

ISSN 2078-6220

**МІНЕРАЛОГІЧНИЙ  
ЗБІРНИК**

**№ 71**

**2021**

**MINERALOGICAL  
COLLECTION**

**N 71**

*Published since 1947*

**МІНЕРАЛОГІЧНИЙ  
ЗБІРНИК**

**№ 71**

*Виходить з 1947 р.*

Ivan Franko  
National University of Lviv

Львівський національний  
університет імені Івана Франка

2021

Друкується за ухвалою Вченої Ради  
Львівського національного університету  
імені Івана Франка.  
Протокол № 23/12 від 30.12.2021 р.

Свідоцтво про державну реєстрацію  
серія КВ № 14604-3575Р від 29.10.2008 р.,  
перереєстровано як фахове видання України  
(наказ Міністерства освіти і науки України  
№ 747 від 13.07.2015 р.)

У збірнику опубліковано статті з регіональної й генетичної мінералогії, типоморфізму мінералів, металогенії, історії мінералогії, а також розділи “Хроніка” і “Втрати науки”.

The Collection includes articles on regional and genetic mineralogy, typomorphism of minerals, metallogeny, history of mineralogy, as well as the sections “Chronicle” and “Losses of Science”.

**Редакційна колегія:**

д-р геол.-мін. наук, проф. *Орест Матковський* (головний редактор), канд. геол.-мін. наук, доц. *Ірина Побережська* (заступник головного редактора), канд. геол.-мін. наук, доц. *Євгенія Сливко* (відповідальний секретар), д-р філософії, проф. *Maciej Babel* (Польща), канд. геол. наук *Анатолій Галамай*, д-р геол.-мін. наук, проф. *Валерій Євтехов*, д-р філософії, доц. *Stanislav Jeleň* (Словаччина), д-р геол.-мін. наук, проф. *Віктор Квасниця*, д-р геол. наук, ст. наук. співроб. *Юрій Колтун*, канд. геол. наук *Соломія Криль*, д-р геол. наук, ст. наук. співроб. *Ганна Кульчицька*, д-р геол. наук, член-кор. НАН України, проф. *Ігор Наумко*, д-р геол.-мін. наук, проф. *Володимир Павлишин*, канд. геол.-мін. наук, доц. *Леонід Скакун*, д-р геол. наук, проф. *Віктор Шевчук*, канд. геол. наук, доц. *Сергій Цихонь*, канд. геол. наук, ст. дослідник *Мирослава Яковенко*.

**Editorial Board:**

Professor *O. Matkovskiy* – Editor-in-Chief,  
Associate Professor *I. Poberezhska* – Assistant Editor,  
Associate Professor *Ye. Slyvko* – Managing Editor

Відповідальний за випуск: д-р геол.-мін. наук, проф. *Орест Матковський*  
Упорядник: канд. геол.-мін. наук, доц. *Євгенія Сливко*

**Адреса редколегії:**

Львівський національний університет імені  
Івана Франка, геологічний факультет,  
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005  
тел. (38)(032)239-47-00

**Editorial office address:**

Ivan Franko National University of Lviv,  
Geology Department,  
4, Hrushevskoho St., Lviv, Ukraine, 79005  
tel.: (38)(032)239-47-00

<http://publications.lnu.edu.ua/collections/index.php/mineralogy>

Редактор Н. ПЛИСА      Технічний редактор С. СЕНИК      Комп'ютерна верстка Є. СЛИВКО

АДРЕСА РЕДАКЦІЇ, ВИДАВЦЯ І ВИГОТОВЛЮВАЧА:  
Львівський національний університет  
імені Івана Франка,  
вул. Університетська, 1, Львів, Україна, 79000.  
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої  
справи до Державного реєстру видавців,  
виготівників і розповсюджувачів видавничої  
продукції. Серія ДК № 3059 від 13.12.2007 р.

Формат 70×100/16.  
Умовн. друк. арк. ....  
Тираж 100 прим. Зам. ....

© Львівський національний університет  
імені Івана Франка, 2021

УДК 549:001.32(477)

## Орест Матковський, Євгенія Сливко

Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005,  
emslivko@i.ua

### НАУКОВІ ЧИТАННЯ ІМЕНІ АКАДЕМІКА ЄВГЕНА ЛАЗАРЕНКА ТА ЇХНІЙ ВНЕСОК У РОЗВИТОК СУЧАСНОЇ МІНЕРАЛОГІЇ

Проаналізовано внесок у розвиток сучасної мінералогії наукових читань імені академіка Євгена Лазаренка, започаткованих 1997 р. згідно з ухвалою наукової конференції, присвяченої 80-річчю від дня народження вченого (Львів, 1992). Загалом відбулося 11 читань, більшість яких проведено у Львівському національному університеті імені Івана Франка. Звичайно читання були тематичні й стосувалися майже всіх наукових напрямів мінералогії та споріднених з нею наук: регіональної і генетичної мінералогії (у тім числі онтогенії, термобарогеохімії, типоморфізму мінералів), мінералогічної кристалографії, прикладної мінералогії (розшукової, технологічної й екологічної), історії науки, а також космічної мінералогії, фізики мінералів, біомінералогії, експериментальної мінералогії. Наукові читання засвідчили фундаментальний характер наукової спадщини видатного вченого ХХ ст. Євгена Лазаренка.

**Ключові слова:** академік Євген Лазаренко, наукові читання, мінералогія, наукові напрями сучасної мінералогії, історія науки, Львівський національний університет імені Івана Франка.

DOI: <http://dx.doi.org/10.30970/min.71.01>

**Вступ.** Наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка започатковано згідно з рішенням наукової конференції, присвяченої 80-річчю від дня народження вченого (Львів, 1992) [10]. Ініціатива належала кафедрі мінералогії Львівського університету, яку Є. Лазаренко очолював протягом 25 років, та Українському мінералогічному товариству (УМТ), що його Євген Костянтинович заснував 1970 р. і очолював до кінця свого життя. Учні й послідовники Є. Лазаренка вирішили в такий спосіб увічнити пам'ять про свого вчителя, оскільки організація подібних наукових форумів дає змогу оцінити вагомість внеску вченого у розвиток фундаментальної науки.

Уже відбулося 11 читань: сім – у Львові, два – у Києві, одні – в Одесі. На читаннях стало доброю традицією обговорювати актуальні проблеми мінералогії та споріднених з нею наук і внесок акад. Є. Лазаренка й створеної ним мінералогічної школи у розвиток мінералогії не тільки в Україні, а й загалом. Читання, звичайно, були тематичні й стосувалися майже всіх напрямів сучасної мінералогії – регіональної та генетичної (у тім числі онтогенії, термобарогеохімії й типоморфізму мінералів), мінералогічної кристало-

графії, прикладної мінералогії (розшукової, технологічної, екологічної), історії науки, а також фізики мінералів, біомінералогії, космічної й експериментальної мінералогії.

Матеріали читань публікували окремими виданнями або на сторінках, головню, “Мінералогічного збірника”. Зокрема, окремими збірниками видано матеріали Перших читань, які були присвячені проблемам регіональної мінералогії (1989), Третіх, присвячених акцесорним мінералам (2000), П’ятих на тему “Людина і камінь (мінералогічний аспект)” (2005) і Десятих, на яких обговорювали, передусім, стан реалізації задумів Є. Лазаренка щодо створення монографічного зведення з мінералогії України й мінералогічного словника-довідника Карпато-Балканської гірської системи (2016).

Більшість читань, які організувала кафедра мінералогії, проведено на базі спортивно-оздоровчого табору (СОТ) “Карпати” ЛНУ імені Івана Франка, який почав функціонувати з 1957 р. (за часів ректорства Є. Лазаренка).

**Мета статті** – підсумувати результати проведених наукових читань імені академіка Євгена Лазаренка й визначити їхній внесок у розвиток сучасної мінералогії.

**Головні результати наукових читань.** *Перші наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка* відбулися 25 грудня 1997 р. у Львові. Тема читань – проблеми регіональної мінералогії, тобто того напрямку мінералогічної науки, у якому Є. Лазаренко та його учні й послідовники досягли найбільшого успіху. Адже тоді вже були опубліковані за редакцією й авторством Євгена Костянтиновича фундаментальні монографічні зведення з мінералогії вивержених комплексів Західної Волині (1960), осадових утворень Передкарпаття (1962), різних геологічних утворень Закарпаття (1963) і Поділля (1969), мінералогії й генезису камерних пегматитів Волині (1973), мінералогії Донецького (1975) і Криворізького (1977) басейнів та Приазов’я (1981). Ці книги високо оцінили вітчизняні й зарубіжні вчені, які зазначали, що Україна належить до чи не найбільш мінералогічно вивчених країн і в цьому велика заслуга Є. Лазаренка. Невдовзі після смерті Євгена Костянтиновича М. Юшкін писав: “Украинский щит, Карпаты, Донбасс, Крым, т. е. вся территория Украины является наиболее детально изученным в минералогическом отношении районом страны” [31]. На думку А. Гінзбурга, “эти прекрасно изданные книги, каждая из которых имеет свою специфику, являются примером регионально-минералогических исследований. Е. К. Лазаренко создал фактически первое большое обобщение по минералогии Украины, значение которого трудно переоценить” [5]. Видатний кристаллограф І. Шафрановський у статті “Е. К. Лазаренко – основатель и глава минералогического центра в Украине” писав: “Благодаря организаторскому таланту, увлечению и энергии Евгений Константинович создал в свое время во Львовском университете жизненный и полный интересов центр минералогической науки, который притягивал к себе многих минералогов и кристаллографов. К их числу принадлежит автор” [30].

На Перших читаннях заслухано й обговорено доповідь О. Матковського і В. Павлишина “Стан і перспективи розвитку регіонально-мінералогічних досліджень в Україні” та низку коротких повідомлень з різних питань регіональної мінералогії України. Розширений варіант доповіді опубліковано окремою книжкою [19]. У ній проаналізовано головні віхи історії мінералогічного вивчення України, найважливіші напрями і стан регіонально-мінералогічних досліджень, шляхи їхнього подальшого розвитку, уперше зроблено спробу мінералогічного районування територій України. Зокрема, виділено і стисло схарактеризовано такі головні мінералогічні провінції: Українського щита, Дніпрівсько-Донецьку, Волино-Подільську, Причорноморську, Карпатську і Кримську.

*Другі наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка*, які відбулися 16 листопада 1999 р. на геологічному факультеті ЛНУ імені Івана Франка, були присвячені генетичній мінералогії [11]. Ця проблема посідає особливе місце у творчому доробку Євгена Костянтиновича, адже він автор двох фундаментальних монографій генетичного спрямування – “Основы генетической минералогии” (1963) та “Опыт генетической классификации минералов” (1979). Першу книгу присвячено 125-річчю акад. В. Вернадського – основоположника генетичної мінералогії. Водночас вона стала й навчальним посібником. У другій книзі Є. Лазаренко запропонував першу генетичну класифікацію мінералів, яка, на його думку, є найбільш природною та найповніше відповідає суті мінералогії.

У читаннях взяло участь 85 представників із Львівського, Київського, Одеського, Харківського національних університетів, Тернопільського педагогічного й Волинського державних університетів, Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення (ІГМР) НАН України, Інституту геології і геохімії горючих копалин (ІГГК) НАН України, Інституту геології Комі НЦ УрВ РАН (Сиктивкар), Українського науково-дослідного геологорозвідувального інституту (УкрДГРІ), ДПП “Західукргеологія” й Західноукраїнської геофізичної експедиції [10]. У вступному слові П. Білоніжка зазначив, що Є. Лазаренко зробив найвагоміший внесок у розвиток мінералогії, організацію геолого-мінералогічних досліджень і підготовку геологічних кадрів, а також у розвиток освіти й культури, особливо коли був ректором Львівського університету (1951–1963). Заслухано п’ять доповідей та кілька коротких повідомлень і виступів. Матеріали опубліковано в “Мінералогічному збірнику” № 50, вип. 2 за 2000 р.

У проблемній доповіді М. Юшкіна “Генетическая минералогия и проблемы прикладной минералогии” проаналізовано сучасне бачення генетичної мінералогії з позицій її глобального значення у вирішенні різних прикладних питань не тільки мінералогічного, а й петрологічного, загально-геологічного й екологічного характеру. Учений звернув особливу увагу на роль живої речовини в мінералоутворенні, адже нині відомо близько ста мінералів, які тісно пов’язані з живими організмами. Виявлено високу досконалість кристалів деяких мінералів, які зародилися в клітинах і тканинах, причому елементи їхнього зовнішнього обрису аналогічні до кристалів неорганічного походження. Науковець зазначив про важливість дослідження об’єктів біогенного походження (особливо їхньої онтогенії й анатомії) і їхнє значення під час розв’язання прикладних проблем.

У доповіді О. Матковського “Внесок Євгена Лазаренка у розвиток генетичної мінералогії” (співавт. П. Білоніжка, А. Ясинська) переконливо доведено, що в галузі генетичної мінералогії Є. Лазаренко був послідовним прихильником динамічної концепції В. Вернадського, яка є визначальною в усіх працях Євгена Костянтиновича, особливо монографіях і підручниках. Найвагомішим є внесок Є. Лазаренка в дослідження осадового мінералоутворення загалом і в Україні, зокрема, оскільки територія нашої країни на 80 % складена осадовими комплексами, з якими пов’язано багато різноманітних корисних копалин. Особливе ставлення вченого до осадового процесу засвідчують такі дві події: заснування спеціального видання “Вопросы минералогии осадочных образований” (Є. Лазаренко був його ініціатором і відповідальним редактором), а також організація і проведення у Львівському університеті всесоюзних нарад з мінералогії осадових утворень (1955) та вивчення й використання глин (1956), матеріали яких теж видано за редакцією Є. Лазаренка.

У доповіді В. Павлишина “Стан і перспективи розвитку генетичної мінералогії” (співавт. Ю. Галабурда, Д. Возняк, В. Квасниця, Г. Кульчицька, В. Мельников) проаналізовано численні аспекти генетичних мінералогічних проблем і намічено шляхи їхнього розв’язання. Зазначено про необхідність узагальнення наявних даних щодо генезису мінералів з виділенням таких аспектів, як історичні відомості, загальні положення і структура сучасної генетичної мінералогії, зародження, ріст і руйнування мінералів, способи їхнього утворення, геологічні процеси мінералоутворення, типоморфізм і фації мінералів.

І. Наумко в доповіді “Флюїдний режим процесів мінералоутворення” (співавтор В. Калюжний) нагадав, що свого часу С. Лазаренко активно підтримував дослідження включень у мінералах, з чим він пов’язував велике майбутнє генетичної мінералогії. На прикладі значного фактичного матеріалу з усебічного вивчення включень у мінералах різних геологічних об’єктів доповідач обґрунтував особливу роль флюїдів у процесах мінералоутворення. Цікавою була доповідь П. Заріцького “Стадійність і еволюція аутигенного мінералоутворення”, яка стосувалася багатьох проблем осадового мінералоутворення, особливо пов’язаних з формуванням конкрецій, поширених серед різноманітних осадових відкладів Донбасу. У повідомленні В. Дяківа схарактеризовано значення онтогенічних досліджень і механізму фрактальної кристалізації в розвитку нового напрямку – біомінералогії, який виник на стику мінералогії, біології й медицини. Обґрунтовано, як принципи генетичної мінералогії можна використовувати під час вивчення онтогенезу жовчних каменів та умов їхнього утворення й еволюції. Ю. Мельник у своєму повідомленні зазначив, що С. Лазаренко надавав важливого значення генетичним питанням не тільки в наукових дослідженнях, а й під час читання лекцій з мінералогії, що добре видно з його підручника “Курс мінералогії”.

В опублікованих матеріалах Других читань висвітлено також важливі питання рудогенезу. Вони стосуються теоретичного і практичного значення фазо- й газометричних моделей золоторудних родовищ (М. Павлунь), термостатованості палеоїдросистем як основи генетичної класифікації золоторудних родовищ України (Ю. Ляхов, М. Павлунь, С. Ціхонь), мінералогічних ознак високо- й низькотемпературного метасоматозу на Клинцівському родовищі золота (С. Сливко), генетичних типів кварцу Берегівського рудного поля (З. Матвіїшин), золотоносності рудних жил, хімічного складу мінералоутворювальних розчинів та ізотопного складу вуглецю й кисню карбонатів (М. Братусь, Л. Шишакова), фізико-хімічних умов мінералоутворення Барун-Холбинського золоторудного родовища в Східному Саяні (Т. Павлюк).

*Треті наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка* відбувалися в ранзі міжнародної наукової конференції, яку 2000 р. організував Одеський національний університет імені І. І. Мечнікова (ОНУ). Тема читань – “Акцесорні мінерали. Генезис, типоморфізм, практичне значення”. Заслухано низку доповідей, у яких розглянуто сучасний стан, прикладні аспекти й перспективи розвитку вивчення акцесорних мінералів, чому С. Лазаренко надавав важливого значення. Матеріали конференції опубліковано в третьому випуску “Праць кафедри загальної та морської геології Одеського університету” [1]. У читаннях брали участь чотири доньки Євгена Костянтиновича – Олена, Оксана, Наталія та Євгенія. Олена Лазаренко подякувала організаторам і учасникам форуму за вшанування пам’яті батька.

Організація читань на зазначену тему в ОНУ не випадкова, адже ще 1968 р. з ініціативи доц. І. Носирева в університеті було створено мінералого-геохімічну лабораторію, основним напрямом роботи якої стали дослідження акцесорних мінералів, головню, до-

кембрійських порід Українського щита [29]. За порівняно короткий період співробітники лабораторії виконали надзвичайний обсяг методичних, теоретичних і прикладних робіт, протягом 1977–1992 рр. захищено чотири кандидатські дисертації (О. Драгомирецький, В. Кадурін, В. Робул, О. Чепіжко) та одну докторську (І. Носирев), проведено Другу всесоюзну нараду з мінералогічної кристалографії (1984), всесоюзну конференцію “Циркон” (1987) і Першу школу з генераційного аналізу акцесорного циркону (1989), опубліковано монографію “Генерационный анализ акцесорного циркона” (Носирев, Робул, Есипчук, Орса, 1989).

**Четверті наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка** відбулися на початку 2005 р. у Київському національному університеті імені Тараса Шевченка. У читаннях взяло участь близько 100 осіб, передусім викладачі й студенти КНУ, а також представники державних, наукових і навчальних закладів Києва, Львова, Харкова, Одеси й Луцька [7]. Тематика читань – “Людина і камінь (мінералогічний аспект)”. Доповідь на цю тему виголосив В. Павлишин (її розширений варіант опубліковано видавничим центром “Київський університет” [28]). Доповідач зазначив, що тема читань цілком відповідає сутності життя й діяльності Є. Лазаренка. Володимир Іванович схарактеризував пріоритетні аспекти біомінеральної взаємодії в системі мінеральне царство–людство: теоретико-пізнавальний, мінерало-прикладний, екологічний, біомінералогічний, медичний і вітамінералогічний. Також акцентовано увагу на можливостях мінералогії у вирішенні проблем, пов’язаних з розшуками, оцінкою, видобутком, переробкою, використанням мінеральної сировини й ліквідацією забрудненого довкілля багатьох регіонів України.

Зі спогадами про Є. Лазаренка виступили П. Заріцький, О. Матковський, Г. Кульчицька й Д. Возняк. Учасники читань відвідали геологічний музей, у якому їхню увагу привернули мистецькі твори К. Павлишина – написаний маслом портрет Є. Лазаренка і мозаїчний портрет Т. Шевченка.

**П’яті наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка** організували ЛНУ імені Івана Франка й УМТ у грудні 2007 р. Їх присвятили проблемам мінералогічної кристалографії й приурочили до 100-річчя від дня народження І. Шафрановського й 95-річчя від дня народження Є. Лазаренка – відомих корифеїв цього важливого напрямку в мінералогії [13]. Зазначимо, що власне поняття *мінералогічна кристалографія* з’явилося “з легкої руки” Є. Лазаренка в його публікації “К вопросу о современных задачах советской минералогии” (Минералогический сборник. 1951. № 5), а узаконили його на Першій всесоюзній нараді з мінералогічної кристалографії, яку Євген Костянтинович організував 1966 р. На цій нараді обговорювали такі проблеми, як кристалічна структура і кристаломорфологія мінералів, умови утворення й онтогенія мінералів, кристаломорфологія мінералів у практиці геологорозвідувальних робіт, методи кристалографічних досліджень. У проблемній доповіді “Значение и задачи минералогической кристаллографии” (Минерал. сб. 1967. № 21, вып. 2) Є. Лазаренко визначив мінералогічну кристалографію як стикову дисципліну, у якій тісно взаємопов’язані і взаємозумовлені морфологія, структура й онтогенія мінералів.

У П’ятих наукових читаннях взяло участь понад 50 представників закладів вищої освіти України (КНУ, ЛНУ, ОНУ, Національний гірничий університет, Національний університет водного господарства, Криворізький технічний університет), науково-дослідних інститутів НАН України (ІГМР, ІГТГК) та інших установ [13]. Окремі доповіді, виголошені на цьому форумі, опубліковано у двох випусках “Мінералогічного збірника” № 57 за 2007 р.



Перше пленарне засідання було присвячене ролі Є. Лазаренка й І. Шафрановського у появі й розвитку мінералогічної кристалографії (рис. 1). Саме це питання детально розглянув В. Павлишин у доповіді “Про двох корифеїв мінералогічної кристалографії – Є. К. Лазаренка та І. І. Шафрановського”. У виступі О. Матковського на тему “І. І. Шафрановський – видатний кристалограф і мінералог ХХ ст.” проаналізовано життєвий і творчий шлях видатного вченого й педагога, його значні здобутки у розвитку мінералогічної кристалографії, вивченні кристалографії окремих мінералів, симетричної статистики мінералів, а також історії науки. Іларіон Іларіонович зробив два важливі відкриття з історії науки в Україні: перше стосується відомостей про українця за походженням Ф. Мойсеєнка – мінералога ХVІІІ ст., друге – найперших дослідів з алмазоутворення, які належать українському громадському діячеві В. Каразіну.



Рис. 1. Пленарне засідання П’ятих наукових читань імені академіка Євгена Лазаренка у Франківській аудиторії геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка, грудень 2007 р.

У доповіді В. Квасниці “Роль Є. К. Лазаренка та І. І. Шафрановського у розвитку мінералогічної кристалографії в Україні” (співавтор О. Матковський, В. Павлишин) зазначено, що розробки й ідеї цих корифеїв відіграли надзвичайно важливу роль у розвитку мінералогічної кристалографії в нашій країні. Наведено досягнення у вивченні кристаломорфології й онтогенії породо-, рудоутворювальних і акцесорних мінералів з різних геологічних утворень України, їхнього генетичного й розшуково-оцінного значення. Для таких мінералів, як самородне золото, самородна мідь, алмаз, циркон та ін. розроблено кристалогенетичну класифікацію.

Розвиток мінералогічної кристалографії в ЛНУ імені Івана Франка схарактеризовано в доповіді О. Матковського “З історії мінералогічної кристалографії у Львівському університеті” (співавтор П. Вовк). Зазначено про внесок у розвиток цієї науки З. Вейберга (засновник і завідувач другої у світі кафедри кристалографії в університеті), І. Піотровського (завідувача цієї кафедри), Є. Лазаренка, В. Соболева та їхніх учнів – З. Бартошинського, М. Сливка, Б. Сребродольського та ін. Стисло висвітлено результати кристаломорфологічних і онтогенічних досліджень алмаза, самородної сірки, бариту, кальциту, кварцу, польових шпатів, турмаліну, циркону й інших мінералів.

Цікаву доповідь “Включення в мінералах як об’єкт кристалографії” виголосила Г. Кульчицька (співавт. Д. Возняк, Д. Черниш). На думку науковців, учення про флюїдні включення в мінералах є відгалуженням кристалографічної науки, і тільки на таких засадах можна правильно інтерпретувати результати дослідження включень. Серед включень запропоновано виділяти, крім відомих генетичних типів, діагенетичні включення, які дають змогу простежувати еволюцію флюїдної фази всередині кристалів без обміну із зовнішнім мінералоутворювальним середовищем. Завершилося пленарне засідання доповіддю В. Квасниці про кристаломорфологію українських алмазів з демонстрацією на слайдах розмаїття зовнішньої і внутрішньої морфології цього коштовного мінералу.

Надзвичайно різноманітною була тематика доповідей, що їх виголосили на наступних засіданнях: онтогенія й філогенія циркону з плутонічних утворень Українського щита (О. Чепіжко, В. Кадурін, С. Кадурін, Л. Тагохіна), генетичні типи флюориту з сієнітів Яструбецького масиву (Г. Кульчицька, В. Мельников), послідовність утворення ільменіт-апатитових руд (Д. Жданов), особливості мінерального складу нерозчинного залишку солей (С. Шехунова), онтогенія техногенного магнетиту (В. Іванченко, С. Тиришкіна), мінеральний склад і анатомія кулястих індивідів та агрегатів техногенного походження (Т. Нестеренко, В. Іванченко, С. Тиришкіна) та ін.

На товариській зустрічі після засідань Ю. Галабурда прочитав вірш “На вічну пам’ять Вчителю Євгену Лазаренку”, з якого наведемо такі рядки:

В науці, у житті великому й малому  
Він поруч був – учитель й старший Друг,  
За нього ми молились Господу Святому,  
Як став згасать від тих в житті недуг.  
І він посеред нас і є, і вічно буде,  
Поки серця ще наші стукотять,  
До нього завжди йтимуть люди,  
Щоб дяку, шану й похвалу віддять  
За його серце, сповнене любові  
До України, до Землі і до Людей.  
Він буде жити в кожному нашій слові,  
А після нас живе хай в пам’яті дітей.

**Шості наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка** відбулися 13.01.2010 р. на геологічному факультеті КНУ імені Тараса Шевченка й були присвячені 70-річчю від дня народження професора кафедри мінералогії, геохімії та петрографії цього факультету В. Павлишина [8]. У читаннях взяло участь понад 100 осіб, серед яких – викладачі й студенти КНУ, представники державних, наукових і навчальних закладів Києва, Львова й Одеси.

З доповіддю “Шляхи розвитку та доля мінералогії в Україні” виступив В. Павлишин. Повний текст доповіді опубліковано в “Мінералогічному журналі” (2009. Т. 31. № 4) і часописі “Українознавство” (2010). Доповідач висвітлив основні чинники розвитку мінералогії в Україні, сформулював фундаментальні й прикладні напрями сучасної мінералогії, особливу увагу звернув на розвиток регіонально-мінералогічних досліджень, фундатором і науковим керівником яких тривалий час був його вчитель – академік Є. Лазаренко. На думку В. Павлишина, за нинішніх кризових умов потрібно, насам-

перед, розвивати прикладну мінералогію, оскільки це стимулюватиме розвиток усіх напрямів мінералогії. Актуальним є створення в Україні нових гірничорудних галузей: рідкіснометалевої, золото- й міднорудної, кварцової тощо. Зі спогадами про наукову діяльність Є. Лазаренка виступив акад. М. Щербак, який зазначив про важливість напрувань Євгена Костянтиновича у сфері генетичної мінералогії, адже знання генезису мінералів відкриває шлях до правильної оцінки родовищ корисних копалин і якості руд, а також ефективного використання всіх мінералів, якими вони складені.

Ювілярові вручили сертифікат про присвоєння унікальному кристалу берилу з Музею коштовного і декоративного каміння (Володарськ-Волинський, нині Хорошів Житомирської обл.) іменної назви “Професор В. І. Павлишин”.

У вересні 2012 р. на базі СОТ “Карпати” проведено *Сьомі наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка*, присвячені 100-річчю від дня його народження, на тему “Розвиток ідей академіка Євгена Лазаренка в сучасній мінералогії”. Організаторами читань були ЛНУ імені Івана Франка, ІГГГК НАН України, УМТ, Наукове товариство імені Шевченка і Спілка геологів України [2, 14]. У роботі читань взяли участь науковці й виробничники України, Польщі й Росії, загалом – близько 60 осіб. Серед них були викладачі, аспіранти й студенти ЛНУ імені Івана Франка, КНУ імені Тараса Шевченка, ОНУ імені І. І. Мечнікова, Національного авіаційного університету, Рівненського національного університету водного господарства та природокористування, Університету науки і технологій (Краків, Польща), науковці ІГГГК, ІГН, ІГМР імені М. П. Семененка, ІГНС, Інституту геотехнічної механіки імені М. С. Полякова НАН України, ДП “Науково-дослідний інститут галургії”, ФДУП “Всеросійський інститут мінеральної сировини”, Західно-Якутського наукового центру АН РС(Я), співробітники Закарпатської ГРЕ, а також доньки Євгена Лазаренка – Олена, Оксана і Наталія.

Відбулося чотири засідання, на яких заслухано й обговорено 18 усних доповідей і продемонстровано 19 стендових. Перше засідання відкрив голова оргкомітету О. Матковський, який зачитав привітання на адресу учасників конференції від президента РМТ, акад. Д. Рундквіста і віце-президента Ю. Маріна. Ганна Кульчицька оголосила привітання від президента УМТ В. Квасниці і вручила медаль академіка Є. Лазаренка відомому вченому, професору Б. Пирогову за вагомий внесок у розвиток технологічної мінералогії (рис. 2).

У доповіді О. Матковського “Академік Євген Лазаренко – видатний український мінералог світової величини” висвітлено основні етапи життя, наукової, педагогічної, організаторської та громадсько-культурної діяльності Євгена Костянтиновича від навчання на геолого-географічному факультеті Харківського університету, праці у Воропельському університеті й під час Другої світової війни на Уралі до успішної різнобічної подвижницької науково-педагогічної діяльності у Львові та короткого, проте яскравого її спалаху в Києві. Більшість наукових праць Є. Лазаренка є новаторськими й піонерськими, серед них шість видань підручника з мінералогії, десять класичних монографій з регіональної й генетичної мінералогії, великий тримовний мінералогічний словник, а також потужна українська мінералогічна школа, що нині znana і плідно функціонує.

В. Павлишин у доповіді “Євген Лазаренко – засновник української регіонально-мінералогічної школи” зазначив, що започатковані у Львові регіонально-мінералогічні дослідження Є. Лазаренка активно провадив і в Києві в заснованому ним відділі регіональної і генетичної мінералогії, який став другим мінералогічним центром в Україні. Учений багато працював сам і координував діяльність мінералогів (як науковців, так і виробничників) щодо збирання фактичного матеріалу, його опрацювання й написання



Рис. 2. Віце-президент УМТ Г. Кульчицька вручає медаль академіка Є. Лазаренка проф. Б. Пирогову на Сьомих наукових читаннях імені академіка Євгена Лазаренка, вересень 2012 р.

монографій. Двадцять років активних досліджень (1958–1978) під керівництвом Є. Лазаренка дали світові вісім фундаментальних монографічних зведень, які досі є підручними книгами геологів, оскільки в них на високому рівні висвітлено мінералогію восьми великих і важливих з прикладного погляду регіонів України: Західної і Східної Волині, Передкарпаття й Закарпаття, Поділля, Донецького і Криворізького басейнів, Приазов'я.

