S. and Zinchuk, N.N. (2001), *Opticheskaya spektroskopiya mineralov verkhney mantii*, Nedra-Biznestsentr press, Moscow, RU, 428 p. [in Russian].
29. Yatsenko, G.M., Babynin, A.K., Gurskiy, D.S. and et al. (1998), *Mestorozhdeniya zolota v gneysovykh kompleksakh dokembriya Ukrainskogo shchita*, in Yatsenko, G.M. and Gurskiy, D.S. (eds), Geoinform publ., Kyiv, UA, 256 p. [in Russian].
30. Shcherbak, N.P. (ed.) (1995), *Mineraly Ukrainskih Karpat. Oksidy, gidroksidy, hloridy, iodidy, floridy*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 137 p. [in Russian].
31. Matkovskiy, O.I. (ed.) (2003-2014), *Mineraly Ukrainskykh Karpat.*, Book 3-5, Lviv Univ. Publ. House, Lviv, UA. Book 3, (2003), 344 p. Book 4, (2011), 520 p. Book 5 (2014), 584 p. [in Ukrainian].
32. Pavlyshyn, V., Matkovskiy, O. and Dovgy, S. (2018), *Zdobutky mineralohiyi v Ukrayini (do 100-richchya Geologichnoyi sluzhby Ukrayiny ta Nacionalnoyi akademiyi nauk Ukrayiny)*, Instytut obdarovanoyi dytyny NAPN Ukrayiny, Kyiv, UA, 146 p. [in Ukrainian].
33. Pavlyshyn, V., Matkovskiy, O. and Dovhyh, S. (2019), *Istoriya mineralohiyi v Ukrayini. Vid glybokoyi davnyiny do 90-kh rokiv XX stolittya*, Master-print, Kyiv, UA, 436 p. [in Ukrainian].
34. Pavlyshyn, V.I. (2017), *Zap. Ukr. mineral. tov-va*, Vol. 14, Kyiv, UA, pp. 32-60 [in Ukrainian].
35. Pavlyshyn, V.I., Bondarenko, S.M., Brik, A.B., Voznyak, D.K., Ilchenko, K.O., Kalinichenko, A.M., Kvasnytsya, V.M., Kulchytska, H.O., Lupashko, T.M., Naumko, I.M., Semenenko, V.P., Taran, M.M., Tarashchan, A.M., Khomenko, V.M. and Chernysh, D.S. (2018), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 40, No. 3, Kyiv, UA, pp. 3-39 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal.40.03.003>
36. Pavlyshyn, V.I., Zinchenko, O.V. and Dovhyi, S.O. (2007), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 29, No. 2, Kyiv, UA, pp. 5-18 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal>
37. Pavlyshyn, V.I., Platonov, O.M., Brik, O.B., Voznyak, D.K., Kvasnytsya, V.M., Kurepin, V.O., Melnikov, V.S., Mitsyuk, B.M., Semenenko, V.P. and Tarashchan A.M. (2008), *Mineral. Journ. (Ukraine)*, Vol. 30, No. 3, Kyiv, UA, pp. 7-37 [in Ukrainian]. <https://doi.org/10.15407/mineraljournal>
38. Metalidi, V.S. (ed.) (2006), *Prospects of diamond deposits in Ukraine*. Publ. House Center of Europe, Kyiv-Lvov, UA, 200 p. [in Russian].
39. Platonov, A.N. and Taran, M.N. (2018), *Opticheskiye spektry i okraska prirodnykh granatov*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 256 p. [in Russian].
40. Platonov, A.N., Khomenko, V.M. and Tarashchan, A.N. (2013), *Opticheskaya spektroskopiya i lyuminestsentsiya porodoobrazuyushchikh slyud i khloritov*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 297 p. [in Russian].
41. Ponomarenko, O.M., Ivanitskiy, V.P., Brik, A.B. and Dudchenko, N.O. (2013), *Vlastyvosti pryrodnykh, sintetichnykh ta biogennykh oksydiv i gidroksydiv zaliza za danymy mesbauerovskoyi spektroskopiy*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 159 p. [in Ukrainian].
42. Ponomarenko, O.M., Kryvdik, S.G. and Dubyna, O.V. (2012), *Endogenni ilmenit-apatytovi rodovyshcha Ukrayinskogo shchyta (geokhimiya, petrologiya ta mineralogiya)*, Noulidzh press, Donetsk, UA, 230 p. [in Ukrainian].
43. Baranov, P.N. and Tsyupko, S.V. (eds) (2005-2008), *Samotsvety Ukrayiny*, Vol. 1-3, Yuvelir-Press, Kyiv, UA. Vol. 1, (2005), 64 p.; Vol. 2. (2006), 100 p.; Vol. 3. (2008), 84 p. [in Russian].
44. Kulchytska, H. and Chernysh, D. (compilers) (2019), *Zap. Ukr. mineral. tov-va*, Vol. 16, Kyiv, UA, 445 p. [in Ukrainian].
45. Taran, M.M. (2020), *Optical spectroscopy of ions of transitional metals of minerals at different temperatures and pressures: spectroscopic, crystal chemical and thermodynamic aspects*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 399 p. [in Ukrainian].
46. Tsybal, Yu.S. (2014), *Typomorphism of diamond and its satellite minerals from sedimentary rocks of the Western part of the Ukrainian Shield*, Nauk. dumka, Kyiv, UA, 207 p. [in Ukrainian].
47. Sheremet, E.M., Kryvdik, S.G. and Sedova, E.V. (2014), *Redkometal'nye granity Ukrainskogo shchita (petrologiya, geokhimiya, geofizika i rudonosnost)*, in Ponomarenko, O.M. and Antsiferov, A.V. (eds), Noulidzh, Donetsk, UA, 250 p. [in Russian].
48. Bubniak, I. and Solecki, A. (eds) (2014), *Geo-Carpathians. Potential of the Cognitive Tourism*, Krosno, PL, 208 p.
49. Pavlishin, V.I. and Dovgi, S.A. (2007), *Mineralogical Almanac*, Vol. 12, EKOST Association, Moscow, RU, 125 p.
50. Udubaşa, G., Szakáll, S., Duda, R., Kvasnytsya, V., Koszowska, E. and Novak, M. (2002), *Minerals of the Carpathians*, Granit Publ. House, Prague, Czech Republic, 479 p.

Received 16.06.2021

V.I. Pavlyshyn, DrSc (Geology, Mineralogy), Prof.,
High School of Ukraine Academician
M.P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy
and Ore Formation of the NAS of Ukraine
34, Acad. Palladin Ave., Kyiv, Ukraine, 03142
E-mail: V.I.Pavlyshyn@gmail.com
ResearcherID: D-6558-2019

MINERALOGY IN INDEPENDENT UKRAINE (1991-2021)

This article discusses the state of mineralogical research in independent Ukraine in the period from 1991 to 2021. The main achievements in various Earth sciences disciplines, including regional, systematic and genetic mineralogy, the chemistry and physics of minerals, mineralogical crystallography, bio- and nanomineralogy, experimental, space and applied mineralogy, and technical studies are considered. Four world-famous research groups and disciplines are notable. They are: i) regional and mineralogical led by academician Yevhen Lazarenko, ii) thermobarogeochemical studies led by professor Mykola Yermakov, iii) crystal chemistry led by academician Oleksandr Povarennykh, and iv) mineral physics led by professors Ivan Matyash, Oleksiy Platonov, and Arkady Tarashchan. Problems facing mineralogy including personnel, scientific, and applied are briefly discussed in the "Conclusion" section.

Keywords: analysis, mineralogical knowledge and achievements, independent Ukraine (1991-2021).