Доповідь “Поступальна хода генетичної мінералогії академіка Євгена Лазаренка” виголосив Д. Возняк (співавт. Г. Кульчицька, Ю. Галабурда). Доповідач зазначив, що генетична мінералогія, попри всі негаразди, продовжує розвиватись у руслі планів Є. Лазаренка. Найбільші здобутки його учнів є в галузі мінералофлюїдології – реконструкції умов мінералоутворення за флюїдними включеннями в мінералах. Наведено приклади нетрадиційних підходів до реконструкції *PT*-умов мінералоутворення внаслідок поєднання результатів дослідження флюїдів включень методами термобарогеохімії з даними фізичних властивостей мінералів, складу газоподібних продуктів, їхнього піролізу, поведінки експериментально загартованих розплавів.

І. Наумко в доповіді “Академік Євген Лазаренко і розвиток мінералофлюїдології в Україні” навів приклади результатів дослідження флюїдних включень у мінералах для вирішення генетичних і розшуково-оцінних питань у камерних пегматитах Волині та на золоторудних об'єктах Українського щита й Карпатського регіону, довів можливість прогнозування нафтогазоносності за включеннями вуглеводнів у мармароських “діамантах”. Хронології відкриття мінералів у надрах України присвячена доповідь В. Павлишина (співавт. О. Зінченко, А. Васинюк). На підставі статистичного аналізу хронології відкриття мінералів у надрах України за останні два століття (1800–2012) з'ясовано, що поповнення списку мінералів відбувалося відповідно до глобальних тенденцій розвитку мінералогічної науки та історичних і соціально-економічних подій у країні.

У доповіді Б. Пирогова “Розвиток генетичних ідей академіка Євгена Лазаренка у технологічній мінералогії” на конкретних прикладах розглянуто особливості оцінювання поведінки мінералів і корисних копалин у єдиній геолого-техногенній системі, взято до уваги сучасне розуміння мінералу, природу формування й перетворення його технологічних властивостей на макро-, мікро- й нанорівнях, проаналізовано майбутнє технологічної мінералогії, так чи інакше пов’язане з іменем Є. Лазаренка, який уміло й результативно поєднував в мінералогії теорію і практику. Завершилося перше засідання доповіддю М. Зінчука “Мінералого-геохімічні особливості кімберлітів та їхнє прикладне значення”, у якій наведено стислу мінералого-геохімічну характеристику алмазоносних кімберлітових трубок Сибірської, Східноєвропейської й Африканської платформ, доведено, що кімберлітові трубки Східноєвропейської платформи мають багато специфічних мінералого-геохімічних особливостей, які відрізняють їх від класичних кімберлітів Сибірської й Африканської платформ.

На другому засіданні заслухано доповіді П. Білоніжки про кристалохімію, номенклатуру, систематику й умови утворення глауконіту, сколіту й селадоніту, В. Семененко (співавтор А. Гіріч) про перші знахідки самородного вольфраму і срібла в метеоритах, Б. Мамчура (співавт. Л. Скакун, О. Азарська) про гідротермальний сепіоліт з карбонатних утворень Завалівського графітового родовища, І. Яценка (співавт. С. Бекеша, Н. Білик, Л. Дручок) про ендегенні Ti-Mn-Fe-силікатні сферули з експлозивних структур і вулканогенно-осадових формацій України, В. Дяківа про мінералогічні протектори дезінтеграції галопелітів у процесі мокрої консервації гірничих виробок калійних солей Передкарпаття.

Надзвичайно цікавою була доповідь польських науковців “Низькотемпературні асоціації рудних мінералів на родовищі типу Купфершіфер, рудний район Любін–Серошовіце, Південно-Західна Польща”, з якою виступив А. Пестшиньскі (співавтор Я. Печонка) (рис. 3).



Рис. 3. З доповідню виступає А. Пестшиньскі (м. Краків, Польща).  
Сьомі наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка, вересень 2012 р.

Автори виявили в чорних сланцях родовища багату тіосульфідну мінералізацію, яка, на їхню думку, сформувалася внаслідок заміщення органічної речовини фосилій сульфідними мінералами – сфалеритом, галенітом, піритом, бляклими рудами, а також золотом і сріблом. Учені подарували Мінералогічному музею імені Є. Лазаренка взірці такої руди з сульфідними мінералами.

Жваву дискусію викликали доповіді М. Павлуня (співавт. Ю. Ляхов, Ю. Пахнючий) про рудоформаційні аспекти термобарогеохімічних досліджень золоторудних родовищ України, О. Драгомирецького про розшукові ознаки золоторудних об'єктів Українського щита й нові алгоритми прогнозно-розшукових робіт, М. Братуся про джерела й ізотопну природу компонентів флюїдів у мінералах різних родовищ і рудопроявів України. Заслухано також доповіді про магматичну кристалізацію і становлення текстур лавових потоків ратненської світи волинської серії (І. Мисяк, Л. Скакун) і про мінералогеохімічні фації відкладів крейдово-палеогенового флішу Українських Карпат (І. Попп).

З узагальненою інформацією про стендові доповіді виступив М. Ковальчук, який наголосив на їхній великій різноманітності (регіональна, генетична й космічна мінералогія, типоморфізм мінералів, термобарогеохімія, кристалохімія, мінералогія техногенезу та ін.).

Завершилися читання чудовою геологічною екскурсією на молоді вулканіти Закарпаття (рис. 4), яку провів Л. Скакун. У двох закинутих кар'єрах учасники екскурсії ознайомилися з проявами стовпчастої, плитчастої й подушкової окремоті андезібазальтів, їхніми текстурно-структурними особливостями й пов'язаною з ними мінералізацією.



Рис. 4. Учасники Сьомих наукових читань імені академіка Євгена Лазаренка на відслоненні вулканітів, вересень 2012 р. Зліва направо: В. Павлишин, П. Білоніжка, Б. Пирогов, Ю. Чабан, О. Матковський, В. Фурман.

*Восьмі наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка* на тему “Мінералогія: сьогодні і майбуття” відбулися в СОТ “Карпати” 11–14 вересня 2014 р. Їх присвятили 150-річчю заснування кафедри мінералогії у Львівському університеті, яку 25 років очолював Є. Лазаренко. У роботі читань взяло участь понад 60 представників закладів вищої освіти й науково-дослідних інститутів геологічного профілю (рис. 5). Серед них 12 докторів і 21 кандидат наук, багато молоді, у тім числі аспіранти і студенти (рис. 6). На чотирьох засіданнях заслухано 28 усних і продемонстровано 17 стендових доповідей [3, 15].



Рис. 5. Учасники Восьмих наукових читань імені академіка Євгена Лазаренка, вересень 2014 р. Фото І. Зінчука.

Перше засідання розпочалося з доповіді О. Матковського і Л. Скакуна “Кафедри мінералогії Львівського національного університету імені Івана Франка 150 років”. У ній стисло висвітлено історію кафедри з часу заснування 1864 р на філософському факультеті університету. Засновником і першим завідувачем кафедри був основоположник мікроскопічного методу в мінералогії й петрографії проф. Ф. Ціркель. Кафедру також очолювали такі науковці й педагоги, як Ф. Кройтц, Ю. Медведський, З. Вейберг (засновник другої у світі кафедри кристалографії, 1922), Ю. Токарський, С. Біскупський, К. Смуліковський. З 1945 р. кафедрою мінералогії в складі новоствореного геологічного факультету керував Є. Лазаренко, а після його переїзду до Києва – А. Ясинська (1969–1974), О. Матковський (1974–1999), П. Білоніжка (1999–2000) і Л. Скакун (з 2000 р.).

Серед найважливіших здобутків кафедри – широкомасштабна підготовка фахівців-геологів різного профілю, передусім мінералогів, мінералогічних кристалографів і геохіміків; розробка і видання навчально-методичної літератури – підручників, навчальних посібників, методичних розробок тощо; підготовка кадрів через аспірантуру й різно-

профільна науково-дослідна робота мінералогічного, кристалографічного, кристалохімічного й геохімічного спрямування; організація й публікація першого в Україні профільного наукового видання “Мінералогічний збірник”; участь у розширенні Мінералогічного музею й набутті ним самостійного статусу; організація й участь у проведенні періодичних наукових форумів різного рівня; формування й розвиток мінералогічної школи академіка Євгена Лазаренка.



Рис. 6. Молоді учасники Восьмих наукових читань імені академіка Євгена Лазаренка, вересень 2014 р. Зліва направо: І. Кицмур, Г. Занкович, М. Зубик, Н. Нестерович, Т. Бринський, О. Кохан. Фото І. Зінчука.

Заслухано доповіді, присвячені кристалографічним і фізичним дослідженням алмазу, що їх провадив проф. З. Бартошинський (С. Бекеша), особливостям складу й походження карбонатів з докембрійських карбонатитів Фінляндії (В. Гулій, В. Степанов, Н. Білик), радіаційному окисненню заліза в структурі турмаліну і його термічній стійкості (О. Гречановський, В. Іваницький, О. Брик та ін.), генезису лангбейніту Передкарпаття за даними експериментальних досліджень (П. Білоніжка). Цікавою була доповідь “Експериментальний освітній проект ВГО Спілка геологів України та Інституту Тутковського “Надра Землі, надра духовні” (Г. Лівенцева, М. Крочак), у якій зазначено про важливість і необхідність упровадження геологічних дисциплін у загальноосвітніх закладах, що сприятиме формуванню геологічного світогляду молоді й піднесенню престижу геологічної науки в Україні. Наприкінці першого засідання О. Матковський презентував п’яту, завершальну книгу із серії “Мінерали Українських Карпат” – “Процеси мінералоутворення”, у якій уперше узагальнено особливості магматичного, гідротермально-метасоматичного, осадового, метаморфічного, гіпергенного, космогенного й сучасного мінералоутворення в геологічних комплексах регіону (рис. 7).

Друге засідання розпочала Г. Кульчицька, яка виголосила доповідь “Мінералогія України в контексті мінералогії Світу” (співавтор В. Павлишин). Автори акцентували увагу на внеску різних країн щодо знахідок нових мінералів, затверджених Комісією з



нових мінералів, номенклатури і класифікації Міжнародної мінералогічної асоціації (ММА). За даними Комісії, на території України відкрито 12 нових мінералів, що значно менше, ніж на територіях західних сусідів. Відставання зумовлене відсутністю належного аналітичного обладнання, хоча й за таких умов вітчизняні мінералоги швидкими темпами поповнюють базу даних мінералів України.

Наступні доповіді стосувалися акцесорних мінералів і потенційної рудоносності геологічних об'єктів (В. Кадурін, О. Чепіжко), фізико-хімічних умов утворення золотоносного парагенезису на Бобриківському родовищі Донбасу (О. Цільмак, Л. Скакун), Zn-Mn-тренду еволюції фемічних мінералів лужних порід України (С. Кривдік, О. Дубина, Ю. Амашукелі, В. Шаригін), титан-цирконієвої мінералізації Мотронівсько-Аннівського родовища Середнього Придніпров'я (С. Василенко, О. Ремезова, Т. Свівальнева та ін.), петрографічних і мінералогічних особливостей фенітів балки Валі-Тарама в Східному Приазов'ї (В. Моргун), кварцу як індикатора тектонічних процесів (Л. Маметова), геолого-структурних і мінералого-генетичних особливостей кальцитових жил у крейдових відкладах південно-західної частини Українських Карпат (С. Кріль, І. Бубняк, С. Ціхонь, Ю. Віхоть).



Рис. 7. Орест Матковський презентує книгу “Мінерали Українських Карпат. Процеси мінералоутворення” на Восьмих наукових читаннях імені академіка Євгена Лазаренка, вересень 2014 р. Фото І. Зінчука.

На третьому засіданні заслухано доповіді, присвячені Музею рудних формацій (мабуть, єдиному у світі), створеному при кафедрі геології корисних копалин Львівського університету, як важливій науковій і навчально-дидактичній складовій якісної підготовки фахівців-геологів (М. Павлунь), мінералам-індикаторам рудоутворення в рідкіснометалевих гранітах Українського щита (С. Кривдік, Є. Шеремет, Є. Седова), оцінці рідкісноземельної рудоносності Яструбецького цирконієвого рудопрояву (Український щит) за первинними флюїдними включеннями в кристалах циркону (Д. Возняк, Г. Кульчицька, В. Бельський), моделі аморфізації структури циркону за даними комп'ютерного моделювання (О. Гречановський, О. Брик, О. Гречановська), особливостям хлоритів рудопрояву Баня Вишківського рудного поля (І. Кончаківський).

Четверте засідання присвятили 180-річчю заснування кафедри мінералогії і геонозії у Київському університеті імені Тараса Шевченка. Заслухано доповіді, головно, науковців цього ЗВО: “Як і чому виникла перша в Україні кафедра мінералогії” (В. Павлишин), “Хімізм породоутворювальних мінералів як індикаторна ознака геологічного розчленування і кореляції інтрузивно-магматичних утворень Українського щита” (О. Митрохин, Т. Митрохина, Є. Вишневська, О. Кірієнко), “Хімічний склад амфіболів і піроксенів як індикатор умов утворення натрієвих метасоматитів Українського щита” (В. Синицин), “Теригенні акцесорні мінерали осадових утворень як індикатори петротипу та віку кристалічних порід – джерел уламкового матеріалу (досвід застосування рентгенофлуоресцентного аналізу)” (О. В. Андреев, С. Савенок, О. О. Андреев, О. Хлонь, О. Бункевич, К. Бухарева, О. Ільєнко, Т. Яновець), “Піроксени як індикаторні мінерали сублужних базитових дайок східної частини Волинського мегаблока Українського щита” (А. Омельченко, О. Митрохин), “Геохімічна характеристика біотиту із гранітоїдів Волинського мегаблока Українського щита” (Г. Павлов, О. Павлова, Н. Юрченко), “Антипертитовий плагіоклаз із гранітів кіровоградського комплексу” (Н. Коновал). Стислий аналіз стендових доповідей зробив О. Чепіжко. Він зазначив, що їхня тематика стосується різних мінералогічних проблем у таких напрямках, як регіональна мінералогія (Передкарпаття, Українські Карпати, Волинь, Середнє Придніпров’я), типоморфізм мінералів, методи мінералогічних досліджень, термобарогеохімія та ін.

В останній день читань під керівництвом Л. Скакуна проведено геологічну екскурсію в кар’єри сіл Підгірне й Сільце Іршавського р-ну, де відслонені лавові потоки неогенових андезибазальтів. Учасники мали змогу ознайомитися з морфологією, особливостями внутрішньої будови й мінерального складу лавових потоків і лавової товщі загалом, а також з красою Закарпатського краю.

Матеріали Восьмих наукових читань опубліковано окремим виданням під назвою “Мінералогія: сьогодні і майбуття” [26]. Збірник містить 79 доповідей, у яких висвітлено стисло історію та здобутки кафедри мінералогії Львівського університету, наведено нові дані з мінералогії, кристалохімії, біогеохімії, петрографії, літології, термобарогеохімії, схарактеризовано формування різноманітної мінералізації (самородно- й рідкіснометалевої, неметалевої) у магматичних, гідротермально-метасоматичних, осадових, метаморфічних і техногенних утвореннях.

У січні 2015 р. у навчально-науковому інституті “Інститут геології” Київського національного університету імені Тараса Шевченка відбулися *Дев’ять наукових читань імені академіка Євгена Лазаренка*, присвячені 75-річчю від дня народження і 60-річчю науково-педагогічної праці доктора геолого-мінералогічних наук В. Павлишина, який тоді працював на посаді професора кафедри мінералогії, петрографії і геохімії цього університету [4, 27]. У читаннях узяло участь понад 50 фахівців, серед них член-кор. НАН України С. Довгий, доктори і кандидати геолого-мінералогічних наук Г. Анастасенко, О. Бобров, Д. Возняк, В. Загнітко, В. Квасниця, М. Ковальчук, І. Наумко, О. Платонов, М. Таран, А. Таращан, В. Шевчук та багато інших.

Наукові читання відкрив заступник голови оргкомітету, директор ННІ “Інститут геології” В. Михайлов, який схарактеризував особистість В. Павлишина і значимість його ролі в розвитку мінералогії. Володимир Іванович – один із провідних мінералогів України, академік Академії наук вищої школи України, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки, почесний президент УМТ.

У доповіді “60 років у мінералогії в контексті розвитку світової мінералогії” В. Павлишин підсумував свій внесок у мінералогію (рис. 8). Він наголосив на такому: “Мінерали, руди та гірські породи з прадавніх часів і донині є основним ресурсом для розвитку цивілізації, і тому знання про них – це органічна й невід’ємна частина загальної частини людства. Орієнтовно три чверті матеріалів, які виробило людство для свого існування та розвитку, виготовлено з мінеральної сировини. Тому мінералогічна наука – дуже вагома в сучасному суспільстві сфера людської діяльності, у якій напрацьовують, систематизують, скеровують у практичне русло знання про мінерали”. Світова практика споживання корисних копалин свідчить, що за сучасних воєнно-кризових умов в Україні споживання не може бути ефективно реалізоване без належного вивчення мінеральної сировини, яке доцільно скерувати на отримання якісного результату – напрацювання з окремих розділів або прикладної мінералогії загалом, особливо, якщо вони ґрунтуються на засадах генетичної мінералогії. Учений проаналізував такі основні напрями сучасної мінералогічної науки, як вступ до мінералогії, кристалохімія мінералів, регіональна мінералогія, біомінералогія (молода, проте дуже важлива наука), генетична мінералогія, прикладна мінералогія, наномінералогія (наука з великим майбутнім).



Рис. 8. Володимир Павлишин виступає з доповіддю “60 років у мінералогії в контексті розвитку світової мінералогії” на Дев’ятих наукових читаннях імені академіка Євгена Лазаренка, січень 2015 р.

Після доповіді В. Павлишина віце-президент Академії наук вищої школи України А. Філіпенко вручив ювілярові найвищу відзнаку академії – нагороду святого Володимира. Володимира Івановича привітали директор Інституту телекомунікацій та глобального інформаційного простору, президент Малої академії наук С. Довгий, президент УМТ В. Квасниця, завідувач відділу геохімії глибинних флюїдів ІГГК НАН України І. Наумко, завідувач кафедри мінералогії, геохімії та петрографії КНУ імені Тараса Шевченка С. Шнюков, доцент цієї ж кафедри В. Шунько, доцент кафедри екологічної та інженерної геології і гідрогеології ЛНУ імені Івана Франка В. Дяків, доцент кафедри мінералогії Санкт-Петербурзького університету Г. Анастасенко.

У вересні 2016 р. відбулися *Десяті наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка*, організовані ЛНУ імені Івана Франка, ІГГК НАН України, УМТ і НТШ [12, 18].

Було заявлено 24 усні та 26 стендових доповідей. Серед авторів – представники Київського, Львівського, Волинського і Криворізького національних університетів, Національного університету водного господарства та природокористування, Донецького національного технічного університету, ІГН, ІГМР імені М. П. Семененка, ІГГК та Інституту прикладної фізики НАН України, а також Варшавського університету, Геологічного інституту Норвегії, Московського державного університету імені Ломоносова, Західно-Якутського наукового центру АН РС(Я), Інституту геології і мінералогії імені В. С. Соболева СВ РАН.

До початку роботи читань опубліковано збірник матеріалів “Десяті наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка” [6]. Він містить 48 доповідей, у яких висвітлено стан реалізації задуманих і розпочатих Є. Лазаренком наукових праць з мінералогії України й Карпато-Балканської гірської системи, наведено новітні матеріали з теоретичної, генетичної, регіональної, експериментальної й космічної мінералогії, схарактеризовано різноманітні аспекти мінералогії, геохімії та флюїдного режиму процесів формування родовищ металевої й неметалевої сировини (алмаз, золото, мідь, залізо, титан, рідкісні й рідкісноземельні метали, калійні солі, вуглеводні та ін.).

У роботі читань узяло участь понад 40 учасників з ЛНУ імені Івана Франка й інститутів НАН України (рис. 9). На чотирьох засіданнях заслухано й обговорено 19 усних і 16 стендових доповідей. Тематика читань охоплювала два головні питання: 1) стан реалізації задумів Є. Лазаренка щодо створення монографічного зведення з мінералогії України й мінералогічного словника-довідника Карпато-Балканської гірської системи; 2) результати новітніх мінералогічних досліджень.



Рис. 9. Учасники Десятих наукових читань імені академіка Євгена Лазаренка, вересень 2016 р.

У доповіді О. Матковського “Стан реалізації задуманих і розпочатих Євгеном Лазаренком праць з мінералогії України та Карпато-Балканської гірської системи” (співавтор Є. Сливко) стисло висвітлено історію започаткування Є. Лазаренком цих задумів та їхню часткову реалізацію його учнями (рис. 10). Одноименну працю опубліковано в матеріалах читань [6] і в розширеному варіанті англійською мовою – у “Мінералогічному збірнику” [32]. Доповідач нагадав, що Є. Лазаренко започаткував роботи в цьому напрямі ще у Львові. Зокрема, наприкінці 1960-х років на геологічному факультеті виконували багаторічну науково-дослідну тему “Мінералогія Української ССР”. А на першому засіданні Комісії мінералогії і геохімії КБГА, яке відбулося 1961 р. у Львівському університеті, Євген Костянтинович виступив з доповідями про обговорення макету мінералогічного словника Карпато-Балканської гірської системи і про принципи складання й макет мінералогічної енциклопедії регіону. Учні й послідовники Є. Лазаренка продовжили працю вченого, завдяки чому підготовлено й видано книгу “Мінерали України. Краткий справочник” [22] і підручник “Основи мінералогії України” [16]; з’явилася низка узагальнювальних публікацій під час тривалої роботи над підготовкою “Мінералогічної енциклопедії України” (МЕУ, 2006–2015); опубліковано п’ять книг із серії “Мінерали Українських Карпат” [20, 21, 23–25] і працю міжнародного колективу авторів “Minerals of the Carpathians” [33].



Рис. 10. З доповіддю “Про стан реалізації задуманих і розпочатих Євгеном Лазаренком наукових праць з мінералогії України та Карпато-Балканської гірської системи” виступає О. Матковський. Десять наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка, вересень 2016 р.

Г. Кульчицька у доповіді “Мінералогія в інформаційному просторі” (співавтор Д. Черниш) схарактеризувала труднощі у підготовці МЕУ, пов’язані з назвами мінералів, вимогами до них та із затвердженням нових мінеральних видів комісіями ММА.

Цікавими були й такі доповіді: “Новая практически важная разновидность монацита Побужья” (А. Вальтер, В. Андреев, В. Павлюк та ін.), “Досвід застосування рентгенофлуоресцентного методу для дослідження системи Rb-Sr калієвих мінералів” (О. Андреев, А. Вальтер, О. Хлонь), “Роль мінералогічних досліджень у вивченні умов формування флішових формацій Криму й Карпат” (П. Білоніжка), “Нові дані з мінералогії

лужних порід України” (С. Кривдік, В. Шаригін), “Агати Іванчинського базальтового родовища” (В. Прокопець, В. Сквороднев), “Прогнозно-металогенічне значення термобарогеохімії ендегенних рудних формацій” (М. Павлунь), “Флюоцерит-(Ce) із камерних пегматитів Волині” (Д. Возняк), “Модель аморфизації структури циркона по даним комп’ютерного моделювання” (О. Гречановський, М. Єрьомін), “Geochemistry of ilmenite from the Ukrainian anorthosite-mangerite-charnockite-granite-related deposits” (L. Shumlyanskiy, A. Korneliusson, S. Øyvind (Geological Survey of Norway, Trondheim, Norway), B. Bagiński (Warsaw University, Warsaw, Poland)).

Космічній мінералогії присвячені доповіді В. Семененко й А. Гіріч “Природа порфірового бітумовмісного ксеноліту в хондриті Кримка (LL3.1)” і “Структурно-мінералогічна характеристика порфірового бітумовмісного ксеноліту в хондриті Кримка”, а також С. Ширінбекової “Мікроскульптура звітненої поверхні зерен олівіну з паласитів”.

Вражаючими були доповіді екологічного спрямування з показом катастрофічних явищ, пов’язаних з видобутком корисних копалин. Зокрема, В. Мельничук у доповіді “Прогнозні чинники та розшукові ознаки локалізації бурштину в Прип’ятському басейні” (співавтор М. Криницька) продемонстрував жахливий сучасний стан території Волинської й Рівненської областей після видобутку бурштину, особливо несанкціонованого, а В. Дяків у доповіді “Розвиток приборотного соляного карсту як головної чинник формування стійкого гідроізоляційного прошарку в процесі затоплення Домбровського кар’єру” – досить страхітливі наслідки недосконалої (хижацької) розробки соляних родовищ.

Цікавими були доповіді молодих науковців: Г. Федчун про імовірність алмазоносного магматизму в Передкарпатському прогині, Ю. Череміського про структурно-літологічний контроль метасоматозу поверхневих сольових і вуглеводневих проявів у Скибовій зоні Карпат і Передкарпатському прогині (співавтор Г. Петруняк, О. Череміська, М. Петруняк), Є. Луньова про геохімічні особливості слюд у малінітах Покрово-Київського масиву.

Аналіз стендових доповідей зробив М. Ковальчук. Він зазначив, що представлена на стендах наукова інформація достатньо багатогранна; охоплено такі напрями, як регіональна мінералогія, типоморфізм породотворювальних і рудних мінералів, термобарогеохімія тощо.

В останній день наукових читань під керівництвом Л. Скакуна проведено геологічну екскурсію на вулканічні структури долини р. Визниця. Екскурсанти ознайомилися з лавовими потоками й відвалами Клочківського й Шелестівського родовищ андезибазальтів (рис. 11).

**Одинадцяті наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка**, організовані ЛНУ імені Івана Франка за участю ІГГГК НАН України, УМТ і НТШ, відбулися у вересні 2018 р. в СОР “Карпати” [9, 17]. Тематика читань охоплювала мінералогію й геохімію гірських порід і корисних копалин, історію науки, генезис та властивості мінералів – земних і космічних, породотворювальних і акцесорних – з ендегенних, екзогенних і техногенних утворень (піроксени, амфіболи, турмалін, циркон, кайнозит, енігматит та ін.), проблеми золото-, мідє-, бурштиноносності, сланцевого газу й техногенезу.

До початку роботи читань їхні матеріали опубліковано в “Мінералогічному збірнику” № 68, вип. 1 за 2018 р. Збірник відкриває публікація О. Матковського й В. Павлишина “Роль геологічної служби України в розвитку мінералогічних досліджень (до 100-річчя заснування Українського геологічного Комітету)”, у якій висвітлено найвагоміші здобутки представників геологічної служби в мінералогічних дослідженнях України, що



Рис. 11. Учасники Десятих наукових читань на геологічній екскурсії в кар'єрі с. Кленовець (Шелестівське родовище андезибазальтів), вересень 2016 р.

пов'язані, головню, з науково-дослідними інститутами (Інститут мінеральних ресурсів, УкрДГРІ) і окремими дослідниками, які згодом стали відомими науковцями й педагогами. Завершальною є оригінальна стаття А. Радченко “Наукова періодика з мінералогії в Україні. Напрями розвитку”, у якій стисло схарактеризовано три головні вітчизняні наукові періодичні видання мінералогічного спрямування: “Записки Українського мінералогічного товариства”, “Мінералогічний журнал” і “Мінералогічний збірник”. Виконано порівняння з чотирма найбільш цитованими (за даними наукометричної бази даних Web of Science Core Collection) виданнями відповідної тематики, окреслено перспективні напрями розвитку мінералогічної періодики в Україні.

Безпосередню участь у роботі читань узяло 37 осіб, серед яких представники Київського, Львівського, Харківського і Криворізького національних університетів, Національного університету водного господарства та природокористування, ІГН, ІГМР імені М. П. Семененка та ІГГК НАН України. Серед авторів доповідей були і представники Інституту прикладної фізики НАН України, геологічної служби України й Інституту геології і мінералогії РАН [9, 17].

На чотирьох засіданнях заслухано й обговорено 24 усні й вісім стендових доповідей. Після вступного слова голови оргкомітету читань, декана геологічного факультету М. Павлуня (рис. 12) президент УМТ Г. Кульчицька вручила медаль Є. К. Лазаренка за внесок у мінералогію доктору геологічних наук, завідувачеві відділу геохімії глибинних флюїдів ІГГК НАН України І. Наумку та завідувачеві Геологічного музею коледжу геологорозвідувальних технологій КНУ імені Тараса Шевченка В. Прокопцю.

На першому засіданні заслухано шість доповідей: О. Матковського про роль геологічної служби України у розвитку мінералогії (до 100-річчя заснування Українського геологічного комітету), С. Кривдіка про Na-астрофіліт Малотерсянського масиву (співавт. О. Дубина, В. Шаригін), О. Андреева про формули мінералів з високим вмістом радіогенних ізотопів (співавт. А. Вальтер, А. Писанський) і про рідкісні алумофосфати палеопротерозойських пісковиків Волинського мегаблока Українського щита

(співавт. О. Хлонь, С. Савенок), В. Харитонова про золотовмісні мінали в складі ільменіту Носачівського родовища на Черкащині (співавтор Т. Харитонова), О. Дубини про кайнозит із жильних сієнітів Пенizeвицького кар'єру (Коростенський плутон) (співавт. С. Кривдік, В. Шаригін, О. Митрохін).

На другому засіданні відбулася презентація сигнального видання книги “Здобутки мінералогії в Україні. До 100-річчя геологічної служби України та Національної академії наук України” (Павлишин, Матковський, Довгий, 2018). Також заслухано доповіді, присвячені генезису скелетних і зональних псевдомонокристалів (Г. Кульчицька, І. Герасимець, В. Бельський), типоморфним особливостям золота з кір звітрювання Сурської зеленокам'яної структури (М. Ковальчук, В. Сукач), золотоносності Могилів-Подільської ділянки та напрямів її подальших досліджень (М. Ковальчук, Л. Фігура, І. Капеліста), структурам ударного метаморфізму в метеориті з умовною назвою “Велика Балка” (Н. Кичань, А. Гіріч), включенням у цирконі з вулканічних порід підводного масиву Ломоносова (К. Шнюкова), специфіці газового режиму ефузивних процесів під час формування андезитів Вигорлат-Гутинського вулканічного пасма (І. Наумко, Л. Скакун, Т. Бринський, Б. Сахно), впливу ендегенних процесів на осадове мінералоутворення (П. Білоніжка, Ю. Дацюк) та мінералого-геохімічним закономірностям самоорганізації й еволюції карстових гідрогеологічних систем зони техногенезу соляних родовищ Карпатського регіону (В. Дяків).



Рис. 12. Голова оргкомітету М. Павлунь відкриває Одинадцяті наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка, вересень 2018 р.

Під час третього засідання заслухано доповіді, які стосувалися мінералогії й умов формування Mn-Fe зруденіння Завалівського графітового родовища (Л. Скакун, В. Микитчин), морфології й хімічного складу піроксенів із порід Покрово-Кириївського масиву (В. Гащенко, О. Андреев) і пойкилітового нефеліну з малінїтів цього масиву (Є. Луньов), структурно-мінералогічних характеристик метеорита з умовною назвою “Велика Балка” (В. Семененко, А. Гіріч, Н. Кичань), загальної характеристики тонкозернистої



речовини примітивних хондритів (К. Шкуренко), критеріїв прогнозування мідного зруденіння в трапах Волині (В. Мельничук), речовинного складу бурштиноносних відкладів як індикатора умов бурштинонагромадження (М. Криницька), кристаломорфології, геохімії й генезису карбонатних утворень Гірського Криму (В. Загнітко, В. Мороз, Л. Проскурка), результатів шліхового аналізу четвертинних алювіально-пролювіальних відкладів верхів'їв р. Терек (Грузія) (О. Клевцов, А. Васін). Надзвичайно цікавою була позапрограмна доповідь В. Прокопця. У ній висвітлено результати геотуристичної поїздки зі студентами коледжу й геологічного факультету КНУ імені Тараса Шевченка в Туркменістан і Таджикистан, під час якої зібрано взірці самородної сірки й целестину родовища Гаурдак, гіпсових, оніксових і арагонітових сталактитів і сталагмітів з Карлюцьких печер. Декілька взірців В. Прокопець подарував Мінералогічному музею імені академіка Євгена Лазаренка.

Тематика стендових доповідей охоплювала результати досліджень акцесорних мінералів, самородного золота, мармароських “діамантів”, мінералогічного й геохімічного вивчення порід вугільних басейнів і ділянок прояву сланцевого газу та ін.

Відбулося також засідання термінологічної комісії УМТ, на якому обговорювали питання нормування й осучаснення наукової термінології, зокрема, українських назв мінеральних видів, відповідно до вимог Комісії з нових мінералів, номенклатури і класифікації ММА та з урахуванням змін в українському правопісі.

Наприкінці читань учасників запросили на геологічну екскурсію по вулканітах Закарпаття. Л. Скакун ознайомив екскурсантів з будовою й речовинним складом кори звітрявання андезибазальтів, їхньою стовпчастою і плитчастою окремістю на Кленовецькому і Ключківському родовищах, а також з чарівними ландшафтами й відслоненнями магматичних порід на території санаторію “Синяк”.

**Висновки.** Періодичні наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка запропонували проводити його учні й послідовники з кафедри мінералогії ЛНУ імені Івана Франка й УМТ; відповідну ухвалу прийняли учасники наукової конференції, присвяченої 80-річчю Є. Лазаренка (1997). Адже увічнення пам'яті видатних учених та оцінювання вагомості їхнього внеску у розвиток фундаментальної науки неможливі без наукових форумів, організованих на їхню честь.

Уже відбулося одинадцять таких читань, у яких брали участь науковці, педагоги, геологи-практики, аспіранти і студенти України й інших країн. Учасники читань обговорювали різноманітні проблеми мінералогії та споріднених з нею наук (кристалографії, геохімії, петрографії, учення про родовища корисних копалин тощо) і визначали роль Є. Лазаренка й створеної ним наукової мінералогічної школи у розвитку мінералогії в Україні та за її межами, адже, будучи патріотом України, Євген Костянтинівич уважав, що наука не має кордонів.

Майже всі читання були тематичні, стосувалися проблем регіональної і генетичної мінералогії, мінералогічної кристалографії, прикладної мінералогії, історії науки, а також різних аспектів космічної мінералогії, онтогенії мінералів, термобарогеохімії, біо-мінералогії, технологічної й екологічної мінералогії. Їхні матеріали опубліковано в “Мінералогічному збірнику”, заснованому Є. Лазаренком, та окремими виданнями.

Результати досліджень, викладені під час наукових читань імені академіка Євгена Лазаренка й опубліковані, надзвичайно різноманітні й важливі як з теоретичного, так і з прикладного погляду. Без сумніву, вони значно збагатили мінералогічну науку не тільки в Україні, а й загалом, і засвідчили фундаментальний характер наукової спадщини видатного вченого ХХ ст. – академіка Євгена Лазаренка.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Акцесорні мінерали. Генезис, типоморфізм, практичне значення : Третє читання імені Є. К. Лазаренка. – Одеса, 2000. – 37 с. – (Праці кафедри загальної та морської геології Одес. ун-ту. Вип. 3).
2. *Галабурда Ю. А.* Ювілейний рік академіка Євгена Лазаренка / Ю. А. Галабурда // Зап. Укр. мінерал. т-ва. – 2013. – Т. 10. – С. 105–114.
3. *Галабурда Ю. А.* Восьмі наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка / Ю. А. Галабурда // Зап. Укр. мінерал. т-ва. – 2014. – Т. 11. – С. 91–93.
4. *Галабурда Ю. А.* IX наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка / Ю. А. Галабурда // Зап. Укр. мінерал. т-ва. – 2015. – Т. 12. – С. 156–157.
5. *Гинзбург А. И.* Основные проблемы и задачи регионально-минералогических исследований / А. И. Гинзбург // Минерал. журн. – 1983. – Т. 5, № 2. – С. 18–28.
6. Десяті наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка : матеріали / відп. ред. О. Матковський. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – 116 с.
7. *Зінченко О. В.* IV наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка / О. В. Зінченко // Зап. Укр. мінерал. т-ва. – 2005. – Т. 2. – С. 126–127.
8. *Зінченко О. В.* VI наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка / О. В. Зінченко // Зап. Укр. мінерал. т-ва. – 2010. – Т. 7. – С. 79–80.
9. *Ковальчук М. С.* XI наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка / М. С. Ковальчук, Н. О. Словотенко // Зап. Укр. мінерал. т-ва. – 2018. – Т. 15. – С. 109–113.
10. Матеріали наукової конференції, присвяченої 80-річчю від дня народження Євгена Костянтиновича Лазаренка / відп. ред. О. І. Матковський. – Львів, 1992. – 98 с.
11. *Матковський О.* Наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка / О. Матковський, П. Білоніжка // Мінерал. зб. – 2000. – № 50, вип. 2. – С. 137–149.
12. *Матковський О.* Десяті наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка / О. Матковський, І. Мисяк // Мінерал. зб. – 2016. – № 66, вип. 2. – С. 139–147.
13. *Матковський О.* П'ять наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка / О. Матковський, Є. Сливко // Мінерал. зб. – 2007. – № 57, вип. 2. – С. 133–137.
14. *Матковський О.* VII наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка / О. Матковський, П. Білоніжка, Є. Сливко // Мінерал. зб. – 2012. – № 62, вип. 2. – С. 310–319.
15. *Матковський О.* Восьмі наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка “Мінералогія: сьогодні і майбуття” (присвячено 150-річчю заснування кафедри мінералогії у Львівському університеті) / О. Матковський, І. Мисяк, Є. Сливко // Мінерал. зб. – 2014. – № 64, вип. 1. – С. 184–195.
16. *Матковський О.* Основи мінералогії України : підручник / О. Матковський, В. Павлишин, Є. Сливко. – Львів : ВЦ ЛНУ імені Івана Франка, 2009. – 856 с.
17. *Матковський О.* Одинадцять наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка / О. Матковський, Л. Скакун, Н. Словотенко // Мінерал. зб. – 2018. – № 68, вип. 2. – С. 75–78.
18. *Матковський О. І.* X наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка / О. І. Матковський, І. М. Мисяк // Зап. Укр. мінерал. т-ва. – 2016. – Т. 13. – С. 114–117.
19. *Матковський О. І.* Стан і перспективи розвитку мінералогічних досліджень в Україні / О. І. Матковський, В. І. Павлишин. – Львів : ЛДУ, 1998. – 76 с.
20. Минералы Украинских Карпат. Простые вещества, теллуриды и сульфиды / гл. ред. Н. П. Щербак. – Киев : Наук. думка, 1990. – 152 с.

21. Минералы Украинских Карпат. Оксиды, гидроксиды, хлориды, йодиды, фториды / отв. ред. Н. П. Щербак. – Киев : Наук. думка, 1995. – 140 с.
22. Минералы Украины. Краткий справочник / отв. ред. Н. П. Щербак. – Киев : Наук. думка, 1990. – 408 с.
23. Мінерали Українських Карпат. Борати, арсенати, фосфати, молібдати, сульфати, карбонати, органічні мінерали і мінералоїди / гол. ред. О. Матковський. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2003. – 344 с.
24. Мінерали Українських Карпат. Силікати / гол. ред. О. Матковський. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2011. – 520 с.
25. Мінерали Українських Карпат. Процеси мінералоутворення / гол. ред. О. Матковський. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 584 с.
26. Мінералогія: сьогодні і майбуття : Восьмі наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка : матеріали / відп. ред. О. Матковський. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – 192 с.
27. Наумко І. Дев'ять наукових читань імені академіка Євгена Лазаренка / І. Наумко, В. Дяків // Мінерал. зб. – 2015. – № 65, вип. 1. – С. 176–180.
28. Павлишин В. І. Людина і камінь. Мінералогічний аспект / В. І. Павлишин. – К. : ВПУ “Київський університет”, 2005. – 90 с.
29. Чепіжко О. В. Внесок Одеської мінералогічної школи у розвиток мінералогії / О. В. Чепіжко // Зап. Укр. мінерал. т-ва. – 2004. – Т. 1. – С. 95–99.
30. Шафрановский И. И. Е. К. Лазаренко – основатель и глава минералогического центра в Украине / И. И. Шафрановский // Минерал. журн. – 1992. – Т. 14, № 6. – С. 7–14.
31. Юшкин Н. П. Топоминералогия / Н. П. Юшкин. – Москва : Недра, 1982. – 288 с.
32. Matkovskiy O. On the status of implementation of planned and started by Yevhen Lazarenko scientific works on mineralogy of Ukraine and the Carpathian-Balkan mountain system / O. Matkovskiy, Ye. Slyvko // Мінерал. зб. – 2016. – № 66, вип. 1. – С. 3–15.
33. Minerals of the Carpathians / Ed. by S. Szakall. – Praha : Granit, 2002. – 480 p.

*Стаття: надійшла до редакції 23.10.2021  
прийнята до друку 24.11.2021*

## **Orest Matkovskiy, Yevheniia Slyvko**

*Ivan Franko National University of Lviv,  
4, Hrushevskoho St., Lviv, Ukraine, 79005,  
emslivko@i.ua*

### **ACADEMICIAN YEVHEN LAZARENKO SCIENTIFIC READINGS AND THEIR CONTRIBUTION TO THE DEVELOPMENT OF MODERN MINERALOGY**

Periodic Scientific Readings named after Academician Yevhen Lazarenko were offered by his students and followers from the Department of Mineralogy of Ivan Franko National University of Lviv and Ukrainian Mineralogical Society. The corresponding decision was made by the participants of the scientific conference (1997) dedicated to the 80<sup>th</sup> anniversary of Ye. Lazarenko. After all, perpetuating the memory of outstanding scientists and assessing the importance of their contribution to the development of basic science is impossible without scientific forums organized in their honour.

Eleven such Scientific Readings have already taken place, in which scientists, teachers, geologists-practitioners, graduate students and students of Ukraine and other countries took part. Participants of the Readings discussed various problems of mineralogy and related sciences (crystallography, geochemistry, petrography, the study of mineral deposits, etc.) and identified the role of Ye. Lazarenko and his Scientific Mineralogical School in the development of mineralogy in Ukraine and abroad, because, being patriot of Ukraine, Yevhen Kostiantynovych believed that science has no borders.

Almost all Readings were thematic, dealing with the problems of regional and genetic mineralogy, mineralogical crystallography, applied mineralogy, history of science, as well as various aspects of space mineralogy, mineral ontogeny, thermobarogeochemistry, biomineralogy, technological and ecological mineralogy. Their materials have been published in separate editions and in the "Mineralogical Collection", founded by Ye. Lazarenko.

The results of the research presented during the Academician Yevhen Lazarenko Scientific Readings and published in different editions are extremely diverse and important both from a theoretical and applied point of view. Undoubtedly, they significantly enriched the mineralogical science not only in Ukraine but also in general, and testified to the fundamental nature of the scientific heritage of the outstanding scientist of the twentieth century – Academician Yevhen Lazarenko.

*Key words:* Academician Yevhen Lazarenko, Scientific Readings, mineralogy, scientific directions of modern mineralogy, history of science, Ivan Franko National University of Lviv.

UDC 552.531:549.086(477.42)

**Iryna Poberezhska<sup>1</sup>, Nataliia Bilyk<sup>1</sup>, Yevheniia Slyvko<sup>1</sup>,  
Albertyna Buchynska<sup>1</sup>, Anzhela Shevchuk<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Ivan Franko National University of Lviv,  
4, Hrushevskoho St., Lviv, Ukraine, 79005,  
irina\_pober@ukr.net*

<sup>2</sup>*Lviv Polytechnic National University,  
12, Bandery St., Lviv, Ukraine, 79000*

## **PETROLOGICAL FEATURES OF ACID PLUTONIC ROCKS OF THE OSNYTSKYI COMPLEX (VOLYNSKYI MEGABLOCK OF THE UKRAINIAN SHIELD)**

The Osnytskyi complex, located within the Volynskyi megablock of the Ukrainian Shield, is represented by gabbro-diorite-granodiorite-granite series and is a plutonic part of the Klesivsko-Osnytska volcanic-plutonic association. Granitoid rocks of the Osnytskyi complex form a single formation of granites, which have a common spatial and structural origin. There are such types of granites as leptite-like, fine-grained, inequigranular-medium-grained, coarse-grained, etc.

Petrographic, mineralogical and petrochemical studies of Osnytski inequigranular porphyreous granites have been performed. Rock-forming (potassium feldspar, plagioclase, quartz, biotite and hornblende), accessory (zircon, apatite, titanite), ore (magnetite, ilmenite, pyrite) and secondary (epidote, sericite, chlorite, siderite, bastnäsite) minerals were identified and described. Biotite chemically corresponds to siderophyllite of magmatic origin (calcareous-alkaline orogenic complexes). Crystallization of the granites took place under conditions of low acidity at a temperature of ~ 760 °C and a sufficiently high pressure.

*Key words:* granitoids, Osnytskyi complex, rock-forming, accessory, ore and secondary minerals, biotite, formation conditions, Volynskyi megablock, Ukrainian Shield.

DOI: <http://dx.doi.org/10.30970/min.71.02>

**Introduction.** The Osnytskyi complex, developed within the Osnytska and Novohrad-Volynska structural zones of the Volynskyi megablock (Ukrainian Shield), is represented by gabbro-diorite-granodiorite-granite series of rocks and is a plutonic part of the Klesivsko-Osnytska volcanic-plutonic association (Fig. 1). In the Osnytska zone, the rocks of the complex comprise a large Rokytnianskyi massif (covering an area of up to 1,000 km<sup>2</sup>) and several smaller massifs, which are confined to the so-called Volyno-Poliskyi (Osnytsko-Mikashyevytskyi) belt on the border of the Ukrainian Shield and the Belarusian Crystal Massif. In the Novohrad-Volynska zone, the Osnytskyi complex is represented by relatively small (up to 20 km<sup>2</sup>) rare massifs (Shepetivskyi, Mukharivskyi, Tokarivskyi, etc.), which form branches from the belt.

Various researchers distinguish from three to five age generations of rocks of the Osnytskyi complex: gabbro, gabbro-diorites; diorites, monzodiorites, subalkaline quartz diorites; granodiorites, quartz monzonites; granites, granodiorites; leucocratic granites [20]. The Mukharivskyi and Tokarivskyi massifs are composed exclusively of granites, and the Smoldyryvskyi and Shepetivskyi ones – of granodiorites and diorites.

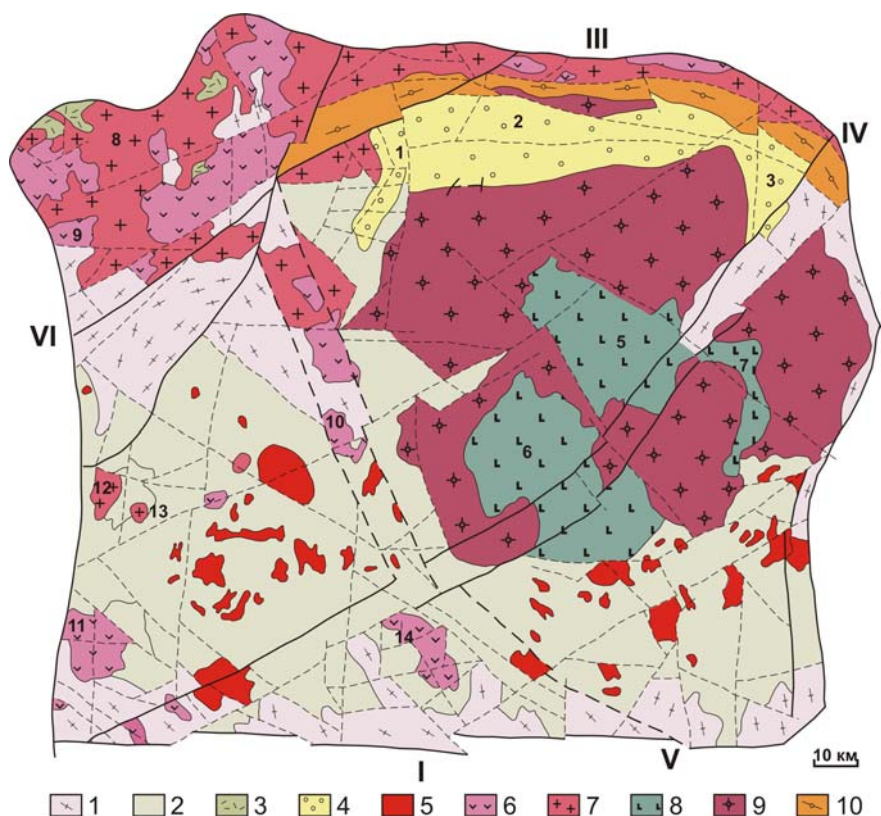


Fig. 1. Geological structure of the Volynskyi megablock (North-Western region) of the Ukrainian Shield:

1 – plutono-metamorphic complexes; 2 – Teterivska series; 3 – Klesivska series; 4 – Ovrutska series; 5 – double mica granites of the Kirovohrad-Zhytomyrskyi complex; Osnytskyi complex: 6 – diorites, granodiorites; 7 – granites; Korostenskyi complex: 8 – gabbro-anorthosites; 9 – rapakivi and rapakivi-like granites; 10 – granites of the Perzhanskyi complex. Main faults: I – Andrushivskyi; II – Brusylivskyi; III – Prypiatskyi; IV – Teterivskyi; V – Tsentralnyi; VI – Sushchano-Perzhanskyi. Numbers on the map: 1 – Bilokorovytska structure; 2 – Ovrutska structure; 3 – Vilchanska structure; 4–14 – massifs: 4 – Perzhanskyi, 5 – Chopovytskyi, 6 – Volodarsk-Volynskyi, 7 – Fedorivskyi, 8 – Rokytnianskyi, 9 – Vyryvskyi, 10 – Barashivskyi, 11 – Shepetivskyi, 12 – Mukharivskyi, 13 – Tokarivskyi, 14 – Bukynskyi.

**To the history of the study of the Osnytskyi complex.** Osnytskyi granite complex was identified by L. Tkachuk [17]. Various aspects of geology, petrology, mineralogy, etc. of these granites have been studied by such scientists as P. Veremiev, V. Verkhohliad, A. Khatuntseva, O. Matkovskyi, M. Shcherbak, I. Shcherbakov, V. Skobelev, K. Sveshnikov, K. Yesypchuk, O. Zinchenko and many other geologists [1–3, 6, 7, 9–12, 15, 16, 18–20, etc.]. They significantly supplemented the works of geologists of the older generation (V. Laskarev, S. Maľ-

kowski, P. Radzishewski, K. Smulikowski, Yu. Tokarski, P. Tutkovskiy, etc.) with the data of modern analytical research [20].

In [13], ultrametamorphic and igneous formations were distinguished within the Osnytskyi complex. The group of ultrametamorphic rocks includes Vyryvski diorites and granodiorites and plagioclase, plagioclase-microcline and essentially microcline granites, which are the products of granitization of the Klesivska series volcanites – diabases, diabasic and trachyandesitic porphyrites, dacite- and quartz-porphyrines, leptites. The group of igneous formations includes diorites, granodiorites, and granites, which have intrusive relationships with the rocks of the Klesivska and Teterivska series, as well as with granitoids of the first group.

The authors of [5] questioned the ultrametamorphic origin of the Osnytskyi granites. First of all, these granites are not associated with migmatites, as is the case with all ultrametamorphic granitoids. Studies of the peculiarities of contacts between rocks, in particular, the presence of endocontact varieties of subvolcanic appearance, gave grounds to consider all age generations of the complex intrusive formations. The close spatial connection with volcanites, the predominant confinement of granites and granodiorites to volcanic fields of different composition made it possible to treat these rocks as a single volcanic-plutonic association. According to [6, 7, 15], the complex has a significantly magmatic nature; plutonic and volcanic rocks form a single comagmatic series in its composition.

On the Map of Geological Formations of the Precambrian of the Ukrainian Shield [8], the rocks of the Osnytskyi complex are divided into diorite-granodiorite and subalkaline granite formations.

The following values of the radiological age of these granitoids are given: 2.02–1.96 billion years [19],  $1,995 \pm 15$  million years [5],  $1,970 \pm 20$  million years [3].

**Research methods.** The complex of performed works included geological observations of rocks in outcrops and laboratory studies (petrographic, mineralogical, petrochemical, etc.). We studied the mineral composition and structural and textural features of rocks in thin sections under the МИН-5 polarising light microscope. Microanalytical studies of granitoids' polished samples were performed in the laboratory of the Faculty of Physics of Ivan Franko National University of Lviv using a scanning electron microscope PEMMA-102-02 (Sumy), equipped with energy-dispersive analyzer “EDAR”. The parameters of the analysis are as follows: accelerating voltage – 20 kV, probe current – 1 nA, probe diameter – 0.1  $\mu\text{m}$ . The brand of the standard used to calibrate the device is НЭРМА. ГЕО1.25.10.74 ГТ; manufacturer – “Geotechnology” (Ukraine). The following standards were used to calibrate individual elements: Na – albite; Mg – periclase; Al, Si, Ca – anorthite; P – fluorine-apatite; S – pyrite; K – microcline; Ti – macedonite; Cr – eskolaite; Mn – manganite; Fe – hematite; As – GaAs (synthetic); Ba – barite; Sc, Co, Ni, Cu, Zr, Ag, Au are pure elements. “Magallanes 3.2” software was used to process the obtained data.

**Material composition of granitoids of the Osnytskyi complex.** Granitoid rocks form a single formation of granites that have a common spatial and structural origin. Spatially and genetically, this formation associates with gabbro-diorite-granodiorite formation [4]. The variety of granites is revealed, first of all, in their appearance. Massive medium-grained rocks predominate, fine-grained ones are of limited development, and coarse-grained ones are less common. The rocks usually contain a small amount of porphyraceous feldspar grains. One of the most characteristic macroscopic features of Osnytskyi granites is purple-grey rounded grains of quartz. Rocks are relatively depleted of accessory minerals [10], most of which are magnetite, zircon, apatite and pyrite.

We identified several varieties of granitoids during the study of their samples.

*Osnytski granodiorites* (Fig. 2, *a*) are characterized by the fact that the total content of feldspars in them exceeds 60 %, and plagioclase significantly predominates over potassium feldspar.

*Leptite-like granites* (see Fig. 2, *b*) are slightly common rocks of light pink, brownish-pink colour with a massive, sometimes spotted or eutaxitic structure. They are quite similar to leptites, geochemically and petrochemically related to them, but have a coarser structure.

*Fine-grained granites* (see Fig. 2, *c*) quite often form large inhomogeneous fields, which contain small bodies of fine-medium-grained granodiorites, gabbro and leptite-like granites; they are often fixed in the form of border strips along the contact with coarse-grained Osnytski granites and granodiorites and plagiomigmatites of the Sheremetivskyi complex. Contacts of fine-grained granites with leptite-like and medium-coarse-grained differences in most cases are indistinct, and with rocks of the diorite-granodiorite series – clear. The colour of the rock is pinkish-grey, pink. The texture is hypidiomorphic, rarely aplitic, there are areas of poikilitic one; also the texture is massive, sometimes directive. The average mineral composition of granites is as follows, %: potassium feldspar – 48, plagioclase – 28, quartz – 20, biotite – 4, single grains of muscovite and epidote.

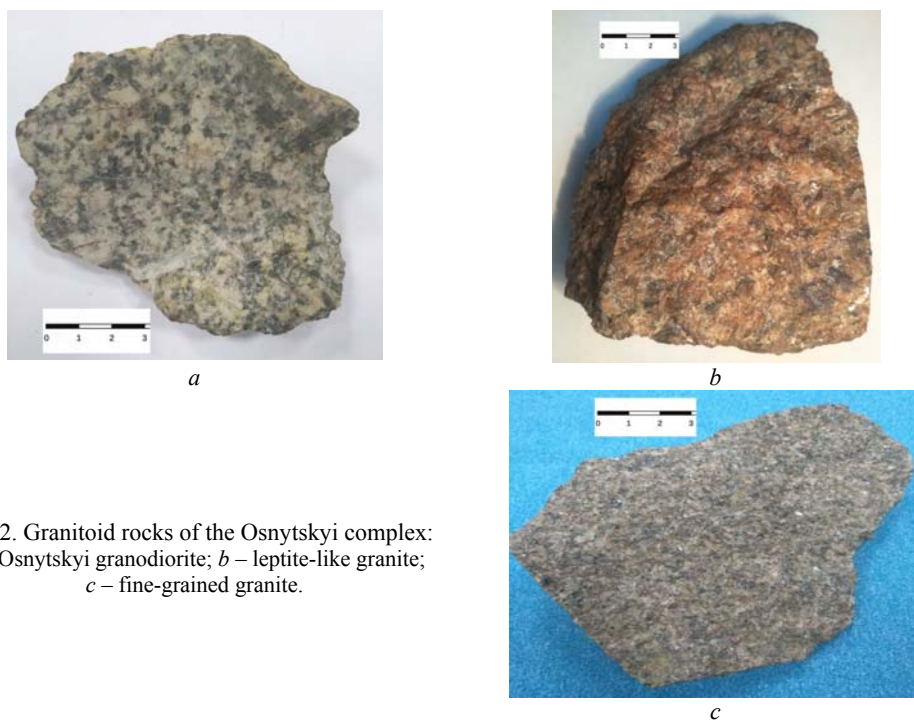


Fig. 2. Granitoid rocks of the Osnytski complex:  
*a* – Osnytski granodiorite; *b* – leptite-like granite;  
*c* – fine-grained granite.

*Inequigranular-medium-grained granites* (Fig. 3, *a*) are most common among granitoids. They often form inhomogeneous fields, which contain bodies of granodiorites, leptite-like granites, diorites and gabbroids, and they also form bands around the bodies of typical coarse-grained granites. Macroscopically the rocks are massive, occasionally porphyreous. Their colour varies from grey, in places dark grey, through pinkish-grey to pinkish of varying satu-



ration and greyish-white. The texture of rocks is hypidiomorphic and granitic, occasionally porphyroid. The mineral composition is as follows, %: feldspars – 55–60, quartz – 25–30, biotite – 3–8, hornblende – 1; accessory minerals – apatite, zircon, titanite, magnetite, ilmenite, rutile, very rarely fluorite; secondary minerals – epidote, chlorite, sericite and calcite.

*Coarse-grained granites* (see Fig. 3, *b*), available throughout the Osnytskyi block, form massifs and bodies of various shapes and sizes; the largest of them were mapped by geologists in the area of the settlements of Koroshchyno, Snovydyvychi, Klesiv, Vyry, and Selyshche. In the east and northeast of the Osnytskyi block, they are in contact with granodiorites, in the south – with medium-fine-grained granites and diorites, in the north-western part – with leptites, leptite-like and fine-grained granites, and occasionally with andesitic porphyrites. Massifs are often heterogeneous, contain small xenoliths and in some places – larger outliers of granodiorites, leptite-like granites, and rocks of the Klesivska series. Macroscopically, the rocks are reddish-pink, pink and light grey, with a massive, sometimes porphyraceous texture, with evenly distributed individual grains or nest-like secretions of purple quartz. The rocks also have hypidiomorphic-grained structure, in broken down varieties – blastocataclastic.

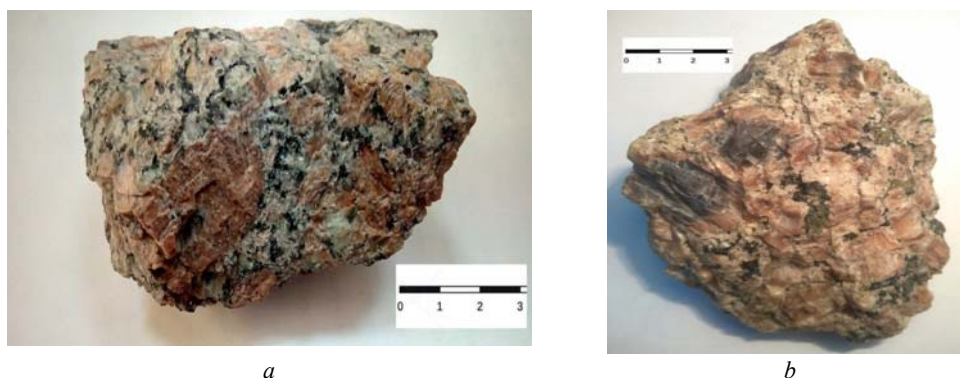


Fig. 3. Inequigranular-medium-grained (*a*) and coarse-grained granite (*b*) of the Osnytskyi complex.

**Results of petrographic research.** We examined different features of inequigranular porphyraceous granites (Fig. 4). Rock-forming minerals in them are represented by potassium feldspar, plagioclase, quartz, biotite and hornblende, accessory – by zircon, apatite, titanite, ore mineral, and secondary – by epidote, sericite, chlorite and others.

*Potassium feldspar* (35–40 %) forms large grains over 2 mm in size, sometimes up to 8 mm, prismatic, tabular, without shagreen surface and relief. Here and there cleavage is well defined. Mineral has low colours of first-order interference – grey, light grey;  $n_g - n_p = 0.005 - 0.007$ . K-spar is presented by microcline-perthite (Fig. 5). There are microcline lattice and regular ingrowths of albite-oligoclase (perthites), which were formed in different ways. Some ingrowths form clearly demarcated prismatic crystals, sometimes with polysynthetic twinning, and in other cases perthites have a crinkled, jet-like shape. Pelitization (formation of secondary clay minerals) is intensively developed on microcline-perthite, which causes the appearance of brown colour on the surface of K-spar. Silicification is found in the fractures of some grains.

*Plagioclase* (20–25%) forms elongated prismatic grains up to 1 mm in size, without shagreen surface and relief (Fig. 6). Grains are colourless, light grey colours of the first-order interference are visible under cross polarised light,  $n_g - n_p = 0.007 - 0.008$ .

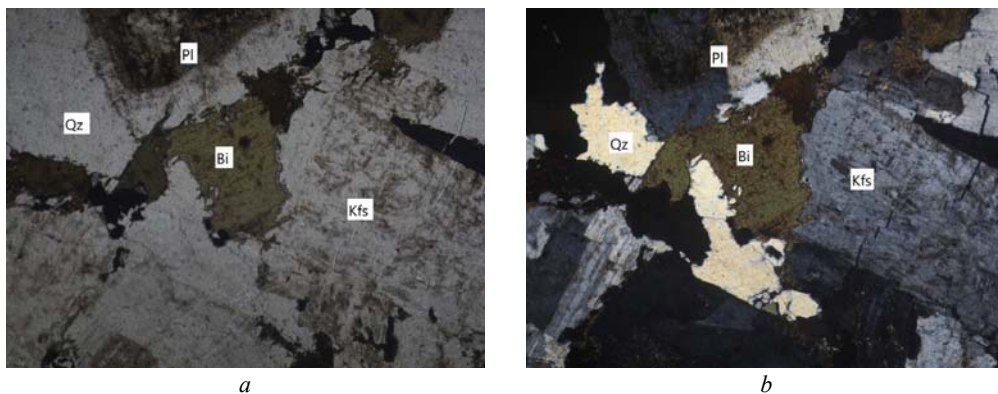


Fig. 4. Granitic texture of the Osnytskiy granite, field of view – 2 mm:  
*a* – plane-polarised light (PPL); *b* – cross-polarised light (XPL); Bi – biotite; Kfs – potassium feldspar;  
Qz – quartz; Pl – plagioclase.

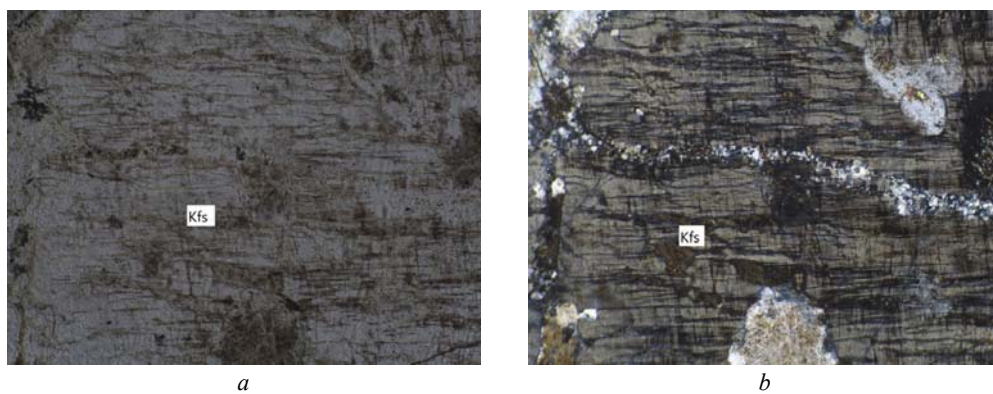


Fig. 5. Microcline-perthite in Osnytskiy granite, field of view – 2 mm:  
*a* – PPL; *b* – XPL.

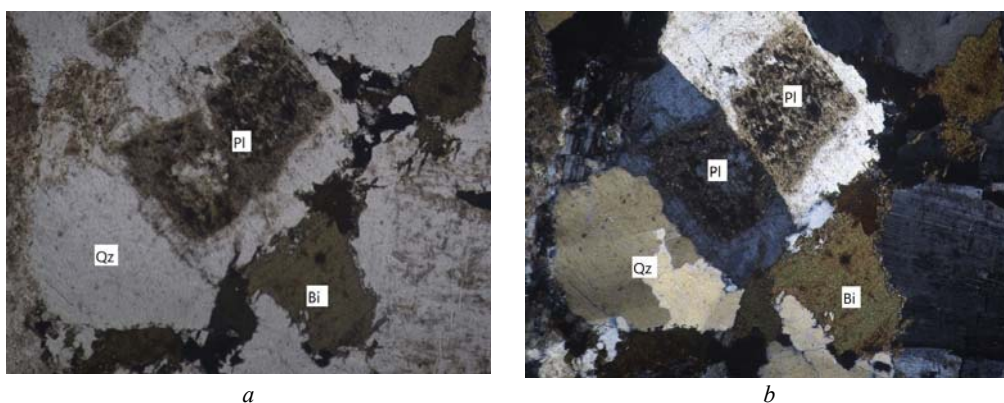


Fig. 6. Plagioclase in Osnytskiy granite, field of view – 2 mm:  
*a* – PPL; *b* – XPL.

Polysynthetic twinning is well defined (narrow twins). Sericite develops on acid plagioclase. Some grains have a zoned structure: saussurite (a mixture of secondary carbonates, clay minerals, etc.) develops in the central part of the grains, enriched with an anorthite component.

*Quartz* (25–30 %) in Osnytski granites was formed later than other rock-forming minerals, so it forms xenomorphic, irregular grains. Two generations of the mineral have been identified: the first is round and elongated weakly fractured grains about 2 mm long, and the second is intensely fractured grains 0.4–0.8 mm in size (Fig. 6). Grains are colourless, without relief and shagreen. Under XPL, we see grey and white colours of interference,  $n_g - n_p = 0.009$ . All grains have undulating in blocks extinction.

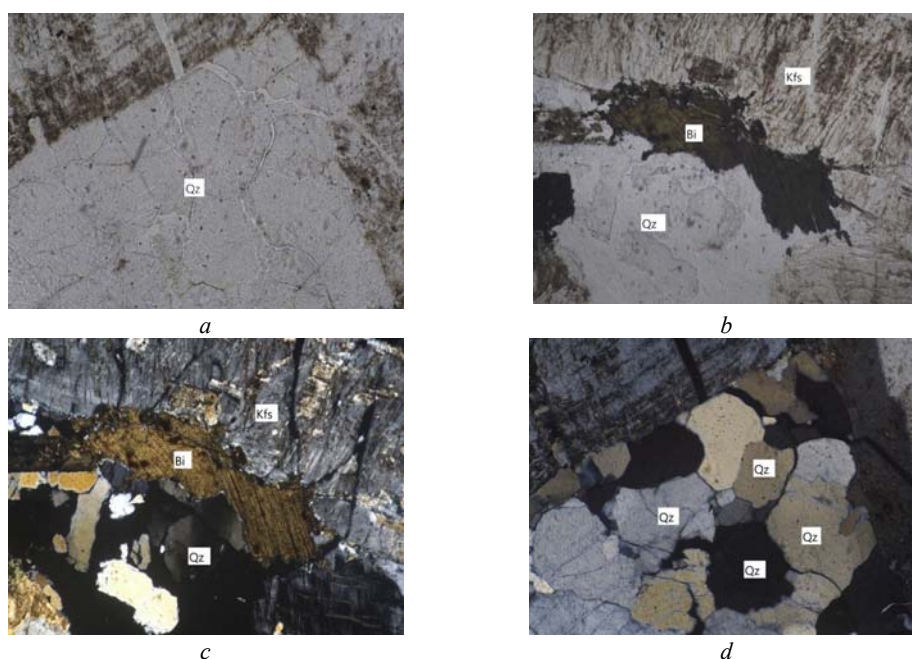


Fig. 6. Quartz in Osnytskiy granite, field of view – 2 mm:  
*a, b* – first generation; *c, d* – second generation; *a, c* – PPL; *b, d* – XPL.

*Biotite* (5–10 %) is the main femic mineral of inequigranular granites. It is represented in thin sections by prismatic, tabular grains up to 0.8 mm in size (Fig. 7). Grains have shagreen surface and positive relief, the scheme of pleochroism is biotitic – from dark brown, almost black to light yellow-brown. Fractures of perfect cleavage are thin and long; in sections where biotite, due to its plasticity, has tortuous contours, the cleavage lines repeat this tortuosity. Under cross polarised light, the interference colours are masked by an intense dark brown colour. The third-order interference colours were detected by the method of coloured stripes,  $n_g - n_p = 0.040–0.045$ . Extinction is straight, optic sign of elongation is positive. The inclusions of zircon (several in one grain) can be seen in almost all sections of biotite, and pleochroic halo have been formed around these inclusions. Also biotite contains inclusions of apatite, titanite, ilmenite and magnetite. Secondary chlorite develops in some grains along the cleavage fractures.

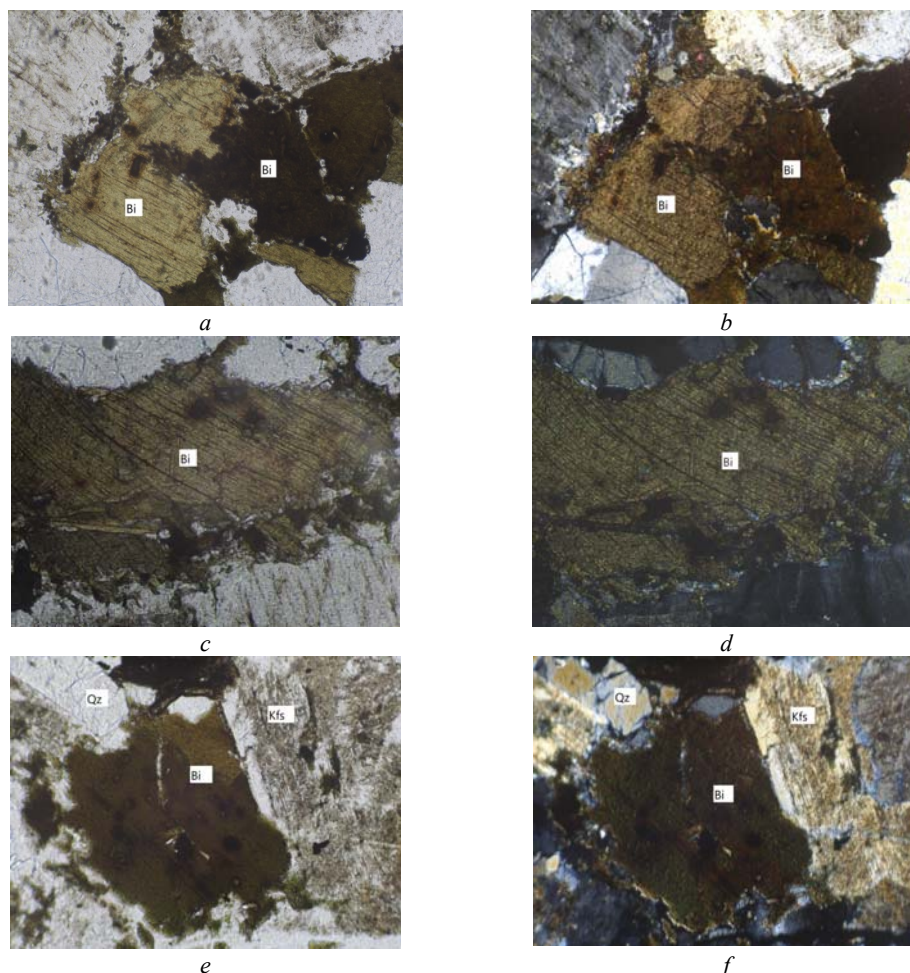


Fig. 7. Biotite in Osnytskiy granite, field of view – 2 mm:  
*a, c, e* – PPL; *b, d, f* – XPL.

The content of *hornblende*, which is limited in Osnytski granites, is 1–2 %. In thin sections, mineral has an elongated prismatic shape, dark green colour, shagreen surface and positive relief (Fig. 8). Scheme of pleochroism is biotitic – from dark green to yellow-green. Between crossed polarisers, interference colours are masked due to intense colour of mineral. It is determined that these are second-order green colours,  $n_g - n_p = 0.017-0.026$ , extinction is oblique, extinction angle  $\sim 12^\circ$ , optic sign of elongation is positive.

*Zircon* in thin sections has an elongated-prismatic, sometimes rounded shape, a clear shagreen surface and positive relief. Grains (0.1–0.3 mm) are colourless. Under cross polarised light, we see high crimson and green colours of third-order interference,  $n_g - n_p = 0.045-0.050$ , extinction is straight, optic sign of elongation – positive. Usually zircon forms inclusions in biotite with the formation of pleochroic halo (Fig. 9).

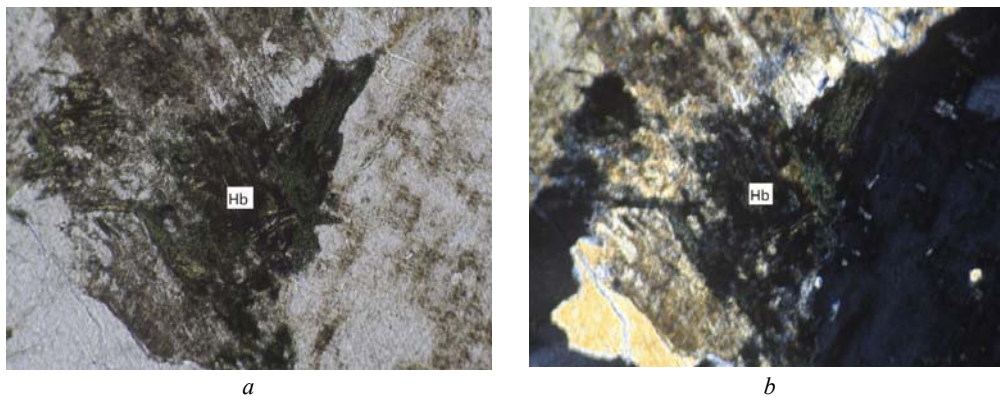


Fig. 8. Hornblende (Hb) in Osnytskiy granite, field of view – 2 mm:  
*a* – PPL; *b* – XPL.

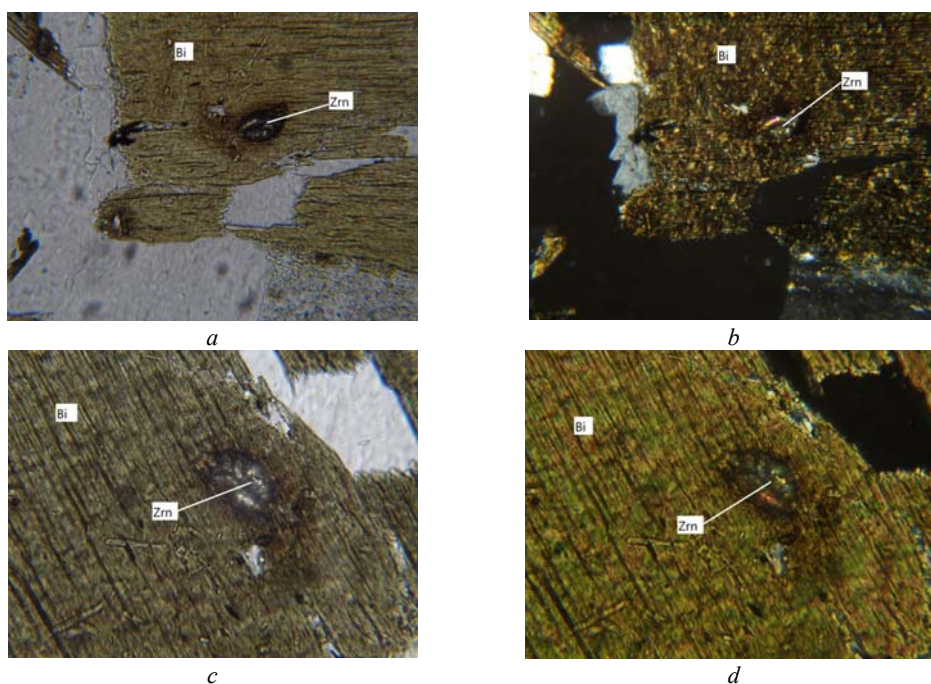


Fig. 9. Zircon (Zrn) in Osnytskiy granite:  
*a* – PPL; *b* – XPL (field of view – 5 mm); *c* – PPL; *d* – XPL (field of view – 10 mm).

*Titanite* in thin sections is represented by relatively large (up to 0.8 mm) diamond-shaped grains (Fig. 10), also forms inclusions in biotite in the form of rounded and shapeless grains up to 0.3 mm. Due to the high refractive index, the mineral has an intense shagreen surface, so it is brownish in plane-polarised light. Under cross polarised light, it has the highest – nacreous colours of interference, which are masked by its intense colour.



Fig. 10. Titanite (Ttn) and apatite (Ap) in Osnytskiy granite, field of view – 2 mm:  
*a* – PPL; *b* – XPL.

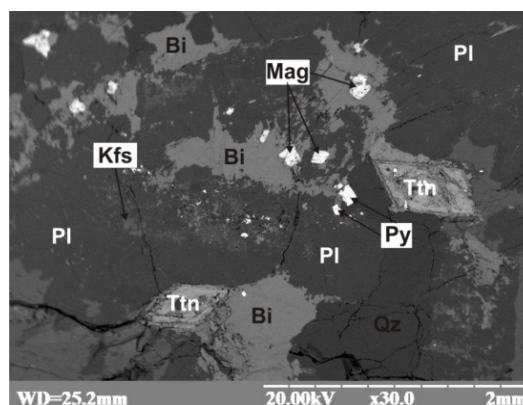
*Apatite* in thin sections forms colourless prismatic grains or hexagonal and rounded sections (up to 0.2 mm) with a well-defined shagreen surface and a positive relief (see Fig. 10). Under XPL, it has dark grey interference colours of the first order,  $n_g - n_p = 0.005$ , extinction is straight, optic sign of elongation – negative. Most often, apatite grains are grouped near biotite or form inclusions in it.

*Ore minerals* are most common among the minerals available in accessory quantities. Some of them have a clear rectangular shape, while others form shapeless aggregates. The size varies from 0.05 to 0.30 mm. Ore minerals are most often concentrated near biotite grains, although they also occur in K-spar and plagioclase grains. Microprobe analysis determined that magnetite, ilmenite and pyrite are among the ore minerals.

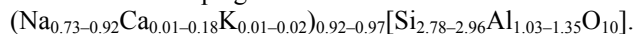
The order of minerals' formation in the rock is as follows: the first – well-developed elongated-prismatic grains of acid plagioclases, later – tabular and lamellar crystals of biotite and elongated grains of potassium feldspar, the latter xenomorphic grains of quartz formed.

**Microanalytical studies of Osnytski granites.** According to the results of microprobe analysis, the mineral composition of granites is as follows: feldspars, quartz, biotite, carbonate, chlorite, accessory minerals are zircon, apatite, titanite, ore minerals – magnetite, ilmenite and pyrite. The groundmass of the rock is composed of alkaline feldspars and plagioclases (Fig. 11).

Fig. 11. Plagioclase (Pl), alkaline feldspar (Kfs), biotite (Bi), quartz (Qz), titanite (Ttn), magnetite (Mag) and pyrite (Py) in the granite of the Osnytskiy complex. BSE image.



The chemical composition of *plagioclase* varies from albite to oligoclase (Table 1). The general crystal chemical formula of plagioclase is as follows:



Crystal chemical formula of *alkaline feldspars* (see Table 1) is as follows:

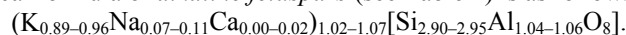


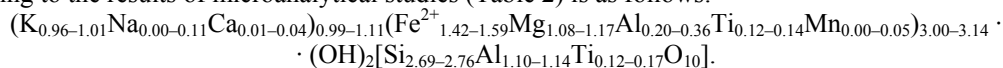
Table 1

Chemical composition (wt. %) and formula coefficients of feldspars

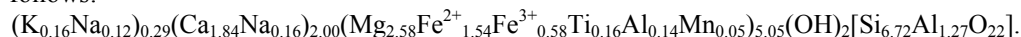
Compo- nents	Sample number							
	1	10	12	22	3	8	11	23
SiO <sub>2</sub>	63.52	60.75	59.17	63.17	62.36	67.00	63.50	67.30
TiO <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.53	0.33	0.01	0.00	0.12	0.14
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19.37	18.40	18.43	19.14	23.73	19.80	23.27	20.19
FeO	0.00	0.22	0.00	0.05	0.00	0.61	0.00	0.00
MnO	0.00	0.05	0.00	0.05	0.00	0.12	0.00	0.00
MgO	0.00	0.67	0.69	0.49	0.39	0.53	0.19	0.64
CaO	0.00	0.64	0.27	0.57	3.69	0.26	3.63	0.65
Na <sub>2</sub> O	0.91	1.14	0.77	1.17	8.40	10.91	8.81	10.90
K <sub>2</sub> O	16.20	15.17	14.89	15.04	0.23	0.16	0.29	0.18
Total	100.00	97.05	94.73	100.00	98.81	99.38	99.80	100.00
Formula coefficients								
Si	2.95	2.92	2.90	2.92	2.78	2.96	2.80	2.94
Al	1.06	1.04	1.06	1.04	1.25	1.03	1.21	1.04
Total	4.00	3.96	3.96	3.97	4.03	3.98	4.01	3.99
Na	0.08	0.11	0.07	0.11	0.73	0.93	0.75	0.92
K	0.96	0.93	0.93	0.89	0.01	0.01	0.02	0.01
Ca	0.00	0.03	0.01	0.03	0.18	0.01	0.17	0.03
Total	1.04	1.07	1.02	1.02	0.92	0.95	0.94	0.97
Minals								
X(Ab)Kfs	0.08	0.10	0.07	0.10	0.79	0.98	0.80	0.96
X(An)Kfs	0.00	0.03	0.01	0.03	0.19	0.01	0.18	0.03
X(Or)Kfs	0.92	0.87	0.91	0.87	0.01	0.01	0.02	0.01

In the three-component Albite–Orthoclase–Anorthite diagram (Fig. 12), the figurative points of the analyzed feldspars composition are located in the fields of albite, oligoclase, and K-spar.

*Biotite* forms lamellar grains up to 2 mm in size (Fig. 13, a), often containing inclusions of magnetite, zircon and apatite (see Fig. 13, b). The crystal chemical formula of biotite according to the results of microanalytical studies (Table 2) is as follows:



We analyzed one grain of *hornblende*, the chemical composition of which is as follows, wt. %: SiO<sub>2</sub> – 45.30; TiO<sub>2</sub> – 1.43; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 8.04; FeO – 17.58; MnO – 0.39; MgO – 11.66; CaO – 11.54; Na<sub>2</sub>O – 1.02; K<sub>2</sub>O – 0.82. The crystal chemical formula of hornblende is as follows:



*Zircon* grains 10–50 μm in size are most often isometric, sometimes prismatic, and contained in titanite (Fig. 14, a). The chemical composition of zircon according to microprobe analysis is as follows, wt. %: ZrO – 58.35; SiO<sub>2</sub> – 17.85; FeO – 2.48; CaO – 1.85; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 1.55. Crystallochemical formula of zircon – Zr<sub>1.14</sub>[Si<sub>0.72</sub>Al<sub>0.07</sub>O<sub>4</sub>].

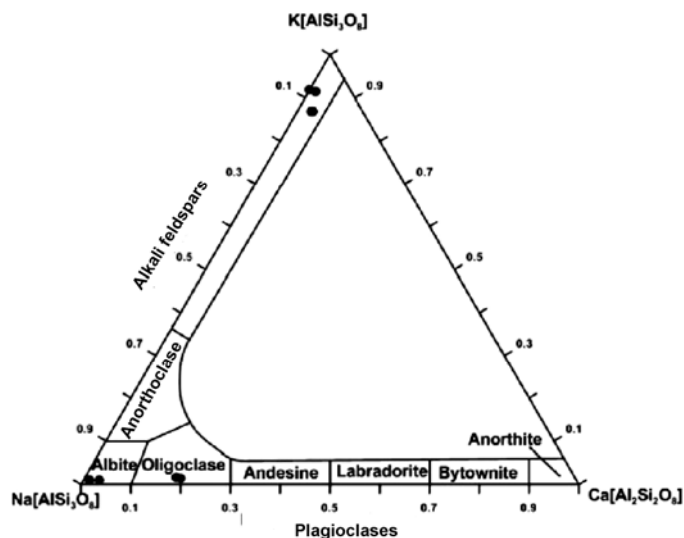


Fig. 12. Variations in the chemical composition of feldspars on the triangular diagram  $\text{Na}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]\text{--K}[\text{AlSi}_3\text{O}_8]\text{--Ca}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8]$ .

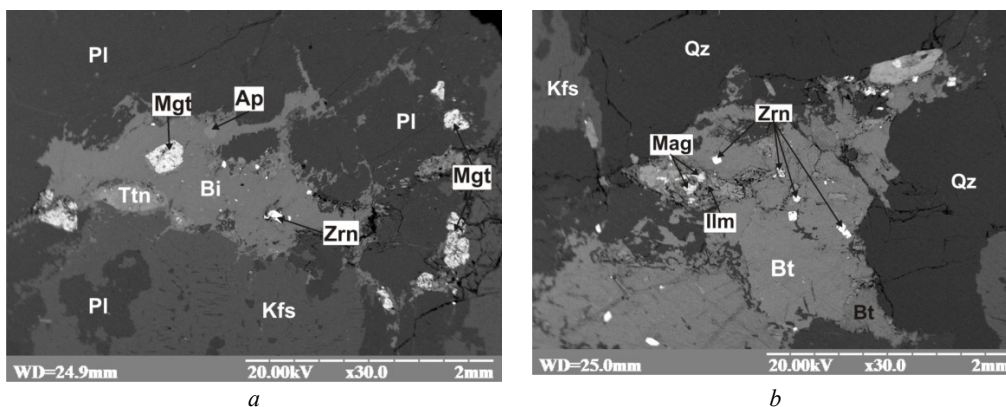
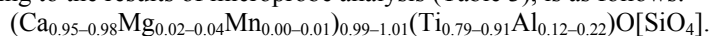


Fig. 13. Biotite in feldspar aggregate, BSE image.

Minerals: *a* – Bi – biotite, Mgt – magnetite, Zrn – zircon, Ap – apatite; *b* – Bt – biotite, Mag – magnetite, Ilm – ilmenite.

*Titanite* forms diamond-shaped grains up to 1 mm in size, most of which have undergone alterations. In the relic grains of titanite, there are inclusions of zircon, bastnäsite, quartz (see Fig. 14, *a*) and ilmenite and magnetite (see Fig. 14, *b*). The crystal chemical formula of titanite, according to the results of microprobe analysis (Table 3), is as follows:



*Magnetite* is represented by isometric grains up to 1 mm in size (see Figs. 11, 13–15). The chemical composition of the mineral is as follows, wt. %:  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  – 61.65;  $\text{FeO}$  – 26.5;  $\text{Al}_2\text{O}_3$  – 1.05;  $\text{MgO}$  – 0.70;  $\text{CaO}$  – 0.17;  $\text{Na}_2\text{O}$  – 0.17;  $\text{TiO}_2$  – 0.16. Crystal chemical formula of magnetite is  $(\text{Fe}^{2+}_{0.91}\text{Mg}_{0.04})_{0.95}(\text{Fe}^{3+}_{1.90}\text{Al}_{0.05})_{1.96}\text{O}_4$ .



Table 2

## Chemical composition (wt. %) and formula coefficients of biotite

Components	Sample number								
	4	5	19	20	24	26	27	28	29
SiO <sub>2</sub>	35.61	36.30	35.20	36.09	34.88	34.95	35.31	34.30	34.16
TiO <sub>2</sub>	2.20	2.07	2.32	2.41	2.96	2.42	2.33	2.34	2.62
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.25	16.62	14.98	15.56	14.88	14.23	14.12	14.19	14.05
FeO	23.07	22.40	22.89	23.18	24.58	23.07	23.72	22.63	23.46
MnO	0.35	0.25	0.00	0.00	0.41	0.82	0.53	0.02	0.38
MgO	10.21	9.56	9.61	9.82	9.80	9.27	9.46	9.26	9.52
CaO	0.27	0.31	0.52	0.18	0.33	0.39	0.28	0.29	0.42
Na <sub>2</sub> O	0.11	0.03	0.04	0.35	0.16	0.59	0.75	0.07	0.25
K <sub>2</sub> O	10.22	9.90	10.01	10.07	9.17	9.83	9.65	9.80	9.13
Total	97.30	97.43	95.57	97.65	97.19	95.56	96.15	92.90	93.99
Formula coefficients									
Si	2.74	2.75	2.75	2.75	2.69	2.75	2.76	2.76	2.73
Al	1.14	1.13	1.12	1.11	1.13	1.11	1.10	1.10	1.11
Ti	0.13	0.12	0.14	0.14	0.17	0.14	0.14	0.14	0.16
Total	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00	4.00
Al	0.24	0.36	0.26	0.29	0.22	0.21	0.20	0.25	0.21
Ti	0.13	0.12	0.14	0.14	0.17	0.14	0.14	0.14	0.16
Fe <sup>2+</sup>	1.48	1.42	1.50	1.48	1.59	1.52	1.55	1.52	1.57
Mg	1.17	1.08	1.12	1.12	1.13	1.09	1.10	1.11	1.13
Mn	0.02	0.02	0.00	0.00	0.03	0.05	0.04	0.00	0.03
Total	3.04	3.00	3.01	3.02	3.14	3.01	3.03	3.03	3.09
Ca	0.02	0.03	0.04	0.01	0.03	0.03	0.02	0.03	0.04
Na	0.02	0.00	0.01	0.05	0.02	0.09	0.11	0.01	0.04
K	1.00	0.96	1.00	0.98	0.90	0.99	0.96	1.01	0.93
Total	1.04	0.99	1.05	1.05	0.96	1.11	1.10	1.04	1.00

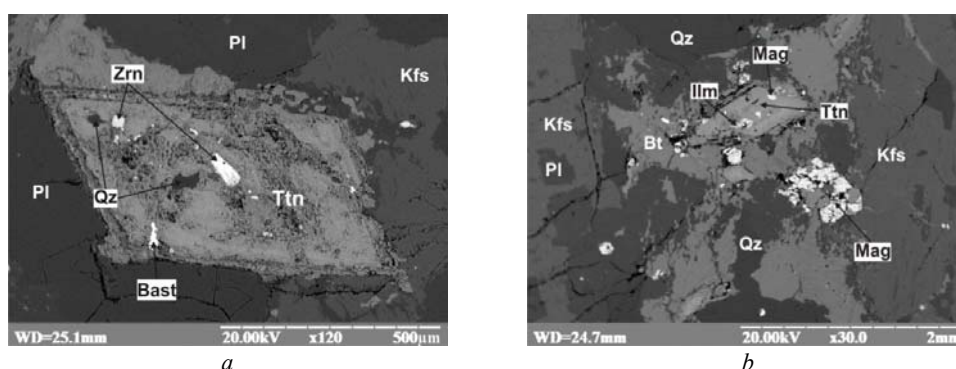


Fig. 14. Relict grains of titanite with inclusions of zircon, bastnäsite (Bast) and quartz (a) and with inclusions of magnetite and ilmenite (b). BSE image.

*Ilmenite* in the relict grain of titanite (see Fig. 14, b) has a size of about 0.2 mm and such chemical composition, wt. %: TiO<sub>2</sub> – 48.81; FeO – 42.54; MnO – 6.66; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0.75; MgO – 0.24; SiO<sub>2</sub> – 0.24; CaO – 0.09. The crystal chemical formula of ilmenite is as follows:

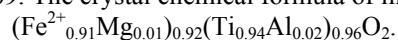


Table 3

Chemical composition (wt. %) and formula coefficients of titanite

Components	Sample number			
	6	7	9	17
SiO <sub>2</sub>	29.77	27.58	27.94	28.10
TiO <sub>2</sub>	32.97	34.80	29.37	32.37
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.05	2.94	5.42	2.86
FeO	1.77	2.57	1.31	1.98
MnO	0.22	0.01	0.00	0.23
MgO	0.32	0.41	0.57	0.76
CaO	27.42	26.03	25.35	24.72
Na <sub>2</sub> O	0.12	0.00	0.54	0.02
K <sub>2</sub> O	0.13	0.00	0.00	0.00
Total	97.77	94.35	90.5	91.03
Formula coefficients				
Ca	0.98	0.97	0.98	0.95
Mn	0.01	0.00	0.00	0.01
Mg	0.02	0.02	0.03	0.04
Total	1.00	0.99	1.01	1.00
Ti	0.83	0.91	0.79	0.87
Al	0.20	0.12	0.23	0.12
Total	1.03	1.03	1.02	0.99
Si	0.99	0.96	1.00	1.01

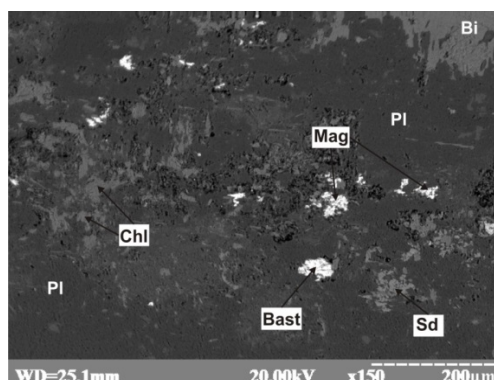
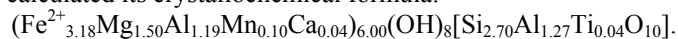


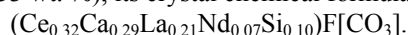
Fig 15. Bastnäsite, siderite (Sd), chlorite (Chl), magnetite, biotite and plagioclase in Osnytskyi granite. BSE image.

Based on the determined chemical composition of *chlorite* (FeO – 32.4; SiO<sub>2</sub> – 23.00; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 17.83; MgO – 8.57; MnO – 1.00; TiO – 0.40; CaO – 0.32; Na<sub>2</sub>O – 0.22; K<sub>2</sub>O – 0.08 wt. %) we calculated its crystallochemical formula:



The analyzed carbonates, according to the results of microanalytical studies, are represented by siderite and bastnäsite (see Figs. 14, 15). Siderite has such chemical composition, wt. %: FeO – 45.16–52.60; CaO – 3.90–4.40; MnO – 1.04–2.95; MgO – 0.54–2.09; SiO<sub>2</sub> – 0.50–1.11; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0.59–0.87; TiO<sub>2</sub> – 0.17; Na<sub>2</sub>O – 0.13. The crystal chemical formula of siderite is as follows:  $(\text{Fe}^{2+}_{0.76-0.87}\text{Ca}_{0.08-0.09}\text{Mg}_{0.02-0.06}\text{Mn}_{0.02-0.06})_{0.96-0.98}[\text{CO}_3]$ .

Bastnäsite forms irregularly shaped grains about 40 microns in size. In general, it is a characteristic mineral of hydrothermal deposits associated with alkaline rocks and carbonatites. The secondary formation of bastnäsite is probably due to the destruction of rare earth silicates. According to the chemical composition of bastnäsite ( $\text{Ce}_2\text{O}_3$  – 26.78;  $\text{La}_2\text{O}_3$  – 16.89;  $\text{Nd}_2\text{O}_3$  – 6.27;  $\text{CaO}$  – 4.13;  $\text{SiO}_2$  – 1.53 wt. %), its crystal chemical formula is as follows:



**Conditions for the formation of the Osnytskyi complex granitoids.** For reliable petrological reconstructions it is necessary to take into account not only the chemical composition of the rock in general, but also the peculiarities of the rock-forming and accessory minerals composition. For most granitoids, the only available (and best studied) representative of magnesium-ferrous silicates is biotite. According to statistical studies of biotite from granitoids of different genesis, the closest correlations between the content of oxides of the same name in biotite and rock are characteristic of unaltered intrusive rocks. In the case of metamorphogenic-metasomatic granitization and changes in the composition of parent rocks, the biotite–rock bond weakens. This leads to the conclusion about the “inertness” of the biotite composition transformation, i.e. its chemical composition depend on physicochemical crystallization conditions and composition of parent rocks. That is why biotite is widely used for correlation and delimitation of igneous rocks, determination of temperature conditions, elucidation of acidity–alkalinity and genesis of rocks and reproduction of geodynamic conditions of rocks' formation. The composition of biotite is also considered an indicator of the granitoids ore-bearing capacity.

Actually biotite is interpreted as a series of trioctahedral mica (dark and lithium-free) between the annite  $\text{KFe}^{2+}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ –phlogopite  $\text{KMg}_3[\text{AlSi}_3\text{O}_{10}](\text{OH})_2$  and siderophyllite  $\text{KFe}^{2+}_2\text{Al}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ –eastonite  $\text{KMg}_2\text{Al}[\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_{10}](\text{OH})_2$ .

In the classical Foster diagram [23] (Fig. 16, *a*), the figurative points of biotite from granites of the Osnytskyi complex fall into the field of ferrous biotite, and in the classification diagram  $\text{Fe}/(\text{Fe}+\text{Mg})$ – $\text{Al}^{\text{IV}}$  of F. Yavuz [29] (see Fig. 16, *b*) – in the field of siderophyllite. The magmatic origin of biotite from investigated granites is confirmed by the diagram  $\text{MgO}$ – $\text{FeO}_{\text{total}}$ – $\text{Al}_2\text{O}_3$  of A. Neiva [28], on which the fields of magmatic and metamorphogenic-metasomatic biotite are highlighted (see Fig. 16, *c*).

The following indicators were calculated for biotite:

$$K_{\text{Al}} = [\text{Al}:(\text{Al}+\text{Mg}+\text{Fe}+\text{Si})] \cdot 100 \% \text{ is } 21.38\text{--}22.71 \text{ (average value – } 22.23\text{)};$$

$$f = [\text{Fe}:(\text{Fe}+\text{Mg})] \cdot 100 \% \text{ – from } 57.68 \text{ to } 64.53 \text{ (average – } 61.46\text{)};$$

$$K_{\text{Ti}} = [\text{Ti}:(\text{Ti}+\text{Mn}+\text{Fe}+\text{Mg})] \cdot 100 \% \text{ – from } 3.57 \text{ to } 6.37 \text{ (average – } 5.17\text{)}.$$

The influence of temperature and pressure, at which granitoids have been crystallized, affects in some way all the main chemical parameters of biotite. For the relative (qualitative) assessment of the *PT*-conditions of mica crystallization, not the total aluminosity of biotite is important, but the distribution of Al in the tetrahedral and octahedral positions in the mineral structure. Indicative properties of aluminium are based in this case on the following crystal chemical postulates: increasing pressure promotes the entry of Al into octahedral coordination; increasing the temperature promotes the replacement of silicium in the tetrahedron. The biotite of the Osnytskyi complex granites contains a sufficiently large amount of Al in the octahedral position, which indicates the crystallization of granites under conditions of sufficiently high pressure.

Oxygen fugacity which is a measure of the redox state of the rock formation environment is also important. The presence of typical paragenesis of magnetite–titanite in the studied gra-

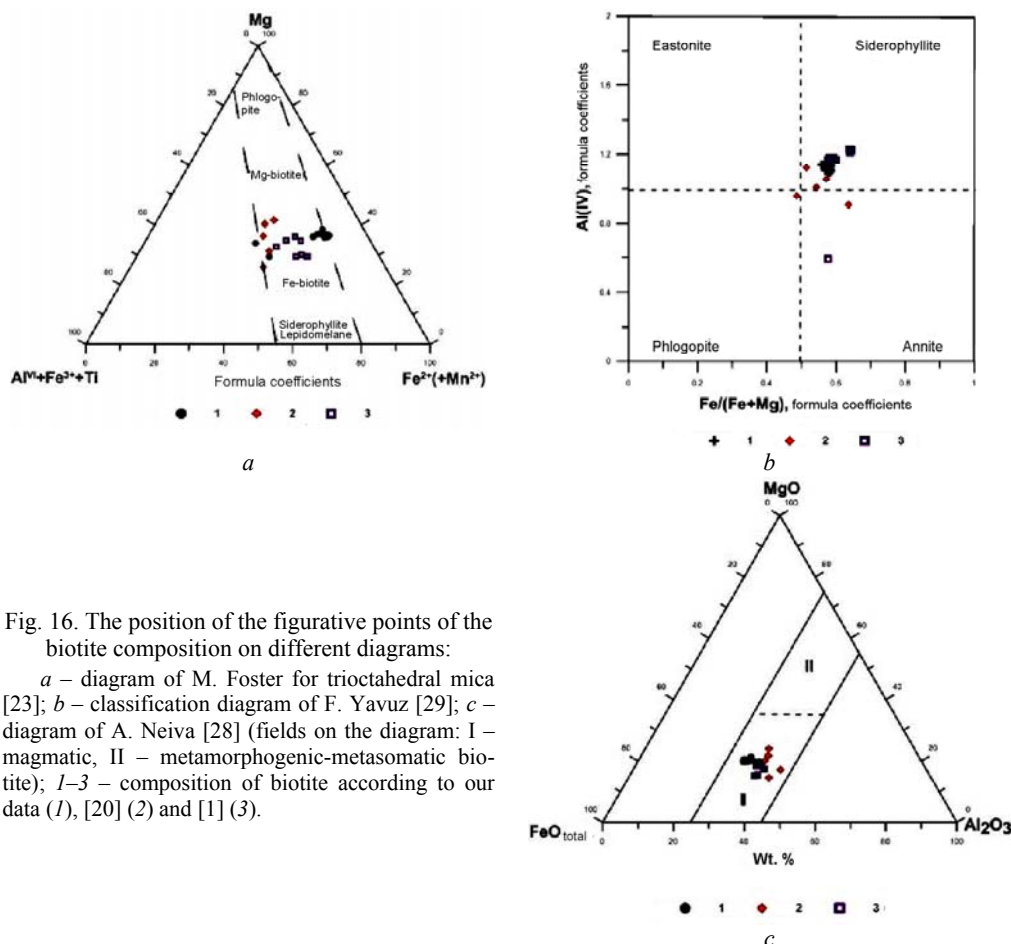


Fig. 16. The position of the figurative points of the biotite composition on different diagrams:

*a* – diagram of M. Foster for trioctahedral mica [23]; *b* – classification diagram of F. Yavuz [29]; *c* – diagram of A. Neiva [28] (fields on the diagram: I – magmatic, II – metamorphogenic-metasomatic biotite); 1–3 – composition of biotite according to our data (1), [20] (2) and [1] (3).

nites already indicates higher oxygen fugacity during rock crystallization. The consequence of this is a lower content of Ti in the biotite of Osnytski granites, compared to other complexes of the Volynskyi megablock, where the leading accessory mineral is ilmenite. The authors of [1] to determine the temperature of biotite formation used diagram of the stability of the solid solution of phlogopite–annite in the coordinates “temperature–oxygen fugacity” (Wones, Eugster, 1965). According to their data, the granites of the Osnytski complex were formed under conditions of low acidity at a temperature of 760 °C.

We used two-feldspar, chlorite, and magnetite-ilmenite geothermometers to determine the temperature of mineral formation and later alterations of the Osnytski complex granites. According to two-feldspar geothermometer, based on experimentally obtained formulas [24, 25] we determined that the temperature of mineral formation ranged from 647 to 324 °C, and according to the graphical method [14] it differs slightly – 525–450 °C.

The presence of syngenetic growths of ilmenite and magnetite made it possible to calculate the temperature of mineral formation using a magnetite-ilmenite geothermometer. According

to [27], the temperature of 694–574 °C was determined based on the chemical composition of ilmenite and magnetite.

The authors of [22] found a positive correlation between the amount of Al in the quadratic coordination in the structure of chlorite and the crystallization temperature. According to [26], the amount of Al in the quadratic coordination in chlorite increases with increasing Fe/(Fe+Mg), i.e. the amount of Fe and Mg depends on temperature. Using the data of the microprobe study of chlorite from Osnytski granites, we calculated that according to the chlorite geothermometer the temperature of mineral formation was 337.7 °C.

To elucidate the geodynamic conditions for the formation of plutonic rocks, A. Abdel-Rahman [21] proposed various binary and triangular diagrams with defined fields, using a database of hundreds of biotite analyzes from around the world. Biotite fields of anorogenic alkaline complexes, alumina complexes (including *S*-type) and calcareous-alkaline orogenic complexes were isolated. In the diagrams of A. Abdel-Rahman  $\text{FeO}_{\text{total}}\text{-MgO-Al}_2\text{O}_3$  and  $\text{FeO}_{\text{total}}\text{-Al}_2\text{O}_3$ , the figurative points of the studied biotite composition fall into the fields of calcareous-alkaline orogenic complexes.

Thus, the main features of the chemical composition of the granitoids of the Osnytskyi complex are as follows: subalkaline tendency of differentiation of magmatic melts; slightly increased basicity; fairly high alumina and the degree of oxidation of iron, which increases with increasing content of  $\text{SiO}_2$  and alkalis; increased potassium content compared to sodium (with the exception of coarse-grained granites, in which the difference between K and Na content is insignificant).

#### REFERENCES

1. Бучинська А. Умови утворення гранітоїдів палеопротерозойської тектономагматичної активізації Українського щита за хімічним складом біотиту / А. Бучинська, К. Свешніков, Р. Криза // Мінерал. зб. – 2005. – № 55, вип. 1–2. – С. 105–122.
2. Веремьев П. С. Осницкая рифтогенная палеозона территории Украинского щита // П. С. Веремьев // Геол. журн. – 1983. – Т. 43, № 3. – С. 81–90.
3. Верхогляд В. М. Возрастные этапы формирования континентальной коры Вольнского мегаблока Украинского щита в протерозое : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. геол.-мин. наук. – Киев, 1988. – 22 с.
4. Геологічна будова та корисні копалини верхів'я р. Льва : звіт / Л. Ф. Котвицький, М. П. Діцул, О. П. Глухов та ін. – Київ : Геоінформ, 2005. – 437 с.
5. Геохронологическая шкала докембрия Украинского щита / Н. П. Щербак, Г. В. Артеменко, Е. Н. Бартницкий и др. / отв. ред. Э. В. Собонович. – Киев : Наук думка, 1989. – 144 с.
6. Гранитоидные формации Украинского щита / И. Б. Щербаков, К. Е. Есипчук, В. И. Орс и др. – Киев : Наук. думка, 1984. – 192 с.
7. Есипчук К. Е. Петролого-геохимические основы формационного анализа гранитоидов докембрия / К. Е. Есипчук. – Киев : Наук. думка, 1988. – 264 с.
8. Карта геологических формаций докембрия Украинского щита. Масштаб 1:500 000. Объяснительная записка / В. П. Кирилюк, В. Д. Колий, В. И. Лашмнов и др. – Киев : ЦТЭ, 1991. – 116 с.
9. Магматические формации Украинского щита / И. С. Усенко, И. Л. Личак, И. Д. Царовский, Л. Г. Бернадская // Магматические формации. – Москва : Наука, 1964. – С. 236–249.

10. *Матковский О. И.* Минералогия гранитоидов осницкого комплекса Вольни : автореф. дис. на соискание уч. степени канд. геол.-мин. наук. – Львов, 1957. – 17 с.
11. Мінералогія вивержених комплексів Західної Волині / Є. К. Лазаренко, О. І. Матковський, О. М. Винар, В. П. Шашкіна, Г. М. Гнатів. – Львів : Вид-во Львів. ун-ту, 1960. – 509 с.
12. *Никольский А. П.* Осницкий геологический комплекс и время его формирования на территории Восточно-Европейской платформы / А. П. Никольский, В. П. Наумов // Геол. журн. – 1977. – Т. 37, вып. 3. – С. 110–118.
13. О составе и объеме осницкого комплекса (Украинский щит) / О. В. Зинченко, В. Ф. Гринченко, Р. Н. Щербина, А. В. Андреев // Вестн. Киев. ун-та. Сер. Геология. – 1986. – Вып. 5. – С. 11–15.
14. *Перчук Л. Л.* Равновесия порообразующих минералов / Л. Л. Перчук. – Москва : Наука, 1970. – 392 с.
15. Петрология, геохимия и рудоносность интрузивных гранитоидов Украинского щита / К. Е. Есипчук, Е. М. Шеремет, О. В. Зинченко и др. – Киев : Наук. думка, 1990. – 236 с.
16. *Скобелев В. М.* Петрохимия и геохронология докембрийских образований Северо-Западного района Украинского щита / В. М. Скобелев. – Киев : Наук. думка, 1987. – 140 с.
17. *Ткачук Л. Г.* Петрографія північно-західної частини Українського кристалічного масиву (Ровенська область) / Л. Г. Ткачук. – Львів : Вид-во Львів. геол. т-ва, 1948. – 117 с.
18. *Хатунцева А. Я.* Про формації крайової північно-західної частини Українського щита / А. Я. Хатунцева // Геол. журн. – 1972. – Т. 32, вып. 2. – С. 55–62.
19. *Хатунцева А. Я.* Стратиграфія докембрію північно-західної (Волинської) частини Українського щита / А. Я. Хатунцева // Геол. журн. – 1972. – Т. 32, вып. 1. – С. 134–145.
20. *Щербаков И. Б.* Петрология Украинского щита / И. Б. Щербаков. – Львов : ЗУКЦ, 2005. – 366 с.
21. *Abdel-Rahman A. F. M.* (1994) Nature of biotites from alkaline, calc-alkaline and peraluminous magmas / A. F. M. Abdel-Rahman // Journal of Petrology. – 1994. – Vol. 35, N 2. – P. 525–541.
22. *Cathelineau M.* Chlorite solid solution geothermometer: the Los Azufres (Mexico) geothermal system / M. Cathelineau, D. A. Nieva // Contrib. Mineral. Petrol. – 1985. – Vol. 91, N 3. – P. 235–244.
23. *Foster M. D.* Interpretation of the composition of trioctahedral micas / M. D. Foster // U.S. Geol. Surv. Prof. Pap. – 1960. – 354B. – P. 1–49.
24. *Fuhrman M. L.* Ternary-feldspar modeling and thermometry / M. L. Fuhrman, D. H. Lindsley // Amer. Mineral. – 1988. – Vol. 73. – P. 201–215.
25. *Green N. L.* Ternary-feldspar mixing relations and thermobarometry / Nathan L. Green, Steven I. Usdansky // Amer. Mineral. – 1986. – Vol. 71, Is. 9–10. – P. 1100–1108.
26. *Kranidiotis P.* Systematics of chlorite alteration at the Phelps Dodge Massive sulfide deposit, Matagami, Quebec / P. Kranidiotis, W. H. Maclean // Econ. Geol. – 1987. – Vol. 82, N 7. – P. 1898–1911.
27. *Lindsley D. H.* Fe-Ti oxide geothermometry: Reducing analyses of coexisting Ti-magnetite (Mt) and ilmenite (Ilm) / D. H. Lindsley, K. J. Spencer // Abstract AGU Spring Meeting Eos Transactions. American Geophysical Union. – 1982. – Vol. 63 (18). – 471 p.

28. Neiva A. M. R. Geochemistry of granites and their minerals from Gerez Mountain, Northern Portugal / A. M. R. Neiva // *Chemie der Erde (Geochemistry)*. – 1993. – Vol. 53. – P. 227–258.
29. Yavuz F. BIOTERM – a program for valuating and plotting microprobe analyses of biotite from barren and mineralized magmatic suites / F. Yavuz, T. Öztaş // *Computers & Geosciences*. – 1997. – Vol. 23, N 8. – P. 897–907.

*Стаття: надійшла до редакції 01.10.2021  
прийнята до друку 24.11.2021*

**Ірина Побережська<sup>1</sup>, Наталія Білик<sup>1</sup>, Євгенія Сливко<sup>1</sup>,  
Альбертина Бучинська<sup>1</sup>, Анжела Шевчук<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005,  
irina\_pober@ukr.net

<sup>2</sup>Національний університет "Львівська Політехніка",  
вул. Бандери, 12, Львів, Україна, 79000

## **ПЕТРОЛОГІЧНІ ОСОБЛИВОСТІ КИСЛИХ ПЛУТОНІЧНИХ ПОРІД ОСНИЦЬКОГО КОМПЛЕКСУ (ВОЛИНСЬКИЙ МЕГАБЛОК УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА)**

Осницький комплекс, поширений у межах Волинського мегаблока Українського щита, представлений габро-діорит-гранодіорит-гранітною серією порід і є плутонічною частиною клесівсько-осницької вулкано-плутонічної асоціації. Гранітоїдні породи осницького комплексу утворюють єдину формацію гранітів, які мають спільне просторове і структурне походження. Наявні такі різновиди гранітів, як лептитоподібні, дрібнозернисті, нерівномірно-середньозернисті, крупнозернисті та ін.

Виконано петрографічні й мінералогічні дослідження осницьких нерівномірнозернистих порфіроподібних гранітів. Визначено й описано породоутворювальні (калієвий польовий шпат, плагіоклаз, кварц, біотит, рогова обманка), акцесорні (циркон, апатит, титаніт), рудні (магнетит, ільменіт, пірит) і вторинні (епідот, серицит, хлорит, сидерит, бастнезит) мінерали. Біотит за хімічними особливостями відповідає сидерофіліту магматичного походження (вапнисто-лужні орогенні комплекси). Кристалізація гранітів осницького комплексу відбувалася за умов низької кислотності за температури близько 760 °С і достатньо високого тиску.

*Ключові слова:* гранітоїди, осницький комплекс, породоутворювальні, акцесорні, рудні і вторинні мінерали, біотит, умови кристалізації, Волинський мегаблок, Український щит.

УДК 551.7:552.313:553.43(438.41)

**Віктор Мельничук, Григорій Мельничук**

*Національний університет водного господарства та природокористування,  
вул. Соборна, 11, Рівне, Україна, 33028,  
v.g.melnychuk@nuwm.edu.ua ; h.v.melnychuk@nuwm.edu.ua*

## **МЕТАЛОГЕНІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ МІДЕНОСНИХ ТРАПІВ НИЖЬОГО ВЕНДУ ВОЛИНИ**

Уточнено й деталізовано металогенічне районування території поширення трапів нижнього венду на Волині. Зокрема, виділено Луківсько-Ратнівську міденосну металогенічну зону, три металогенічні райони і 12 рудоносних полів.

*Ключові слова:* мідь, трапи, металогенічний район, рудоносне поле, нижній венд, Волинь.

DOI: <http://dx.doi.org/10.30970/min.71.03>

**Вступ.** Металогенічне районування території поширення трапів нижнього венду на Волині виконано відповідно до комплексної металогенічної карти України масштабу 1 : 500 000 [1]. Згідно з цією картою, на досліджуваній території виділено (в ієрархічному порядку) Волино-Причорноморську металогенічну провінцію, Волино-Дністерську субпровінцію, Прип'ятсько-Дністерську і Львівсько-Тернопільську структурно-металогенічні зони (СМЗ).

Прип'ятсько-Дністерська СМЗ у структурі Волино-Подільської плити відповідає території поширення на домезозойській поверхні утворень волинської серії нижнього венду. У межах цієї СМЗ ми уточнили й деталізували металогенічне районування на підставі результатів розшукових робіт на мідь (Жуйков та ін., 2008) і власних досліджень [4]. Це актуально з огляду на розшукові й розвідувальні роботи, які нині проводять на території Турсько-Лугівського, Ратнівського й Комарівського рудоносних полів.

**Принципи металогенічного районування міденосних трапів.** Металогенічне районування території поширення нижньовендських трапів на Волині виконано відповідно до її поділу на структурно-фаціальні зони й підзони [4] з урахуванням деформаційних структур у кристалічному фундаменті й осадовому чохла. Згідно з запропонованою схемою (рис. 1), у межах Прип'ятсько-Дністерської СМЗ виділено дві металогенічні зони (МЗ): Луківсько-Ратнівську міденосну з супутніми сріблом і золотом та Волино-Подільську, яка не містить промислових концентрацій міді й мінералізації благородних металів. Ці металогенічні зони відповідають Брестсько-Волинській і Волино-Подільській структурно-фаціальним зонам (СФЗ) трапової формації; вони розмежовані Горинською тектонічною зоною (Луцький розлом), яка розділяє не тільки геоблоки кристалічного фундаменту, а й трапові розрізи з різним ступенем прояву спеціалізованих на мідь ефузивних, пірокластичних і гіпабісальних продуктів магматизму.



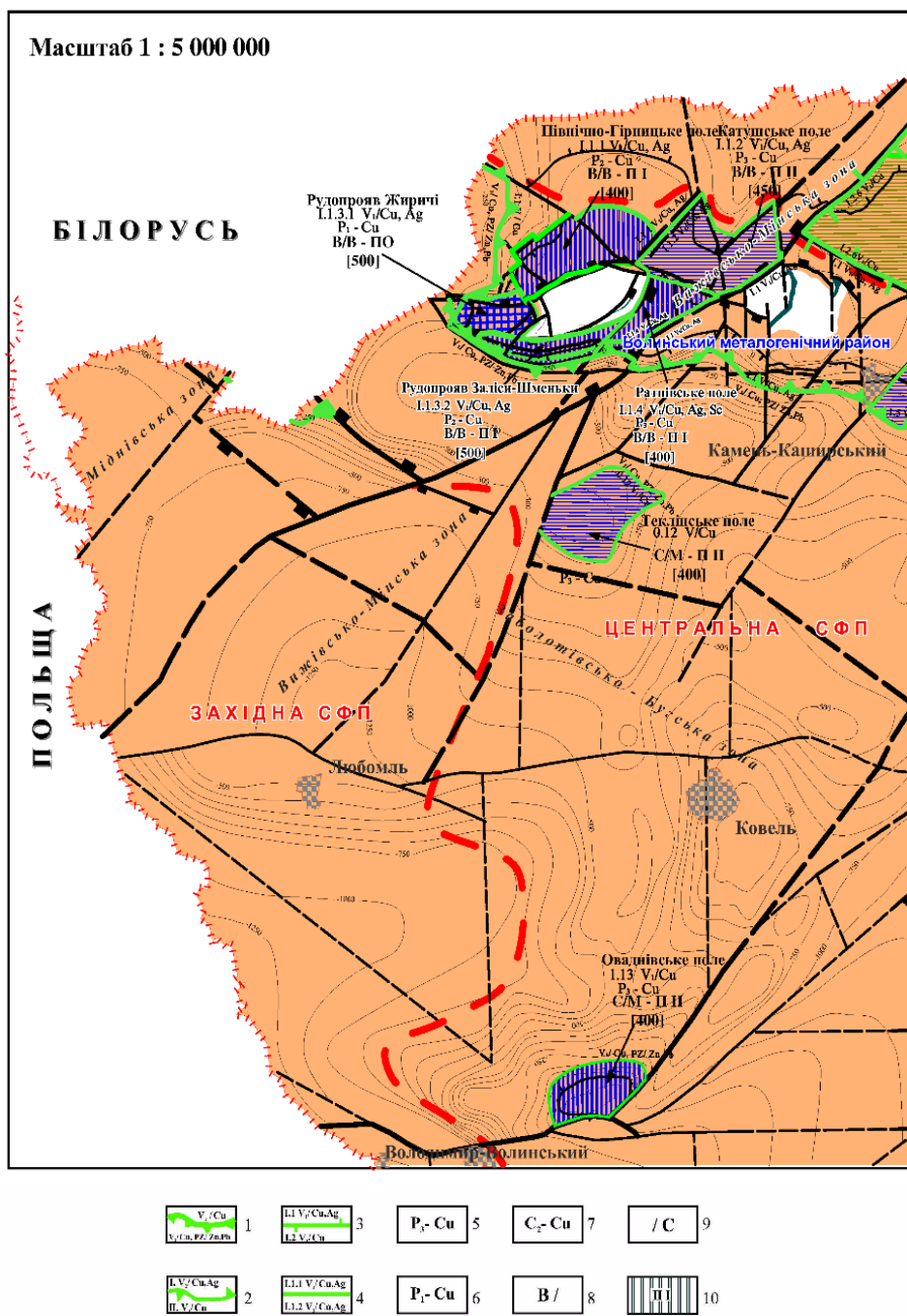
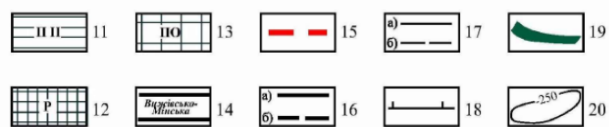
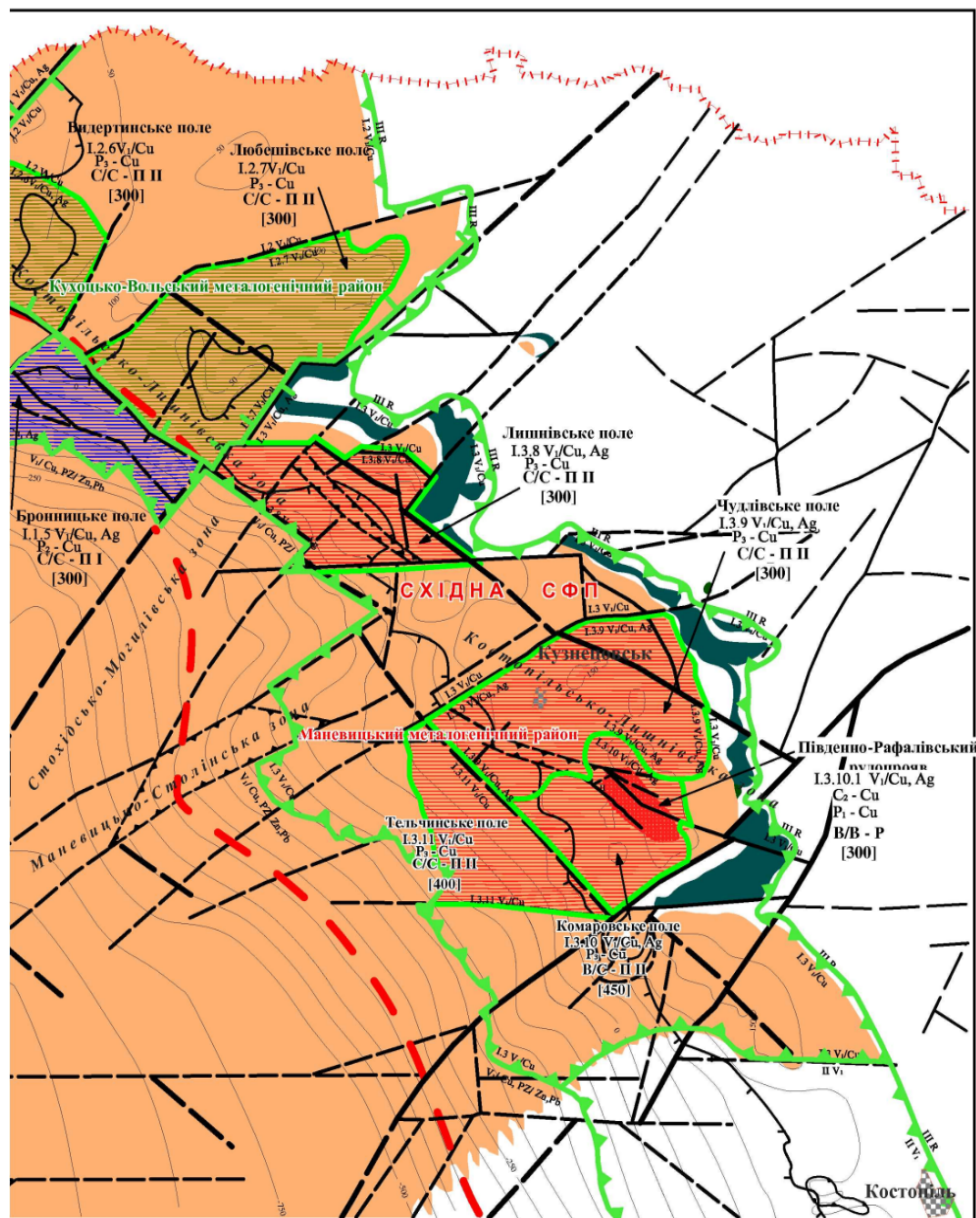


Рис. 1. Схема металогенічного районування території поширення нижньовендських трапів на Волині.



Продовження рис. 1. Умовні позначення див. нижче.

У будові Луківсько-Ратненської МЗ чільне місце посідає рудогенерувальний верхньопріп'ятський траповий комплекс [3].

У її межах за низкою прогнозних критеріїв [2] і розшукових ознак виділено Волинський, Кухітсько-Вольський і Маневицький металогенічні райони, які територіально відповідають ділянкам поширення на домезозойській поверхні тих чи інших трапових розрізів нижнього венду й відповідним структурно-фаціальним підзонам (СФП) Брестсько-Волинської СФЗ: Волинський – Центральній СФП, а Маневицький і Кухітсько-Вольський – Східній СФП [6]. Ці металогенічні райони відрізняються, головню, за повнотою й міденосністю трапових розрізів (рис. 2). Ситуаційно вони тяжіють до пізньогерцинської Північноукраїнської мегазони активізації, проте, на нашу думку, не мають з нею генетичного зв'язку.

**Волинський металогенічний район** у сучасному геолого-структурному плані відповідає Волинському палеозойському підняття [5], що пов'язано з Центральнобілоруською шовною зоною в кристалічному фундаменті. Для нього характерна найбільша повнота розрізів трапової формації й напружена плікативно-блокова деформаційна структура. Основні міденосні горизонти – 1А, 2А, 2Б, 3А і 3Б.

У межах району за комплексом стратиграфічних, структурних, палеовулканічних, літолого-петрографічних і мінералогічних критеріїв [2] та прямих розшукових ознак виділено шість рудоносних полів: Отчинське, Турсько-Лугівське, Північногірницьке, Ратнівське, Катуське і Броницьке. У Турсько-Лугівському рудоносному полі розташовані рудопрояви Жиричі й Заліси-Шменьки, які нині розвідують. Їх можна зачислити до потенційних родовищ, для них підраховано перспективні ресурси за категоріями Р<sub>1</sub> і Р<sub>2</sub> [6].

**Маневицький металогенічний район** тектонічно розташований у північній частині Волино-Подільської плити (монокліналі), де фундаментом є кристалічні комплекси Осницько-Мікашевицького вулканоплутонічного поясу нововолінід. У розрізах трапів тут нема низки стратонів і відповідних міденосних горизонтів, характерних для Волинського району, а основними міденосними є горизонти 3А і 3Б. У межах району виділено чотири рудоносні поля: Тельчинське, Комарівське, Лишнівське й Чудлянське.

---

Елементи металогенічного районування: 1 – межі Прип'ятсько-Дністерської та Львівсько-Тернопільської СМЗ, вік і символи провідних та супутніх видів корисних копалин; 2 – межі металогенічних зон (I – Луківсько-Ратнівська, II – Волино-Подільська, III – Волино-Поліська, IV – Подільська), вік та символи провідних і супутніх видів корисних копалин; 3 – межі металогенічних районів: 1 – Волинського, 2 – Кухітсько-Вольського, 3 – Маневицького; 4 – межі рудоносних полів: 1 – Північногірницького, 2 – Катуського, 3 – Турсько-Лугівського (3.1 – Жирицький рудопрояр, 3.2 – рудопрояр Заліси-Шменьки), 4 – Ратнівського, 5 – Броницького, 6 – Видертського, 7 – Любешівського, 8 – Лишнівського, 9 – Чудлянського, 10 – Комарівського (10.1 – Південнорафалівський рудопрояр), 11 – Тельчинського, 12 – Теклінського, 13 – Оваднівського; 5, 6 – категорії прогнозних (5) і перспективних (6) ресурсів міді; 7 – категорія промислових запасів міді; 8 – ступінь перспективності площ (позначки ліворуч від риси): В – високий, С – середній; 9 – ступінь надійності визначення перспективності (позначки праворуч від риси): В – надійній, С – середньої надійності, М – малої надійності; 10 – середня глибина вивчення прогнозованого об'єкта, м; 11–14 – рекомендовані види розшукових і розвідувальних робіт: 11 – розшукові роботи першої черги, 12 – розшукові роботи другої черги, 13 – розвідувальні роботи, 14 – розшуково-оцінювальні роботи; 15 – міжблокові регіональні тектонічні зони; 16 – межі СФП Брестсько-Волинської СФЗ; 17 – головні розривні порушення: а – достовірні; б – імовірні; 18 – другорядні розривні порушення: а – достовірні; б – імовірні; 19 – межа поширення верхньовендських відкладів у покривлі трапової формації; 20 – сили габро-долеритів; 21 – ізогіпси поверхні трапової формації.

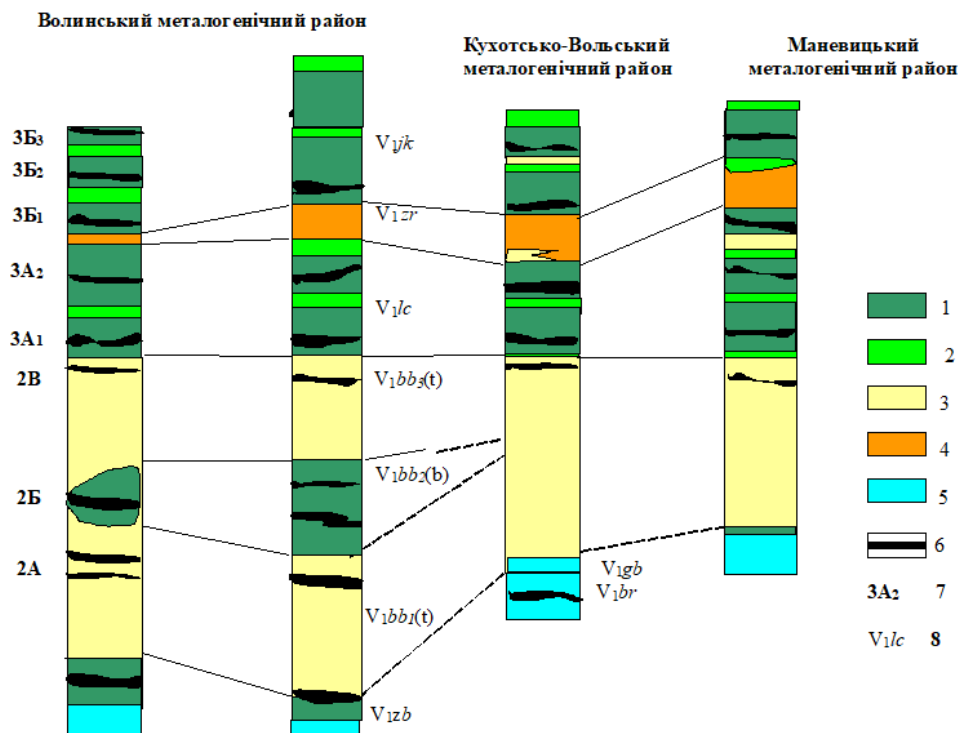


Рис. 2. Типи трапових розрізів у районах Луківсько-Ратнівської металогенічної зони:

1 – базальти; 2 – лавобрекчії; 3 – туфи; 4 – вулканоміктові відклади; 5 – олігоміктові відклади; 6 – мідне зруденіння; 7 – індекси міденосних горизонтів; 8 – індекси стратонів нижнього венду: *br* – бродівська світа, *gb* – горбашівська світа, *zb* – заболотівська світа, *bb<sub>1</sub>*, *bb<sub>2</sub>*, *bb<sub>3</sub>* – відповідно, перша, друга і третя товщі бабинської світи, *lc* – лучичівська світа, *zr* – зорянські верстви ратнівської світи, *jk* – якушівські верстви ратнівської світи.

У Комарівському полі найдетальніше досліджено Південнорафалівський рудопровя. Його наразі розвідують, і він претендує на ранг родовища (обчислено перспективні ресурси й запаси міді за категоріями  $P_1$  і  $C_2$ ) [6].

Району притаманна низка особливостей, зокрема, наявність мідного, самородномідного й сульфідного зруденіння в теригенних породах бродівської світи і самородків у лавобрекчій у підшві лучичівської світи, підвищений вміст золота в самородній міді, наявність високих концентрацій золота (до 9,56 г/т), які приурочені до базальтових покривів, однак латерально в більшості випадків не збігаються з мідним зруденінням. Тут також виявлено сульфідномідне і благороднометалеве (срібло, золото) зруденіння в теригенних (вулканоміктових) відкладах могилів-подільської серії верхнього венду, які перекривають трапи.

**Кухотсько-Вольський металогенічний район** розташований у перехідній зоні між Волинським палеозойським підняттям і Волино-Подільською монокліналлю та відповідними їм структурами в кристалічному фундаменті. Його вивчено найменше. Міденосність району пов'язана з горизонтом 3A, менше – 3B. За комплексом прогнозних чинників і прямими розшуковими ознаками в межах району виділено два рудоносні

поля: Видертське й Любешівське, для яких оцінено перспективні ресурси міді за категорією P<sub>3</sub> [6].

Рудоносні поля у складі описаних металогенічних районів схарактеризовано за ступенем перспективності (високий, середній) на виявлення родовищ міді з супутньою благороднометалевою мінералізацією, ступенем надійності визначення перспективності (надійний, середньої надійності, малої надійності) та середньою глибиною вивчення. Для кожного поля зазначено категорію оцінених ресурсів (прогнознi, перспективні), за наявності вивчених рудопроявів – категорії промислових запасів міді (див. рис. 1) і рекомендовано певні види розшукових і розвідувальних робіт (розшукові роботи першої і другої черги, розвідувальні роботи, розшуково-оцінювальні роботи).

**Висновки.** Виділені металогенічні райони й рудоносні поля є основними таксономічними одиницями металогенічного районування на території поширення нижньовендських трапів на Волині. Найпродуктивнішим на мідь є Волинський металогенічний район, у якому виділено шість рудоносних полів з численними рудопроявами самородної міді. Він відповідає території поширення рудогенерувального верхньоприп'ятського трапового комплексу. Йому притаманна найбільша повнота розрізів трапової формації й напружена плікативно-блокова деформаційна структура.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Комплексна металогенічна карта України. Масштаб 1:500 000. Пояснювальна записка / А. С. Войновський, Л. В. Бочай, С. В. Нечасв та ін. – К. : УкрДГРІ, 2003. – 336 с.
2. Мельничук В. Критерії прогнозування мідного зруденіння у трапах Волині / В. Мельничук // Мінерал. зб. – 2018. – № 68, вип. 1. – С. 36–39.
3. Мельничук В. Г. Верхньоприп'ятський траповий комплекс нижнього венду та його міденосність / В. Г. Мельничук // Геол. журн. – 2009. – № 3. – С. 14–22.
4. Мельничук В. Г. Геологія та міденосність нижньовендських трапових комплексів південно-західної частини Східноєвропейської платформи : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра геол. наук. – К., 2010. – 36 с.
5. Мельничук Г. В. Тектоніка і походження Волинського палеозойського підняття / Г. В. Мельничук // Геол. журн. – 2014. – № 3 (348). – С. 28–38.
6. Перспективність нижньовендської трапової формації Волинського рудного району на промислові концентрації самородної міді / В. Л. Приходько, В. Г. Мельничук, В. В. Матеюк, В. А. Рябенко, Т. П. Міхницька, Я. О. Косовський, М. І. Жуйков // Мін. ресурси України. – 2010. – № 1. – С. 4–11.

Стаття: надійшла до редакції 23.09.2021  
прийнята до друку 24.11.2021

## **Viktor Melnychuk, Hryhorii Melnychuk**

*National University of Water and Environmental Engineering,  
11, Soborna St., Rivne, Ukraine, 33028,  
v.g.melnychuk@nuwm.edu.ua  
h.v.melnychuk@nuwm.edu.ua*

### **METALLOGENIC ZONING OF THE LOWER VENDIAN CUPREOUS TRAPS IN VOLYN REGION**

Metallogenic zoning of the Lower Vendian trap distribution area in Volyn has been performed according to the complex metallogenic map of Ukraine at a scale of 1 : 500,000 (2003) and according to the division of the territory into structural-facial zones and subzones and taking into account deformation structures in the crystalline basement and sedimentary cover.

Two metallogenic zones have been identified within the Prypiatsko-Dniesterska structural-metallogenic zone: Lukivsko-Ratnivska cupreous with associated silver and gold and Volyno-Podilska, which does not contain industrial concentrations of copper and mineralization of precious metals. Within the first metallogenic zone, Volynskiyi, Kukhitsko-Volskiyi and Manevytskyi metallogenic regions were identified according to a number of forecast criteria and search features. These regions territorially correspond to the areas of distribution on the pre-Mesozoic surface of certain trap sections of the Lower Vendian and the corresponding structural-facial subzones of the Brestsko-Volynska structural-facial zone.

As part of the described metallogenic regions, 12 ore-bearing fields were identified, which are characterized by the degree of prospects for the detection of copper deposits with concomitant precious metal mineralization (high, medium), by the degree of reliability of prospects (reliable, medium reliability, low reliability) and by the average depth of study.

It is concluded that the most productive for copper is the Volyn metallogenic region, which has six ore-bearing fields with numerous ore occurrences of native copper. The region corresponds to the area of distribution of the ore-generating Verkhnioprypiatskiyi trap complex. It is characterized by the greatest completeness of the trap formation sections and a tense plicated-block deformation structure.

*Key words:* copper, traps, metallogenic region, ore-bearing field, Lower Vendian, Volyn.

УДК 549.761.23:553.632(477.8)

**Петро Білоніжка**

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005,  
mineral@lnu.edu.ua*

## **ГЕНЕЗИС ВАНТГОФІТУ, ЛЕВЕЇТУ Й КІЗЕРИТУ В РОДОВИЩАХ КАЛІЙНИХ СОЛЕЙ ПЕРЕДКАРПАТТЯ ЗА ДАНИМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ**

Схарактеризовано генезис вантгофіту, левеїту й кізериту в родовищах калійних солей Передкарпаття на підставі мінералогічних, геохімічних та експериментальних досліджень. З'ясовано, що ці мінерали утворилися внаслідок післяседиментаційної зміни кристалогідратів у процесі підвищення температури й тиску під час насуву Скибової зони Карпат на Внутрішню зону Передкарпатського прогину й утворення складчастості у відкладах солей. Вантгофіт і левеїт сформувалися завдяки розпаданню астраханіту, а кізерит – епсоміту.

*Ключові слова:* вантгофіт, левеїт, кізерит, експериментальні дослідження, перетворення мінералів, генезис, родовища калійних солей, Передкарпаття.

DOI: <http://dx.doi.org/10.30970/min.71.04>

Вантгофіт  $\text{Na}_6\text{Mg}[\text{SO}_4]_4$  і левеїт  $\text{Na}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_2 \cdot 2,5\text{H}_2\text{O}$  – рідкісні мінерали. Серед калійних соляних відкладів Передкарпаття левеїт уперше відшукав Ч. Кужняр 1934 р. у Стебницькому руднику [7], а вантгофіт – Нгуєн Тат Чан та ін. 1973 р. у керні бурової свердловини (район Борислава) на контакті лангбейніт-каїнітової породи й зони її зміни – гіпсоглинистої шапки [8].

Вантгофіт асоціює з астраханітом  $\text{Na}_2\text{Mg}[\text{SO}_4]_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$  і левеїтом. Макроскопічно ці мінерали дуже подібні, тому їх важко відрізнити один від одного. До того ж їхні показники заломлення близькі. Проте густина вантгофіту ( $2,69 \text{ г/см}^3$ ) значно більша, ніж левеїту (2,37) й астраханіту (2,32). Це дало змогу відділити вантгофіт від мінералів, що з ним асоціюють, у важкій рідині густиною  $2,43 \text{ г/см}^3$  й виконати мінералогічні дослідження.

Автори праці [8] вважають, що вантгофіт, левеїт і астраханіт утворюються в процесі зміни лангбейніту, тобто є гіпергенними мінералами. З таким висновком можна погодитися тільки стосовно астраханіту, який кристалізується з соляних розчинів системи  $\text{Na}_2\text{SO}_4\text{--MgSO}_4$  за температури  $18,5\text{--}67,0 \text{ }^\circ\text{C}$  [10]. Його утворення відомі серед новоосаджень соляних озер [5], а також у зоні гіпергенної зміни калійно-магнієвих солей у Домбровському кар'єрі поблизу Калуша. Водночас твердження авторів праці [8] щодо утворення вантгофіту й левеїту в зоні гіпергенезу внаслідок зміни лангбейніту помилкові, оскільки ці мінерали утворюються за температури вище  $65 \text{ }^\circ\text{C}$  [10].

У праці В. Ковалевича [6] на стабільній діаграмі показано положення фігуративних точок складу розчинів включень у перекристалізованому галіті на стадії катагенетичної зміни калійних солей Стебницького родовища і точок складу згущеної океанічної води за температури 70 °С. Відповідно, виділено поля вантгофіту, левеїту, кізериту, лангбейніту й інших мінералів, тоді як полів астраханіту й епсоміту нема.

Однак асоціація астраханіту, левеїту й вантгофіту не випадкова. Вона дає підстави припускати, що вантгофіт і левеїт утворилися внаслідок дегідратації астраханіту за умов підвищених значень температури й тиску на стадії катагенетичної зміни фазового складу покладів калійних солей. Такі зміни вірогідні, адже відомо, що в гірських спорудах Карпат, особливо у Скибовій зоні, відклади крейди й палеогену насунуті одні на одних. Ці тектонічні процеси зачепили і Внутрішню зону Передкарпатського прогину, де поширені родовища калійних солей. Крім того, гірські споруди Карпат насунуті на Внутрішню зону прогину. Під час цих процесів (термодинамометаморфізму) значно підвищувалися температура й тиск. За таких умов соляні мінерали, особливо кристалогідрати, зазнавали суттєвих змін. Відбувалося їхнє руйнування з виділенням кристалізаційної води, і з продуктів їхнього розпаду формувалися безводні й маловодні мінерали, у тім числі лангбейніт, левеїт, вантгофіт і кізерит.

З метою вивчення можливості утворення вантгофіту й левеїту завдяки фазовим перетворенням астраханіту під впливом підвищення температури ми виконали експериментальні дослідження [3]. Кожну пробу подрібненого водяно-прозорого кристала астраханіту із зони зміни каїніт-лангбейнітової породи Домбровського кар'єру нагрівали в муфельній печі з терморегулятором за температури 100, 150, 200, 250, 300 °С протягом 30 хв. Продукти нагрівання досліджували за допомогою рентгенівського аналізу.

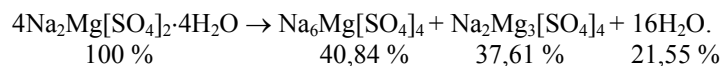
На дифрактограмі астраханіту, нагрітого до 100 °С, інтенсивність його рефлексів дещо зменшується, що свідчить про початок руйнування структури мінералу й виділення кристалізаційної води. З підвищенням температури до 200 °С відбувається повне руйнування структури астраханіту й перетворення його в клевеїт (рис. 1, 485/3).

На дифрактограмі проби 485/3 наявні тільки відбиття левеїту, нм: 1,04, 0,69, 0,62, 0,55, 0,54, 0,428, 0,404, 0,375, 0,345, 0,326, 0,316, 0,293, 0,286, 0,279, 0,270, 0,263 та ін. Процес руйнування астраханіту й утворення левеїту відбувається за таким рівнянням:



Нагрівання астраханіту до 250 °С призводить до руйнування кристалічної структури левеїту й утворення вантгофіту (див. рис. 1, 485/4). Його головні відбиття такі, нм: 0,380, 0,370, 0,315, 0,307, 0,290, 0,286, 0,283, 0,276, 0,253, 0,250 та ін. Крім вантгофіту, на дифрактограмі є слабкі відбиття погано окристалізованого продукту (1,6, 0,74, 0,51, 0,433 нм та ін.). Імовірно, це антивантгофіт  $\text{Na}_2\text{Mg}_3[\text{SO}_4]_4$ . Про його утворення внаслідок розпадання астраханіту в процесі нагрівання зазначав Л. Берг [1].

Перетворення астраханіту за температури 250 °С, вірогідно, відбувається за такою схемою:



Серед галогенних відкладів антивантгофіт поки що не відомий. Підвищення температури до 400 °С приводить до поліпшення кристалічної структури антивантгофіту (див. рис. 1, 485/6).

Отже, на підставі виконаних експериментальних досліджень можна зробити висновок, що на стадіях пізнього діагенезу–катагенезу за умов підвищеної температури від-



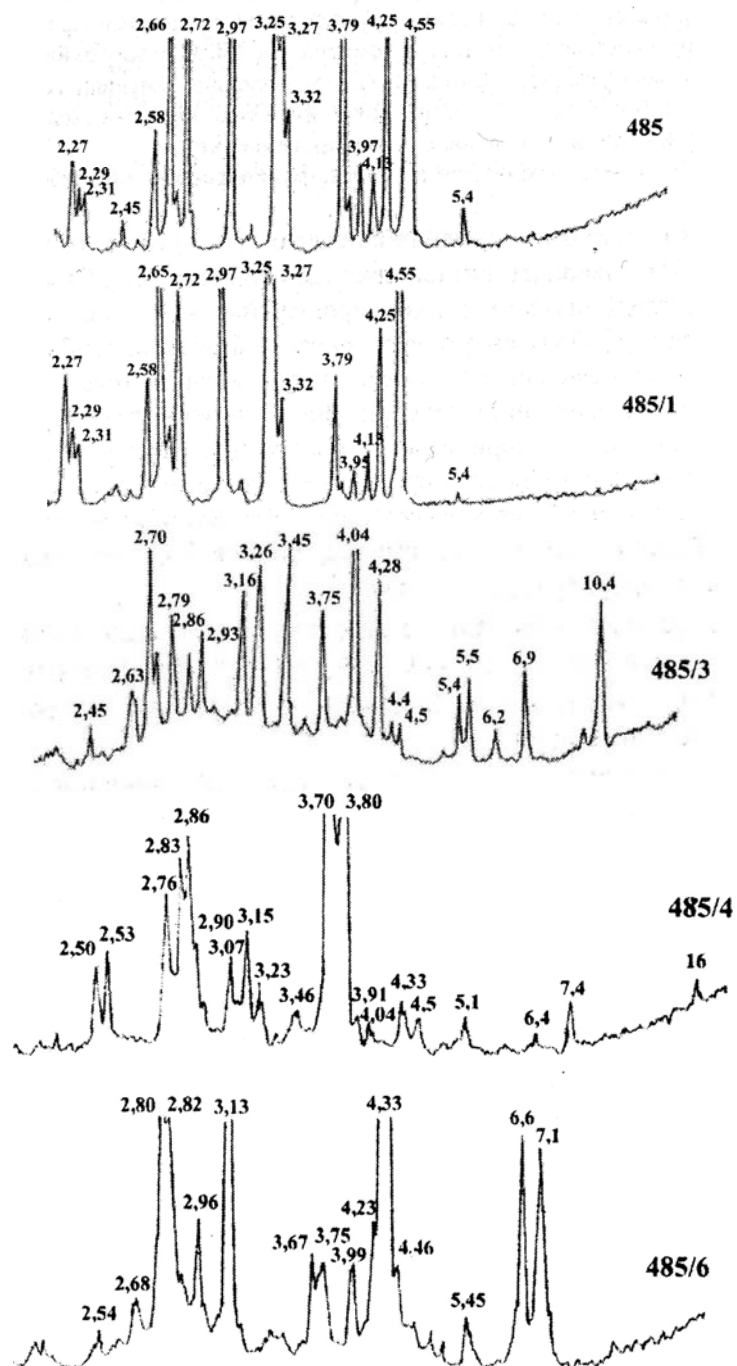


Рис. 1. Дифрактограми продуктів перетворення астраханіту (485) і продуктів його нагрівання до температури 100 (485/1), 200 (485/3), 250 (485/4) і 400 °С (485/6), Å.

бувається дегідратизація астраханіту. З продуктів його розпаду спочатку утворюється левеїт, а потім – вантгофіт. Цьому сприяє й підвищення тиску, за умов якого стабільніші мінерали з більшою густиною.

Значний інтерес з погляду генезису також становить кізерит із відкладів калійних солей Передкарпаття. В осадовій оболонці Землі відомо п'ять мінеральних видів водних сульфатів магнію: епсоміт (рейхардит)  $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ , гексагідрит (сакіїт)  $MgSO_4 \cdot 6H_2O$ , пентагідрит  $MgSO_4 \cdot 5H_2O$ , тетрагідрит  $MgSO_4 \cdot 4H_2O$  і кізерит  $MgSO_4 \cdot H_2O$ . У галогенних відкладах найбільше поширені епсоміт і кізерит. Епсоміт відомий у сучасних соляних озерах [5]. У родовищах калійних солей Передкарпаття він міститься, головню, у вигляді волокнистих прожилків потужністю 2–8 см у глинистій соленосній брекчії й у зоні звіт-рювання калійно-магнієвих солей.

Зі згущеної морської води епсоміт випадає в осад після галіту й супроводжує виділення калійних солей. За температури 25 °C замість епсоміту виділяється гексагідрит [5]. На підставі вивчення процесів кристалізації солей у сучасних соляних басейнах (Саки, Індер, Ельтон, Кара-Богаз-Гол) з'ясовано, що до останніх стадій згущення ропи кристалізується гексагідрит. Кізериту не виявлено ніде, незважаючи на те, що температура ропи досягала 40 °C [5]. За лабораторних умов кізерит кристалізується з водних розчинів за температури вище 65 °C [10]. М. Валяшко [5] помістив епсоміт і гексагідрит у нормальну стратиграфічну колонку океанічних соляних відкладів, а кізерит зачислив до продуктів їхньої післяседиментаційної зміни.

М. Коробцова на підставі мінералогічних і петрографічних досліджень соляних порід Передкарпаття дійшла висновку [7], що кізерит є первинним мінералом. Інший погляд на генезис кізериту висловила С. Ходькова [11]. На її думку, кізерит утворюється як на стадії раннього діагенезу з гексагідриту або епсоміту, так і на стадіях пізнього діагенезу й катагенезу.

Для з'ясування питання про умови утворення кізериту ми виконали експериментальні дослідження. Проби безбарвного волокнистого епсоміту зі Стебницького рудника нагрівали в муфельній печі з терморегулятором до температури 50, 100, 150 і 200 °C. Продукти нагрівання досліджували за допомогою рентгенівського аналізу [2].

На дифрактограмі епсоміту, нагрітого до 50 °C, наявні як відбиття епсоміту, так і новоутвореного гексагідриту (рис. 2). За температури 100 °C унаслідок зневоднення епсоміту й гексагідриту утворюються пентагідрит і тетрагідрит. На дифрактограмі епсоміту, нагрітого до 150 °C, є відбиття, які, вірогідно, належать триводному сульфату магнію, рентгенограма якого нам не відома, і двоводному сульфату магнію – зандериту. Унаслідок нагрівання епсоміту до 200 °C утворилися кізерит (0,483, 0,340, 0,284, 0,256 нм) і зандерит (0,443, 0,318, 0,314 нм). Подальше нагрівання епсоміту до 250 °C призводить до повного його зневоднення з утворенням  $MgSO_4$  [4].

Кізерит міститься в силвініті, каїнітовій і каїніт-лангбейнітовій породах у кількості від незначних домішок до 10–33 %. На денній поверхні він нестійкий: поглинає воду з атмосфери й перетворюється в гексагідрит.

Отже, на підставі аналізу літературних даних і виконаних експериментальних досліджень з'ясовано, що кізерит у соляних седиментаційних басейнах в осад не випадає, а утворюється з епсоміту (гексагідриту) унаслідок його дегідратації за умов підвищених значень температури й тиску на стадіях пізнього діагенезу й катагенезу.

Стосовно питання, чи могли бути такі порівняно високотемпературні (до 200 °C) умови в покладах калійних солей Передкарпаття, зазначимо таке. За даними В. Ковалевича [6], температура гомогенізації включень водних розчинів з кристаликом-в'язнем

сильвіну в крупнокристалічному перекристалізованому галіті Стебницького родовища коливається в межах 56–86 °С і в середньому становить 71 °С. Включення в кристалах перекристалізованого галіту з виділеного білого сильвініту зазнають гомогенізації за температури 100–120 °С. У деяких включеннях галіту зафіксовано тиск понад 100 атм, а в кристалах сильвіну в асоціації з лангбейнітом – навіть 240–280 атм.

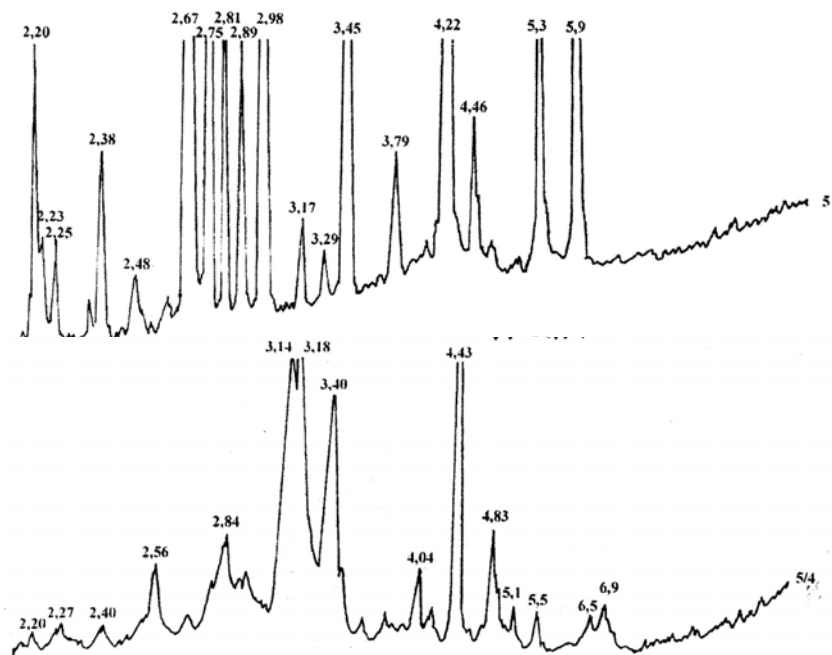


Рис. 2. Дифрактограми епсоміту за нормальних умов (5) і нагрітого до температури 200 °С (5/4), Å.

Доцільно також брати до уваги геологічний чинник, тобто вплив тривалості нагрівання кристалогідратів на їхні фазові перетворення. Зокрема, за даними О. Петриченка [9], час, необхідний для початку переходу седиментаційного гіпсу в басаніт (півгідрат), за температури 180–200 °С становить 10–15 с, за 100–105 – 10–15 хв, за 70–73 – 10–14 год, за 61–65 – 23 доби, а за 50–52 °С – 220–250 діб.

Нема сумніву в тому, що підвищені значення температури, які були в покладах калійних солей Передкарпаття під час формування тектонічних насувів і розломів, цілком достатні для фазового перетворення астраханіту в левеїт і вантгофіт, а епсоміту (гексагідриту) – у кізерит.

Виконані дослідження ще раз переконливо довели, що мінералогічний експеримент – це один із важливих методів генетичної мінералогії.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Берг Л. Г. Введение в термографию / Л. Г. Берг. – Москва : Наука, 1969. – 395 с.
2. Білоніжка П. Водні сульфати магнію та продукти їхнього перетворення / П. Білоніжка // Мінерал. зб. – 2002. – № 51, вип. 2. – С. 95–101.

3. Білоніжка П. Перетворення астраханіту в умовах підвищених температур / П. Білоніжка // Мінерал. зб. – 2002. – № 52, вип. 1. – С. 157–162.
4. Білоніжка П. Геохімічні закономірності формування родовищ калійних солей Передкарпаття / П. Білоніжка. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2017. – 228 с.
5. Валяшко М. Г. Астраханит в новосадке соляных озер / М. Г. Валяшко // Природа. – 1949. – № 1. – С. 64–67.
6. Ковалевич В. М. Физико-химические условия формирования солей Стебниковского калийного месторождения / В. М. Ковалевич. – Киев : Наук. думка, 1978. – 99 с.
7. Коробцова М. С. Минералогия калийных месторождений Восточного Прикарпатья / М. С. Коробцова // Вопросы минералогии осадочных образований. – 1955. – Кн. 2. – С. 3–137.
8. Нгуен Тат Чам. Первая находка вантгоффита в соляных отложениях Восточного Предкарпатья / Нгуен Тат Чам, В. В. Лобанова, В. А. Франк-Каменецкий // Зап. Всесоюз. минерал. об-ва. – 1973. – Ч. 102, вып. 2. – С. 192–193.
9. Петриченко О. И. Эпигенез эвапоритов / О. И. Петриченко. – Киев : Наук. думка, 1989. – 64 с.
10. Справочник экспериментальных данных по растворимости многокомпонентных водно-солевых систем / сост. А. Б. Здановский, Е. И. Ляховская, Р. Э. Шлеймович. – Ленинград : Госхимиздат, 1953. – Т. 1. – 672 с.
11. Ходькова С. В. Кизерит, каинит и галит Стебниковского месторождения / С. В. Ходькова // Геология и условия образования месторождений калийных солей. – Ленинград, 1972. – С. 54–69.

*Стаття: надійшла до редакції 02.11.2021  
прийнята до друку 24.11.2021*

## **Petro Bilonizhka**

*Ivan Franko National University of Lviv,  
4, Hrushevskoho St., Lviv, Ukraine, 79005,  
mineral@lnu.edu.ua*

### **GENESIS OF VANTHOFFITE, LOEWITE AND KIESERITE IN PRECARPATHIAN POTASSIUM SALT DEPOSITS ACCORDING TO EXPERIMENTAL RESEARCH**

The genesis of vanthoffite, loeweite and kieserite in the potassium salts deposits of Precarpathian region is characterized on the basis of mineralogical, geochemical and experimental studies.

Vanthoffite and loeweite are rare minerals. Vanthoffite associates with astrakhanite and loeweite. It is proved due to experimental studies that dehydration of astrakhanite occurs at the stages of late diagenesis–katagenesis under conditions of increasing temperature. From the products of its decomposition, loeweite is formed first, and then vanthoffite. This is facilitated by an increase of pressure, under which minerals with a higher density are more stable (the density of vanthoffite (2.69 g/cm<sup>3</sup>) is much higher than that of loeweite (2.37) and astrakhanite (2.32)).

Kieserite is found in sylvinite, kainite and kainite-langbeinite rocks in the amount of small impurities up to 10–33 %. It is unstable on the day surface: it absorbs water from the atmosphere

and transforms into hexahydrate. Experimental studies have shown that kieserite does not precipitate in salt sedimentary basins, but is formed from epsomite (hexahydrate) due to its dehydration under conditions of increasing temperature and pressure at the stages of late diagenesis and katagenesis.

Increasing temperature values (up to 200 °C), which existed in the potassium salts deposits of Precarpathian region during the thrust of the Skybova zone to the Precarpathian Foredeep Inner zone and the formation of folding in salt deposits, are sufficient for phase transformation of astrakhanite to loeweite and vanthoffite, and epsomite (hexahydrate) – to kieserite.

*Key words:* vanthoffite, loeweite, kieserite, experimental research, mineral transformation, genesis, potassium salts deposits, Precarpathian region.

---

## МІНЕРАЛОГІЧНІ НОТАТКИ

УДК 550.8:[553.98:551.781.3](477:292.452)

**Олександр Костюк**

*Львівський національний університет імені Івана Франка,  
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005,  
oleksandr.kostyuk@lnu.edu.ua*

### **ПІРИТ-КАРБОНАТНА АСОЦІАЦІЯ. ОЗНАКИ ПІСЛЯДІАГЕНЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПАЛЕОЦЕНОВИХ ФЛІШОВИХ ВІДКЛАДАХ СКИБОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ**

Досліджено взаємні проростання мінералів пірит-карбонатної ката-метагенетичної (післядіагенетичної) асоціації у флішових відкладах палеоцену Скибової зони Українських Карпат. Визначено, що периферійні частини відколів зерен піриту містять вкраплення й мікропрожилки карбонатів. Натомість карбонатні прожилки пронизують піритові зерна з утворенням мережі тонких проростань. Зроблено висновок, що така мінеральна асоціація могла сформуватися внаслідок післядіагенетичних перетворень у породах.

*Ключові слова:* пірит, карбонати, мінеральна асоціація, вторинні мінерали, діагенез, фліш, палеоцен, Українські Карпати.

DOI: <http://dx.doi.org/10.30970/min.71.05>

Відомо, що діагенетичне рудне мінералоутворення у відкладах флішової формації приурочене, головню, до відкладів нижньої крейди (спаська, шипотська світи) та олігоцену (менілітова світа), які найбільше збагачені органічною речовиною. Випадки такого рудоутворення у відкладах яремчанського горизонту (палеоцен) та манявської й бистрицької світ (еоцен), вочевидь, пов'язані з тектонічними особливостями території. Для Карпатського регіону загалом характерне вторинне рудне мінералоутворення стадії гіпогенного епігенезу, що розвивається в породах з вторинною пористістю, формування якої пов'язане з вилуговуванням агресивними термальними водами. Ми досліджували післядіагенетичні процеси, які відбуваються в осадових товщах палеоцену Скибової зони Українських Карпат, для виявлення зв'язку між процесами літо- й рудогенезу.

Мета статті – схарактеризувати ката-метагенетичну (післядіагенетичну) пірит-карбонатну мінеральну асоціацію й дослідити її роль у процесах рудогенезу.

Післядіагенетичне мінералоутворення ми досліджували на 31 ділянці з проявами мідної мінералізації, яка представлена такими морфогенетичними типами: вкраплення самородної міді в зонах дроблення в зелених аргілітах; вкраплення і прожилки халькопіриту, часто в асоціації з піритом і халькозином; малахітові примазки і зерна самород-

ної міді неправильної форми розміром 2–3 мм у свіжих відколах мідевмісних гравелітів; нальоти малахіту у прошарках зеленкуватих аргілітів і лінзоподібних виділеннях алевроліту (у червоних аргілітах), що приурочені до площин нашарування; нальоти, кірочки й тонкі прожилки малахіту в прошарках зім'ятих червоно-бурих аргілітів та в площинах дрібних тріщин у них; прожилки кальциту, у яких кальцит асоціює з піритом і малахітом. Виконано геологічні, петрографічні й мінералогічні (пірит, карбонат, кварц, серицит) дослідження.

Результати наших попередників і виконані нами раніше літолого-стадіальні й мінералого-геохімічні дослідження [1–9] дали змогу визначити різні ступені перетворення відкладів палеоцену на прикладі пісковиків яремчанського горизонту Скибової зони й виділити характерні мінеральні типи цементу: для діагенезу – глинистий, глинисто-карбонатний; для катагенезу – карбонатний (кальцит, доломіт), вуглистий, глинисто-кременистий; для метагенезу – карбонатний (доломіт, анкерит), кварцовий, слюдисто-кварцовий. На підставі виконаних досліджень ми виділили прогресивний літогенез (100–175 °C), який охоплює процеси ката- й метагенезу, і регресивний літогенез (до 100 °C), коли відбувалися процеси гіпергенезу, ускладнені низькотемпературними гідротермальними проявами. Під час перетворень осадових порід температурний режим і значення рН та Eh середовища постійно змінювались.

На досліджених ділянках (відслоненнях) палеоценових відкладів запропоновано виділяти за генезисом такі рудні мінеральні асоціації: 1) МА зони гіпергенезу; 2) осадово-діагенетичну пірит-хризолокову; 3) ката- й метагенетичну (або післядіагенетичну) пірит-карбонатну; 4) гідротермально-осадову (низькотемпературну) халькопірит-борніт-малахітову.

Ката-метагенетична (післядіагенетична) мінеральна асоціація представлена піритом, карбонатом, кварцом і серицитом. Мінерали утворюють прожилкові вкраплення й повнюють цемент у породі.

У зонах сильної тріщинуватості й брекчіювання порід *пірит* міститься в основній масі піщаних брекчій. Прожилки піриту завтовшки 0,01–0,20 мм трапляються як поздовж, так і навхрест нашарування породи. Найбільшу кількість піритових прожилків ми виявили у гравелітах і різнозернистих слабко відсортованих пісковиках на ділянці Підбуж-Яремчанська, де в зоні розлому відслонені зеленкувато-сірі глини потужністю 35 см зі скупченнями піриту розміром до 1,5 см.

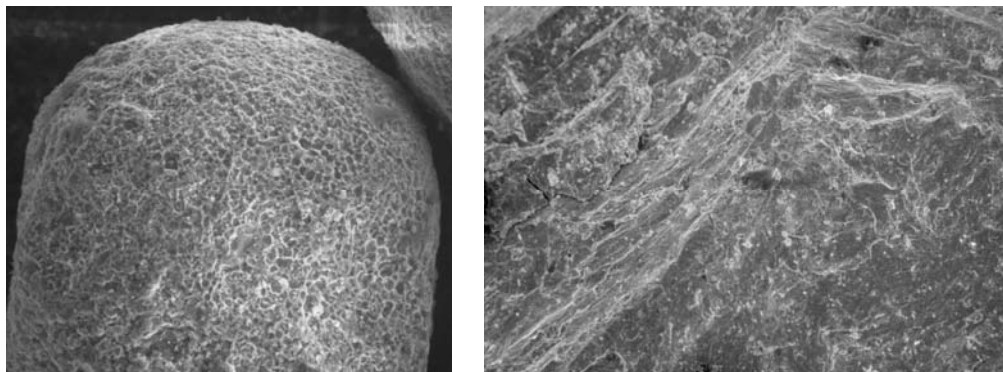
Колір мінералу блідо-жовтий, твердість становить 6,0–6,5. Окремі зерна заміщені гідроксидами заліза.

Пізніші зерна піриту часто асоціюють з карбонатами, утворюючи з ними тісні проростання. Периферійна частина відколів зерен піриту містить вкраплення і мікропрожилки карбонатів. Ці прожилки безладно пронизують піритові зерна й утворюють сітчасті проростання (див. рисунок). Інколи пірит трапляється в основній масі піщаних брекчій. У таких місцях співвідношення основної маси брекчій (піриту) і ксенолітів вмісної породи часто становить ~1:1.

**Карбонат** у зонах брекчіювання й інтенсивної тріщинуватості розвивається по піриту у вигляді тонких прожилків або мережі тонких просічок. У шліфах мінерал діагностовано за перламутровими кольорами інтерференції.

**Серицит** утворює тонкозернисті дрібнолускоподібні агрегати, подекуди формує примазки на поверхні зерен піриту, трапляється в асоціації з кварцом і карбонатом. Це вторинний мінерал, який розвинувся по глауконіту.

**Кварц** наявний у вигляді поодиноких зерен неправильної форми в асоціації з карбонатом. У шліфах під мікроскопом мінерал безбарвний, чистий, з дуже низьким рельєфом і показником заломлення, не набагато більшим, ніж у канадського бальзаму – 1,55, зі звичними для кварцу білими кольорами інтерференції, проте незвично різким хвилястим загасанням, яке нагадує халцедонове.



*а* *б*  
Проростання карбонатів (біле) у зернах піриту (сіре) на ділянці  
р. Прутець-Чимигівський (розмір зерен – 2–3 мм):  
*а* – поверхня зерна піриту, × 50; *б* – внутрішня частина зерна піриту, × 200.

Це свідчить про халцедонову природу кварцу, який розвинувся по халцедону під час його перекристалізації (на відміну від хвилястого загасання уламкового кварцу, у якого воно має накладений, вторинний характер). Кварц у породі утворює цемент заповнення пор: він виповнює центральні частини пор, які по периферії вистелені халцедоном.

Отже, виконані мінералого-петрографічні дослідження засвідчили, що теригенні утворення палеоцену Скибової зони Українських Карпат зазнали вторинних перетворень. Яскравим доказом цього є пірит-карбонатна асоціація, яка відіграла свою роль у послідовності формування епігенетичної мінералізації в палеоценових відкладах. Пірит представлений зернами, що пронизані тонкими катагенетичними прожилками карбонату, іноді – мережею тонких просічок, виповнених карбонатом. На поверхні зерен піриту подекуди наявні примазки серициту, який сформувався по глауконіту. У незакономірних зростках з піритом трапляється кварц, який розвинувся по халцедону під час його перекристалізації.

#### СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Афанасьєва И. М.* Литогенез и геохимия флишевой формации северного склона Советских Карпат / И. М. Афанасьєва. – Киев : Наук. думка, 1983. – 183 с.
2. *Деревська К.* Післяседиментаційні перетворення крейдово-палеогенових відкладів Флішових Карпат / К. Деревська, І. Бубняк, А. Суботін // Мінерал. зб. – 2009. – № 59, вип. 4. – С. 95–104.
3. *Костюк А. В.* О последовательности минералообразования в отложениях яремчанского горизонта Скибовой зоны Карпат / А. В. Костюк // Геологические науки – 2014 : всерос. науч.-практ. конф. : материалы. – Саратов : ЕАГО, 2014. – С. 72–73.



4. *Костюк А. В.* Особенности постседиментационного минералообразования в породах палеоцена (Скибовая зона Карпат) / А. В. Костюк, Е. И. Деревская // Проблемы и перспективы современной минералогии : минерал. семинар с междунар. участием (Юшкинские чтения-2014) : сб. тезисов. – Сыктывкар : Геопринт, 2014. – С. 117–118.
5. *Костюк О.* Про вторинне рудне мінералоутворення у флішових відкладах Українських Карпат // О. Костюк // Проблеми геології фанерозою України : 11 Всеукр. наук. конф. : матеріали. – Львів : ЛНУ ім. Івана Франка, 2020. – С. 46–49.
6. *Костюк О. В.* Мінералого-генетична характеристика мідної мінералізації Скибових Карпат / О. В. Костюк // Розвиток наукової думки. – 2008. – Т. 3. – С. 4–18.
7. *Костюк О. В.* Про формування сульфідів у мідистих відкладах Скибових Карпат // О. В. Костюк // Вісн. Львів ун-ту. Сер. геол. – 2014. – Вип. 18. – С. 154–163.
8. *Костюк О. В.* До проблеми мідного зруденіння верхньокрейдово-палеогенових товщ Скибових Карпат / О. В. Костюк, Л. В. Генералова, М. І. Богданова // Геол.-мінерал. вісн. – 2008. – № 1 (19). – С. 62–69.
9. *Шумлянський В. О.* Літогенез і гіпогенне рудоутворення в осадових товщах України / В. О. Шумлянський, К. І. Деревська, Г. В. Дудар. – К. : Знання України, 2003. – 300 с.

*Стаття: надійшла до редакції 28.10.2021  
прийнята до друку 24.11.2021*

## **Oleksandr Kostyuk**

*Ivan Franko National University of Lviv,  
4, Hrushevskoho St., Lviv, Ukraine, 79005,  
oleksandr.kostyuk@lnu.edu.ua*

### **PYRITE-CARBONATE MINERAL ASSOCIATION. SIGNS OF POST-DIAGENETIC PROCESSES IN PALAEOCENE FLYSCH DEPOSITS (SKYBOVA ZONE, UKRAINIAN CARPATHIANS)**

We studied post-diagenetic processes occurring in the Palaeocene sedimentary strata of the Skybova zone (Ukrainian Carpathians) to identify the relationship between the processes of litho- and ore-genesis. Our goal is to characterize the cata-metagenetic (post-diagenetic) pyrite-carbonate mineral association and to investigate its role in the processes of ore genesis. Geological, petrographic and mineralogical (pyrite, carbonate, quartz, sericite) studies of Palaeocene sediments have been performed.

The results of our previous lithological-stage and mineralogical-geochemical studies made it possible to determine different degrees of transformation of Palaeocene sediments on the example of the Yaremchanskyi horizon sandstones (Skybova zone). We distinguished progressive lithogenesis (100–175 °C), which covers the processes of catagenesis and metagenesis, and regressive lithogenesis (up to 100 °C), when hypergenesis processes complicated by low-temperature hydrothermal manifestations took place.

The following mineral associations have been distinguished: sedimentary-diagenetic pyrite-chrysocolla, cata- and metagenetic (or post-diagenetic) pyrite-carbonate and hydrothermal-sedimentary (low-temperature) chalcopyrite-bornite-malachite.

The object of our research – post-diagenetic mineral association – is pyrite, carbonate, quartz and sericite. Minerals form streaky impregnations and fill the cement in the rock.

Late pyrite grains often associate with carbonates, forming close intergrowths with them. Peripheral parts of pyrite grains contain impregnations and microveinlets of carbonates. Instead, carbonate veinlets penetrate the pyrite grains to form a network of fine intergrowths.

Sericite, which has been developed on glauconite, forms fine-grained flaky aggregates, sometimes forms gouges on the surface of pyrite grains and occurs in association with quartz and carbonate. Quartz evolved on chalcedony during its recrystallization, as evidenced by the unusually sharp wavy extinction (in the sections under the microscope), which resembles chalcedony.

Undoubtedly, the pyrite-carbonate association played an important role in the sequence of epigenetic mineralization formation in the Palaeocene sediments of the Skybova zone in the Ukrainian Carpathians.

*Key words:* pyrite, carbonates, mineral association, secondary minerals, diagenesis, flysch, Palaeocene, Ukrainian Carpathians.

---

## ХРОНІКА

### ЧЛЕН-КОРЕСПОНДЕНТ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ ІГОР НАУМКО – ЛІДЕР ЛЬВІВСЬКОЇ ТЕРМОБАРОГЕОХІМІЧНОЇ ШКОЛИ (ДО 70-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ)

Десятого червня 2021 р. виповнилося 70 років Ігорю Михайловичу Наумку – знаному українському вченому-мінералогу й геохіміку, члену-кореспонденту НАН України, доктору геологічних наук, професору, багатолітньому завідувачеві відділу глибинних флюїдів Інституту геології і геохімії горючих копалин (ІГГГК) НАН України, лідеру всесвітньовідомої наукової термобарогеохімічної (мінералофлюїдологічної, як любить її називати ювіляр) школи професорів Миколи Єрмакова й Володимира Калюжного.

Народився Ігор Наумко 10 червня 1951 р. у с. Зубів Міст Кам'янка-Бузького р-ну Львівської обл. в учительській родині Михайла Йосиповича й Ганни Михайлівни Наумків. Після відкриття Львівсько-Волинського кам'яновугільного басейну батьки переїхали на Забужчину, тому Ігоря якийсь час виховували бабуся й дідусь у с. Велика Грушка біля Кам'янки-Бузької. Восьмирічну школу він закінчив у с. Корчів Забузького (нині Сокальського) р-ну, а середню освіту здобув (із золотою медаллю) у м. Белз – славній князівській і воєводській столиці. Малою батьківщиною Ігоря стали мальовничі береги Солокії.

Протягом 1968–1973 рр. І. Наумко навчався на геологічному факультеті Львівського державного університету (ЛДУ) імені Івана Франка, на який поступив за порадою брата мами – відомого геолога-мінералога М. Куровця, випускника геологічного факультету ЛДУ, багаторічного проректора Івано-Франківського інституту нафти і газу (нині Івано-Франківський національний університет нафти і газу). Навчання Ігор удало поєднував з активною науковою діяльністю в мінералогічному гуртку, у 1973 р. брав участь у все-союзному конкурсі студентських наукових робіт. Дипломну роботу на тему “Мінералогія и условия формирования Прасоловского рудопоявления золота (Курильские острова)”, виконану під керівництвом тодішньої завідувачки кафедри мінералогії А. Ясинської, захистив на “відмінно” й отримав диплом з відзнакою з присвоєнням кваліфікації інженера-геолога за спеціальністю *геохімія*.

Після закінчення університету протягом 1973–1975 рр. І. Наумко перебував на військовій службі – був начальником радіометричної й хімічної лабораторії та командиром взводу технічного забезпечення окремого армійського батальйону хімічного захисту.

З 1975 р. діяльність Ігоря Михайловича пов'язана з ІГГГК НАН України, у якому він пройшов шлях від інженера, молодшого і старшого наукового співробітника до завідувача відділу геохімії глибинних флюїдів, протягом 1987–1992 рр. був ученим секретарем, 1992–1998 – заступником директора з наукової роботи, 1996–1997 – в. о. директора Інституту. У 1980 р. І. Наумко закінчив навчання в аспірантурі під керівництвом професора В. Калюжного, а 1987 р. успішно захистив кандидатську дисертацію на тему “Условия формирования камнесамоцветной и редкометальной минерализации в гранитных пегматитах Украинского щита (по данным исследования флюидных включений в минералах)”. У 1996 р. йому присвоєно вчене звання старшого наукового співробітни-

ка за спеціальністю *геохімія*. У 2006 р. І. Наумко захистив докторську дисертацію на тему “Флюїдний режим мінералогенезу породно-рудних комплексів України (за включеннями у мінералах типових парагенезисів)””; у 2021 р. йому присвоєно вчене звання професора за спеціальністю 103 – “Науки про Землю” і обрано членом-кореспондентом НАН України за спеціальністю *геохімія*.



Ігор Наумко (у центрі) серед співробітників відділу геохімії глибинних флюїдів ІГГГК НАН України, 2001.

Наукові розробки Ігоря Михайловича надзвичайно багатогранні. Вони охоплюють широкий спектр фундаментальних і прикладних питань геохімії флюїдного середовища мінералонафтидогенезу в різних геофлюїдодинамічних палеоситуаціях літосфери. Учений працює в рамках таких наукових напрямів, як “Термобарометрія і геохімія газів прожилково-вкрапленої мінералізації у відкладах нафтогазоносних областей і металогенічних провінцій” і “Надра Землі – природний фізико-хімічний реактор”. Визначено геохімічні й термобарометричні параметри флюїдного середовища кристалізації мінералів, реконструйовано фізико-хімічну природу, просторово-часову послідовність прояву й мінливість параметричних характеристик флюїдів. Підсумком наукових розробок І. Наумка стала термобарогеохімічна модель глибинного мінералофлюїдогенезу – модель еволюції глибинних флюїдів (за включеннями в мінералах) у літосфері, у рамках якої з’ясовано основні чинники міграції, трансформації, диференціації й акумуляції флюїдів і розкрито фізико-хімічну природу й просторово-часову послідовність їхнього прояву в різних геофлюїдодинамічних палеоситуаціях.

Разом з В. Калюжним, О. Винар і О. Матвієнком Ігор Михайлович досліджував *PT*-умови і склад мінералоутворювальних флюїдів післямагматичних утворень, генетично і просторово пов’язаних з гранітоїдами Українського щита, передусім, гранітних пегматитів і метасоматично змінених гранітів у зв’язку з формуванням коштовнокам’яної, п’езооптичної й рідкіснометалевої мінералізації. У співпраці з М. Братусем з’ясовано

генетичну спрямованість і фізико-хімічні умови метасоматозу родовищ золота клинцівського типу на УЩ. Разом з З. Ковалишином визначено мінералого-генетичні особливості кварцово-жильних рудопроявів зон тектономагматичної активізації в пізньому протерозої (Український щит) і неогені (Закарпаття).



Доповідь І. Наумка “Академік Євген Лазаренко і розвиток мінералофлюїдології в Україні” на Сьомих наукових читаннях імені академіка Євгена Лазаренка, 2012.

Завдяки дослідженням, проведеним разом з І. Зінчуком, виявлено двофазову рівновагу флюїдів, зумовлену їхнім нерівноважним станом в ослаблених зонах за температури близько 200 °С (що забезпечувало максимальну збереженість вуглеводнів у земній корі незалежно від їхнього генезису) і значний вміст насичених вуглеводнів (метан, етан, пропан), з якими паралелізують високі відносні значення водо- й газонасиченості.

У співпраці з Й. Своренем на концептуальних засадах абіогенно-біогенного дуалізму створено нову теорію генезису й синтезу природних вуглеводнів, згідно з якою велетенські й надвелетенські родовища нафти і газу утворилися з неорганічних та органічних вуглеводневмісних сполук за жорстких фізичних, фізико-хімічних і геологічних умов земної кори.

Отримані І. Наумком фундаментальні результати сприяють відтворенню умов флюїдонасиченості надр і формування родовищ корисних копалин різної генези, вирішенню таких важливих питань, як глибинна дегазація і флюїдний режим літосфери (тектоносфери), джерела й геохімічна спеціалізація флюїдів у земній корі та походження природних вуглеводнів, динаміка мінералогенезу й умови просторово-часової локалізації корисних копалин. У цьому аспекті вперше акцентовано на можливостях термобарогеохімії як фундаментальної науки про включення в мінералах для реконструкції флюїдного середовища мінералонафтидогенезу в надрах Землі й доведено, що у включеннях у мінералах реально відображені процеси синтезу й генезису природних вуглеводнів, міграції вуглеводневих флюїдів та їхньої локалізації в родовищах нафти й газу.



Учасники Восьмих наукових читань імені Євгена Лазаренка на Верецькому перевалі Карпат, 2014. Зліва направо: І. Наумко, О. Матковський, Є. Сливко, М. Павлунь, П. Білоніжка.



І. Наумко (ліворуч) та О. Матковський – учасники чергової сесії Наукового товариства імені Шевченка, 2016.

Масштабні результати досліджень І. Наумка висвітлені в численних наукових звітах і сотнях публікацій. Він автор і співавтор понад 530 наукових праць, серед яких 10 монографій: “Мінералоутворюючі флюїди постмагматичних утворень гранітоїдів Українського щита” (1987), “Розвиток науки в західних областях Української РСР за роки Радянської влади. 1939–1989” (1990), “Флюїдний режим мінералоутворення в літосфері (в зв’язку з прогнозуванням корисних копалин)” (1994), “Карпатська нафтогазоносна провінція” (2004), “Мінерали Українських Карпат. Силікати” (2011), “Комплексне

освоєння газовугільних родовищ України на основі потокових технологій буріння свердловин” (2013), “Нетрадиційні джерела вуглеводнів України. Кн. 7. Метан вугільних родовищ, газогідрати, імпактні структури і накладені западини Українського щита” (2013), “Мінерали Українських Карпат. Процеси мінералоутворення” (2014), “Нетрадиційні джерела вуглеводнів України. Кн. 1. Нетрадиційні джерела вуглеводнів: огляд проблеми” (2014), “Термобарогеохімія в Україні” (2021), а також шість довідково-бібліографічних видань і низка методичних розробок.



І. Наумко (у центрі) серед учасників Дев'ятого з'їзду УМТ, 2017.

Значимою є науково-організаторська діяльність І. Наумка. Багато років він віддав праці в адміністрації ІГГК НАН України на посадах ученого секретаря, заступника директора з наукової роботи і в. о. директора Інституту. У різні роки був членом спеціалізованих учених рад ІГГК НАН України (заступник голови), ЛНУ імені Івана Франка, ДУ “Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України”. Ігор Михайлович – член редколегій періодичних наукових видань “Геологія і геохімія горючих копалин” (заступник головного редактора), “Мінералогічний журнал (Mineralogical Journal)”, “Мінералогічний збірник”, “Праці наукового товариства імені Шевченка. Геологічний збірник”, “Геодинаміка”, секції геології, геофізики та географії (секції раціонального природокористування) Комітету з Державних премій України в галузі науки і техніки (Національної премії імені Бориса Патона), дійсний член Наукового товариства імені Шевченка, Всесоюзного й Українського мінералогічних товариств, ВГО “Спілка геологів України”.

Ігор Наумко працював і на педагогічній ниві. Протягом 1993–1995, 2008–2010 і 2013–2015 рр. був головою Державної екзаменаційної комісії з захисту дипломних робіт і проєктів випускниками геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка, 1996–1997 – очолював філію кафедр мінералогії та загальної геології на базі ІГГК НАН України, керував переддипломними й виробничими практиками студентів, був консультантом

стажування викладачів університету. На посаді доцента кафедри фізики Землі ЛНУ імені Івана Франка (2000) розробив навчальні програми для спецкурсів “Флюїди в земній корі”, “Мінералогія і геохімія геосфер Землі як планети”, “Космічна геологія і мінералогія”, “Основи гемології” (для бакалаврів та для спеціалістів і магістрів). Три аспіранти Ігоря Михайловича захистили кандидатські дисертації.

Наукові здобутки вченого позитивно оцінено в періодичних виданнях “Мінералогічний журнал (Mineralogical Journal)”, “Геологічний журнал”, “Мінералогічний збірник”, “Инновационный дайджест” та ін. Ігоря Михайловича відзначено відомчими нагородами, серед яких Почесні грамоти Президії НАН України (2001) і Центрального комітету профспілки працівників НАН України (2011), медаль В. І. Лучицького (2001), Срібний нагрудний знак ВГО “Спілка геологів України” (2006), грамоти ІГГГК НАН України (2011, 2021), медаль імені С. К. Лазаренка “За внесок у мінералогію” (2017), ювілейна Почесна грамота на честь 100-річчя НАН України (2018), грамота Львівської обласної ради (2019), відзнака НАН України “За підготовку наукової зміни” (2021).

Ігор Наумко – прекрасний сім’янин. Разом з дружиною Ганною Михайлівною, педагогом, вони виховали двох чудових дітей: сина Олега – програміста й доньку Олесю – теж педагога. Ігоря Михайловича вирізняє любов до рідного краю й села, у якому зростає і мужнів, пам’ять про батьків, повага до сусідів, односельців, однокласників і однокурсників.

Ювіляр зустрічає своє 70-річчя сповнений фізичних і духовних сил, творчих задумів. Знаний учений, здібний організатор наукової роботи, він творчо розвиває всевітньовідому наукову школу свого вчителя, професора Володимира Антоновича Калюжного. І. Наумко здобув заслужений авторитет і повагу серед широкого кола геологів та наукової спільноти України.

Колектив геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка щиро вітає Ігоря Михайловича Наумка зі славним ювілеєм. Зичимо доброго здоров’я й довголіття в достатку й любові рідних і близьких, у повазі друзів і колег, здійснення творчих задумів і досягнення нових наукових здобутків в ім’я майбутнього української науки.

*Орест Матковський, Микола Павлунь,  
Леонід Скакун, Євгенія Сливко*



---

## ВТРАТИ НАУКИ

### СВІТЛОЇ ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРА ВОЛОДИМИРА КОВАЛЕВИЧА

Вісімнадцятого квітня 2021 р. з болем у серці науково-освітня Україна сприйняла прикру звістку: на 81-му році життя відійшов у засвіти Володимир Михайлович Ковалевич – відомий український учений у галузі геохімії, літології, мінералогії, доктор геолого-мінералогічних наук, професор, головний науковий співробітник відділу геохімії осадових товщ нафтогазоносних провінцій Інституту геології і геохімії горючих копалин (ІГГК) НАН України.

Народився Володимир Ковалевич 5 січня 1941 р. на Івано-Франківщині – у гірсько-му карпатському селі Верхній Струтинь нині Рожнятівського р-ну. Бажання вчитися завжди шанували в родині Ковалевичів. І ось Володимир – студент геологічного факультету Львівського державного університету імені Івана Франка (1957–1962).

Після закінчення навчання він працював техніком-геологом Мужієвської ГРП Закарпатської ГРЕ та інженером-геологом Моршинської ГРП Львівської ГРЕ, потім служив в армії.

З 1966 р. розпочалася трудова діяльність Володимира Михайловича в ІГГК НАН України, де він пройшов шлях від аспіранта до доктора геолого-мінералогічних наук, професора, від інженера до головного наукового співробітника. В Інституті В. Ковалевич почав освоювати методи термобарогеохімії – науки про включення в мінералах, досліджував фізико-хімічні умови утворення метасоматичних і магматичних порід. Уже тоді львівська термобарогеохімічна школа активно розвивалася, і Володимир Михайлович у своїх дослідженнях спирався на досвід і праці попередників та колег, передусім М. Єрмакова й В. Калюжного.

Під час навчання в аспірантурі (1972–1975) В. Ковалевич розпочав вивчення геохімічних закономірностей і фізико-хімічних умов утворення евапоритів. Саме тоді у відділі соляних структур нафтогазоносних областей, очолюваному чл.-кор. АН УРСР В. Кітиком, зародилася довголітня дружба і творча співпраця Володимира Ковалевича з Олегом Петриченком, що в підсумку привело до створення всесвітньовідомої наукової школи термобарогеохімії евапоритів. Разом учені довели придатність соляних мінералів (легкорозчинних, з низькою твердістю і часто – з досконалою спайністю) для термобарогеохімічних досліджень. У цій галузі В. Ковалевич удосконалив методи вивчення мінералів галогенних порід і запропонував нові методичні підходи. Зокрема, за результати дослідження включень у синтетичних кристалах галіту науковець підтвердив достовірність методу термометрії під час вивчення природних солей (стосовно чого тоді активно дискутували), розробив оригінальний метод визначення тиску в газиво-рідких включеннях у мінералах, для чого сконструював спеціальну барокамеру.

Володіння сучасними геохімічними, літологічними методами й унікальним методом ультрамікрохімічного аналізу розсолів-солянок індивідуальних включень дало змогу В. Ковалевичу отримати новий фактичний матеріал про умови формування міоценових евапоритів Передкарпатського прогину. Матеріали досліджень підсумовано в кандидатській дисертації “Некоторые геохимические особенности и физико-химические условия формирования воротыщенской соленосной формации Предкарпатья” (1976) і моногра-

фії “Физико-химические условия формирования солей Стебникского калийного месторождения” (1978).

Згодом відділ соляних структур нафтогазоносних областей перейменували у відділ геохімії осадових товщ нафтогазоносних провінцій. У 1984 р. його очолив О. Петриченко, навколо якого згуртувалися досвідчені науковці, і Володимир Михайлович став незмінним учасником численних спільних досліджень. Нові оригінальні методи вивчення мінералів евапоритів дали змогу отримати нові фактичні дані стосовно різновікових евапоритових формацій України: неогенових – Карпатського регіону, юрських – Переддобруджі, девонських і пермських – Дніпровсько-Донецької западини. Цей матеріал став приводом для роздумів, передусім, щодо хімічного складу материнських розсолів відповідних солеродних басейнів.



Володимир Ковалевич (другий праворуч) серед учасників останнього всесоюзного семінару з термобарогеохімії, Інститут геохімії і фізики мінералів АН УРСР, Київ, 1990.

Дослідження включень у мінералах евапоритів ставали щораз популярніші, і в Інститут для вивчення почали надсилати взірці і проби солей з галогенних формацій різних регіонів колишнього СРСР. Завдяки активним міжнародним контактам кам'яний матеріал збирали й у зарубіжних геологічних експедиціях і поїздках. Наслідком плідної творчої співпраці з геологами Польщі, Росії, Румунії, Словаччини, Австрії, Китаю стала колекція взірців солей з більшості відомих галогенних формацій світу. Це сприяло створенню величезної бази даних, узагальнення яких дало змогу виявити закономірності процесу галогенезу й визначити вікові зміни хімічного складу розсолів-солянок морських евапоритових басейнів у неопротерозої й фанерозої.

Зокрема, В. Ковалевич та О. Петриченко з'ясували, що хімічний склад розсолів цих басейнів періодично змінювався від хлоридного (хлор-кальцієвого) до сульфатного, близького за складом до сучасної океанічної води, згущеної до відповідної стадії. На підставі даних про хімічний склад розсолів-солянок первинних включень у галіті морських евапоритових формацій неопротерозою–фанерозою Володимир Михайлович

уперше запропонував узагальнену кількісну модель хімічної еволюції вод Світового океану протягом останніх 600 млн років. Згідно з цією моделлю, вікові зміни хімічного складу океанічної води корелюють з віковим розподілом збагачених органічною речовиною відкладів і, відповідно, з розподілом таких корисних копалин, як калійні солі й мінеральні води певного складу, самородна сірка, фосфорити, поклади нафти і газу.



Володимир Ковалевич (перший праворуч у другому ряду) серед провідних науковців ІГГК НАН України, 1994.

Ці наукові здобутки стали основою докторської дисертації вченого “Еволюція морського галогенеза і хімічного складу вод Мирового океану в фанерозое”, яку В. Ковалевич захистив в Інституті геологічних наук АН УРСР (1990), монографії “Галогенез і хімічний склад океану в фанерозое” (1990) і численних наукових статей. Фундаментальні праці науковця, присвячені реконструкції хімічного складу океанічної води у фанерозої за даними дослідження флюїдних включень у галіті морських евапоритових формацій, відповідають найвищому рівню світової науки і сприяють вирішенню важливої наукової й прикладної проблеми – еволюції складу океанічної води.

За даними дослідження флюїдних включень у галіті покривних евапоритових товщ Володимир Михайлович разом з колегами розробив метод локального прогнозування покладів вуглеводнів у підстильних відкладах. Останніми роками підтверджено його наукове передбачення про кореляцію складу аутигенних глинистих мінералів евапоритових відкладів з віковими змінами складу океанічної води.

У 2007 р. В. Ковалевичу присвоєно вчене звання професора. Він був відповідальним виконавцем бюджетних тем, учасником геохімічних досліджень евапоритів Центральної й Західної Європи у співпраці з науковцями Польщі, Росії, Словаччини, Швейцарії, Нідерландів, Німеччини, Іспанії, США. Зарубіжний науковий світ визнав високий науковий і фаховий рівень В. Ковалевича, про що свідчать численні публікації в престижних іноземних виданнях та участь у міжнародних наукових форумах.

У Володимира Михайловича завжди було багато нових ідей і творчих планів. Він щедро ділився ними зі своїми учнями, які охоче прислухалися до його консультацій, доброзичливих і слухних порад. За його наукового керівництва захищено чотири кандидатські дисертації.



Володимир Ковалевич (стоїть четвертий праворуч) серед співробітників відділу геохімії осадових товщ нафтогазоносних провінцій ІГГК НАН України, 2001.

У науковому доробку вченого – три монографії, понад 150 наукових статей у фахових українських та міжнародних журналах і збірниках, виступи з доповідями на численних міжнародних конференціях.

В. Ковалевич провадив активну науково-організаційну діяльність. Він був членом ученої ради Інституту і двох спеціалізованих рад з захисту дисертацій, неодноразовим головою Державної екзаменаційної комісії геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка, офіційним опонентом численних дисертаційних робіт, захищених в Україні й Польщі, заступником голови оргкомітету міжнародної конференції з проблем дослідження евапоритів (ІГГК НАН України, 1999), членом редколегії журналу “Геологія і геохімія горючих копалин”.

Володимир Михайлович був енергійною, працелюбною і творчою людиною, сповна відданою геології, яка для нього була всім – і роботою, і улюбленою справою. Водночас був майстром на всі руки: із задоволенням ремонтував механізми – центрифуги, мікроскопи, годинники тощо. Любив і відчував красу природи й у карпатських краєвидах рідного села, і у звивистих рисунках дисгармонійної складчастості соляних товщ.

Палкий патріот України, до політичної ситуації Володимир Михайлович підходив аналітично й принципово, з чіткою патріотично-громадянською позицією. Чого тільки

вартує той факт, що він був серед засновників в Інституті осередку Народного руху України за перебудову.

Володимир Михайлович був науковцем, який поєднував у собі глибоку ерудицію й високі моральні якості. Простий у спілкуванні, завжди готовий порадити й допомогти, інтелігентний, скромний, коректний, виважений, з тонким почуттям гумору – він створював довкола себе атмосферу доброзичливості й щирості.

Відомий учений, талановитий педагог, патріот і громадянин, оптиміст, доброзичлива й чуйна людина, непересічна особистість – таким ми знали Володимира Михайловича Ковалевича. Таким він і залишиться в нашій пам'яті.

*Орест Матковський, Ігор Наулко, Микола Павлунь, Євгенія Сливко,  
Андрій Побережський, Сергій Вовнюк, Анатолій Галамай,  
Софія Гринів, Дарія Сидор, редколегія “Мінералогічного збірника”*

## ПАМ'ЯТІ ГЕРМАНА МИХАЙЛОВИЧА ЯЦЕНКА

Двадцять п'ятого вересня 2021 р. не стало Германа Михайловича Яценка, відомого українського геолога-докембрриста, доктора геолого-мінералогічних наук, професора кафедри геології корисних копалин та геофізики Львівського національного університету імені Івана Франка... Відійшов у вічність знаний фахівець у галузі формаційного аналізу й металогенії докембрію, фундатор нового наукового напрямку на геологічному факультеті – флюїдизатно-експлозивного породо- й рудоутворення і просто хороша й добра людина.



Народився Герман Яценко 14 червня 1935 р. у Харкові; його мама працювала ветеринарним лікарем, а батько – інженером на шкіряному заводі. Серед предків родини були донські козаки, селяни й московські міщани. Під час Другої світової війни батько Германа воював на фронті, а хлопчика з мамою евакуювали в с. Соснівка Саратовської обл., де 1942 р. він пішов до школи. У 1944 р. маму скерували на роботу за фахом до Львова, а 1945 р. до міста переїхала вся родина, і середню освіту Герман отримав уже у Львові.

Хлопчик мріяв стати моряком, проте доля розпорядилася інакше. У 1952 р. Герман вступив на геологічний факультет Львівського державного університету імені Івана Франка, який закінчив за спеціальністю “Геологічна зйомка і розшуки корисних копалин” і одержав кваліфікацію інженера-геолога.

У 1957 р. Германа Яценка разом з вісьмома випускниками факультету скерували на роботу в Забайкалля – у Бурят-Монгольське геологічне управління в м. Улан-Уде. У нещодавно створене управління приїхали працювати фахівці-геологи з Іркутська й молоді спеціалісти зі Львова, Києва, Воронежа й інших міст. Тоді завдяки активним геолого-знімальним і розшуковим роботам у регіоні відкрили унікальні родовища молібдену, нікелю, золота, апатиту та ін. Герман Яценко спочатку працював старшим колектором, потім – інженером і нарешті став начальником Грульовської геологічної партії, яка виконувала геологічне картування території масштабу 1:200 000. Згодом Г. Яценко брав активну участь у тематичних роботах зі складання першої металогенічної карти Бурятії масштабу 1:500 000. Так він став співавтором “Государственной геологической карты СССР м-ба 1:200 000, лист М-48-XXXVI. Прибайкальская серия. Объяснительная записка к карте” (1965) та “Структурно-металлогенической карты Бурятии. Масштаб 1:500 000” (1964). У 1962 р. Г. Яценко отримав почесне звання і нагрудний знак “Першовідкривач родовища” за відкриття Ошурківського родовища апатиту нового типу й Черемшанського родовища кремнеземної сировини в Бурятії.

У 1962 р. Г. Яценко вступив у заочну аспірантуру до професора Львівського університету Євгена Михайловича Лазька, а 1964 р. його перевели на стаціонарне відділення, і він переїхав до Львова разом з родиною – дружиною Азалією Іванівною Росихіною (своєю однокурсницею) і сином Віктором. У 1966 р. успішно захистив кандидатську дисертацію на тему “Стратиграфия и особенности метаморфизма докембрия Морского

хребта (Восточное Прибайкалье)”. З часу переїзду до Львова вся наукова й педагогічна діяльність Германа Михайловича була тісно пов’язана з геологічним факультетом, де в 1960-х роках сформувався колектив дослідників з формаційного аналізу, геології й металогенії докембрію України, а згодом – наукова школа формаційного аналізу докембрію проф. Є. Лазька.



Г. Яценко й В. Пащенко на Клинівському родовищі золота, 1996.

Після захисту дисертації Герман Михайлович працював у науково-дослідній частині університету на посадах начальника Південно-Бузької геологічної партії, заступника начальника Забайкальської експедиції, старшого наукового співробітника (1967–1979). У 1979 р. він став одним із засновників Галузевої науково-дослідної лабораторії (ГНДЛ) вивчення речовинного складу рудоносних формацій, якою завідував до 1994 р. Діяльність співробітників ГНДЛ сприяла відкриттю й вивченню докембрійських золоторудних родовищ (Клинівське та ін.) і розвитку нових напрямів вирішення проблеми алмазів в Україні.

У 1987 р. Г. Яценку присвоєно вчене звання старшого наукового співробітника за спеціальністю “Загальна і регіональна геологія”, у 2002 р. – доцента; у 1988 р. він захистив докторську дисертацію на тему “Ряды метаморфических–ультраметаморфических формаций и их металлогения (на примере Украинского щита)”; у липні 1994 р. його призначено заступником директора Інституту геології і мінералогії золота, кольорових металів і алмазів України при Львівському університеті; з 1998 р. працював на посаді головного наукового співробітника.

З 1990 р. Герман Михайлович суміщав наукову роботу з викладацькою діяльністю. Спочатку його обрано за конкурсом на посаду професора кафедри загальної і регіональної геології, потім переведено на кафедру геології корисних копалин. З січня 2010 р. Г. Яценко цілком перейшов на викладацьку роботу, а наукові дослідження виконував за сумісництвом.

Наукові інтереси Германа Михайловича охоплювали надзвичайно широке коло проблем – формаційний аналіз, стратиграфія й металогеія докембрію, флюїдизатно-експлозивне породо- і рудоутворення, нетрадиційні джерела золота й алмазів, стратиграфія західного схилу УЩ та ін. З-під пера вченого вийшло близько 300 наукових праць (особистих і зі співавторами), серед них 11 монографій, геологічні карти й пояснювальні записки до них, статті, тези доповідей, методичні вказівки тощо.



Г. Яценко (третій ліворуч) з колегами й палеонтологами Львівського відділення УкрДГРІ під час польових робіт у районі с. Незвисько, 2004.

Зокрема, монографія Г. Яценка “Нижний докембрий центральной части Украинского щита (строение и металлогенические особенности формаций)” (Львов, 1980) присвячена проблемі розчленування нижньодокембрійських утворень на формаційній основі; виділено і схарактеризовано формації, ряди формацій і комплекси. Розглянуто питання формаційного аналізу докембрію, зв’язків метаморфічних і гранітоїдних формацій, походження гранітоїдів та ін. Запропоновано схеми стратиграфічного розчленування нижнього докембрію регіону й тектонічного районування, виділено сумісні мінеральні фації метаморфічних та ультраметаморфічних порід, наведено рекомендації з розшуків родовищ корисних копалин. Подібних питань стосуються й такі праці, як *Лазько Е. М., Кирилюк В. П., Сиворонов А. А., Яценко Г. М.* Нижний докембрий западной части Украинского щита (1975); Карта докембрійських формацій Украинского щита масштаба 1:1 000 000 (1984, зі співавт.); Карта геологических формацій докембрия Украинского щита масштаба 1:50 000 (1991, зі співавт.) та ін.

Наукова діяльність Г. Яценка пов’язана також із вирішенням проблем металогеії докембрійської основи й чохла південно-західної окраїни Східноєвропейської платформи. Різноманітні аспекти золотоносності України висвітлено у трьох колективних монографіях: “Месторождения золота в гнейсовых комплексах докембрия” (1998), “Геолого-генетична типізація золоторудних родовищ України” (2004) і “Металогеія золота протоплатформних структур Українського щита (Кіровоградський блок)” (2009), а також у численних наукових статтях, зокрема: “До проблеми золотоносності північного заходу Українського щита” (Яценко, Сливко, Букович, 1992); “Новий перспективний тип родовищ золота” (Яценко, Сливко, Росихіна та ін., 1996); “Металлогенія золота Центрально-



ной області золоторудної провінції Українського щита” (Яценко, Гурський, Бабынин и др., 2003); “Петрологічні ряди золотоносних гнейсів і гранітоїдів на ранньопротерозойських протоплатформах (на прикладі Українського щита)” (Яценко, Сливко, 2007) та ін.



Г. Яценко обговорює зі своїми учнями – О. Гайовським і В. Лавром – проблеми алмазонасності України, 2007.

Важливе місце у дослідженнях Г. Яценка посідали проблеми алмазонасності надр України. У монографії “Алмазонасные формации и структуры юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы. Опыт минерогенеза алмаза” (Яценко, Гурський, Сливко и др., 2002) наведено класифікацію алмазонасних формацій кристалічної основи і чохла південного заходу Східноєвропейської платформи, описано нові типи алмазонасних порід і формацій, райони їхнього поширення, схарактеризовано відомі й нові прояви алмазів. Особливу увагу приділено нетрадиційним типам формацій, прийомам їхнього виділення і критеріям розшуків пов’язаних з ними алмазів; наведено схему мінерогенезу УЩ. Виділено кімберліт-лампроїтовий ряд формацій і пов’язані з ним формації кір звітрювання, осадові й метаморфогенні; вони приурочені до епох активізації, що повторювалися на дослідженій території від пізнього докембрію до неогену включно. Самостійне значення має узагальнений матеріал з петрохімії порід алмазонасних формацій. Алмазонасності надр України присвячено й низку наукових статей, зокрема: “Нові перспективи алмазонасності південно-західної окраїни Східноєвропейської платформи” (Яценко, Гурський, Бабынин та ін., 1998); “Петрохімічні свідчення наявності кімберлітів алмазонасних популяцій на Українському щиті” (Яценко, Василенко, Кирьянов та ін., 1999); “Про алмазонасність еклогітоподібних порід метаморфічних комплексів докембрію Українського щита (порівняно з еклогітоподібним алмазонасним комплексом Північного Казахстану)” (Яценко, Бабынин, 2000); “Алмазонасные формации Вольно-Подольского перикратона Восточно-Европейской платформы” (Яценко, 2005); “Новий результативний напрям робіт щодо проблеми алмазів в Україні” (Яценко, 2006) та ін.



Герман Михайлович фактично започаткував на факультеті новий, флюїдизатно-експлозивний напрям досліджень щодо походження й металогенії геологічних і рудоносних формацій. Найактивніше науковець залучав його до вивчення алмазонасних формацій України. Наведеним аспектам присвячено численні наукові статті, зокрема: *Яценко Г. М., Бекеша С. Н., Гайовський О. В., Яценко І. Г.* Епохи активизації, рудоносні структури і формации лампроїтового типу в архейських і протерозойських блоках Українського щита. Статті 1, 2 (2010, 2011); *Яценко Г., Бучковська О.* Мінерагенія західного схилу Українського щита у флюїдизатно-експлозивному аспекті (Наддністер'я) (2012); *Яценко Г., Бекеша С., Гайовський О., Яценко І.* Флюїдизатно-експлозивний рудогенез і мінерагенія окраїни Східноєвропейської платформи в межах України (2015) та ін.

Для обґрунтування віку порід Г. Яценко активно долучав до своїх досліджень фахівців-палеонтологів: “Мікрофітоліти у верхньодокембрійських відкладах України” (Яценко, Іщенко, Коренчук та ін., 1992); “Про органічні рештки неогену у відкладах докембрійського чохла західного схилу Українського щита” (Яценко, Іваніна, Сливко та ін., 1994); “Нові аспекти проблеми стратиграфії чохла Українського щита” (Яценко, Трофимович, Сливко та ін., 2001) та ін. Герман Михайлович цікавився також питаннями, пов’язаними з екологічними й археологічними аспектами геологічних об’єктів, про свідчать такі наукові публікації: *Яценко Г. М.* Активизація платформ в фанерозое, флюїдизатно-експлозивная діяльність і екологія (на прикладі Українського щита і його обрамлення). Стаття 2. Металлогенічний і екологічний аспекти флюїдизатно-експлозивних проявлень (2005); *Яценко Г., Яценко В.* Роль кременів у пізнанні геології й археології південно-західної окраїни Східноєвропейської платформи (2010) та ін.

Г. Яценко був науковим керівником фундаментальних держбюджетних тем і численних госпдоговірних робіт, тісно співпрацював з геологами різних підрозділів Держгеолслужби України (Житомирська, Черкаська, Правобережна та інші геологічні експедиції й партії). Зокрема, виконано роботи з такої тематики: “Вивчення еволюції рудогенезу щитів (на прикладі Українського щита), зв’язаного з формуванням брекчійових і конгломерато-брекчійових формацій” (1993), “Побудова моделі походження і локалізації алмазонасних формацій південно-західної окраїни Східноєвропейської платформи” (1999), “Виявлення закономірностей локалізації нетрадиційних алмазонасних формацій і проявів алмазів на Українському щиті та в суміжних регіонах”(2004), “Формаційний

аналіз докембрію і мінерагенія золота Кіровоградського блока Українського щита і його схилів” (2007), “Дослідження флюїдизатно-експлозивних формацій для встановлення критеріїв пошуків зруденіння мантійного походження на Українському щиті” (2011), “Мантійний флюїдизм і формування родовищ корисних копалин України” (2013) та ін.

Педагогічна діяльність Г. Яценка була пов’язана, головню, з кафедрою геології корисних копалин. Він читав різноманітні курси і спецкурси для студентів геологічної й екологічної спеціальностей (“Геологія докембрію”, “Металогенія докембрію”, “Мінерально-сировинна база України”, “Технологія видобутку і збагачення корисних копалин” та ін.), керував курсовими й дипломними роботами, опікувався аспірантами.

Герман Михайлович брав активну участь у різноманітних вітчизняних і міжнародних наукових форумах. Результати його робіт були представлені, зокрема, на 9 міжнародному геологічному симпозиумі “Докембрій Європи: стратиграфія, структура, еволюція і мінералізація” (Санкт-Петербург, 1995), 30 Міжнародному геологічному конгресі (Пекін, 1996), міжнародній конференції “Глибинна будова літосфери та нетрадиційне використання надр Землі” (Київ, 1996), 16 конгресі КБГА (Відень, 1998), міжнародному симпозиумі “Докембрійське золото Фенноскандинавського й Українського щитів і прилеглих територій” (Трондхейм, 1999), 31 Міжнародному геологічному конгресі (Ріо-де-Жанейро, 2000), міжнародному симпозиумі “Металогенія докембрійських щитів” (Київ, 2002), 13 українсько-польському семінарі “Гляціал і перигляціал Українського Полісся” (Шацьк, 2005), 33 Міжнародному геологічному конгресі (Осло, 2008), 28 міжнародній конференції “Рудний потенціал лужного, кімберлітового й карбонатитового магматизму” (Мінськ, 2011), Восьмих наукових читаннях імені акад. Є. Лазаренка “Мінералогія: сьогоднішня і майбуття” (Чинадієве, 2014) та ін.

Г. Яценко був членом ВАК України, спеціалізованих учених рад з захисту докторських і кандидатських дисертацій, Науково-технічної ради університету, вченої ради геологічного факультету, редколегій Вісника Львівського університету. Серія геологічна, Мінералогічного й Палеонтологічного збірників.

Германа Михайловича нагороджено медаллю В. І. Лучицького Держкомгеології України (2003) і пам’ятним знаком імені Л. І. Лутугіна (Держгеолслужба України) за заслуги в розвідці надр (2005).

Великий подвижник своєї справи, Г. Яценко разом з такими ж ентузіастами – своїми аспірантами, молодими науковцями і друзями – організовував протягом останніх десятиліть (за відсутності державного фінансування наукових робіт) виїзди в поле. Їздили по відслоненнях за власні кошти – потягом, автобусом, на “Волзі” старого друга та в будь-яку пору року. Герман Михайлович дуже любляв працювати на городі й у саду на своїй “фазенді” біля Гайворона. Гордився своїми синами – Віктором та Іваном, які пішли шляхом батька і стали кандидатами геологічних наук, був турботливим і ніжним дідусем чотирьох онучок.

Скромна, щира, порядна, доброзичлива людина, справжній інтелігент, інтелектуал, гуморист і мрійник, ентузіаст своєї справи, Герман Михайлович увесь свій природжений талант і здібності віддавав геологічній науці. Ми знали його саме таким. Таким ми його і пам’ятатимемо...

*Микола Павлунь, Орест Матковський, Євгенія Сливко,  
Олег Гайовський, Сергій Ціхонь,  
Володимир Лавро, Оксана Бучковська*

## ПАМ'ЯТІ ФЕДОРА ВАСИЛЬОВИЧА ЗУЗУКА

Шостого грудня 2021 р. після важкої тривалої хвороби відійшов у вічність Федір Васильович Зузук – доктор геологічних наук, професор кафедри фізичної географії географічного факультету Волинського національного університету імені Лесі Українки. Не стало видатного вченого-біомінералога, геоеколога й геолога, талановитого педагога, одного з фундаторів біомінералогії й геоекології, дослідника від Бога, автора понад 250 наукових праць, який поєднував різні галузі науки, розвивав нові напрями наукових досліджень і все своє життя присвятив науці.

Народився Федір Зузук 1 березня 1940 р. в с. Сілець Тисменицького р-ну Івано-Франківської обл. Витоки багаторічної жертвовної праці професора Зузука – у міцній працьовитій сільській родині. Батько Федора Василь Федорович був кравцем, шив пальта й костюми і мав до цього неабиякий хист. Мати – Юстина Миколаївна – проста трудівниця, походила з сім'ї сільських музикантів, знала багато пісень, розуміла мелодію до тонкощів, могла відразу запам'ятати лише раз почуту пісню, знала багато приповідок.

Дитинство Ф. Зузука було важке, адже він зростав у воєнний і повоєнний час. Батьки спонукали сина до навчання, оскільки були впевнені, що кожен у родині має займатися своєю справою, щоб міцно стояти на землі. Протягом 1947–1954 рр. Федір навчався у семирічній школі рідного Сільця, а середню освіту (до 1957 р.) здобував у с. Жовтень (нині Єзупіль) Тисменицького р-ну. До школи ходив 4 км туди й назад пішки, однак це не позначалось на навчанні. Школу закінчив успішно, з однією четвіркою за твір українською мовою.

У 1957 р. Ф. Зузук спробував вступити до Львівського політехнічного інституту: на вступних іспитах він набрав 22 бали з 25, проте його не зарахували, оскільки серед абітурієнтів мало бути 70 % виробничників і 30 % школярів. Треба було йти працювати, однак для випускника сільської школи поставала проблема, пов'язана з відсутністю документів: якщо не маєш паспорта, то не можеш влаштуватися на роботу, а паспорт можеш отримати тоді, коли працюєш. “Зачароване коло” допоміг розірвати дядько, і Федір влаштувався на Станіславський (нині Івано-Франківський) паровозоремонтний завод, де після тримісячного навчання рік працював токарем. Точив колеса, однак душа сільського хлопця не лежала до цієї роботи, та й добиратися було важко: треба було вставати о п'ятій ранку, потім 4 км йти пішки до вокзалу, тоді їхати потягом, і так щодня.

Протягом 1958–1963 рр. Ф. Зузук навчався на геологічному факультеті Львівського державного університету імені Івана Франка. Мінералогічними дослідженнями він захопився ще на третьому курсі, коли під керівництвом доцента кафедри мінералогії А. Ясинської вивчав мінеральний склад і фізичні властивості мінералів хондрита *Пултуск* із колекції Мінералогічного музею. За цю роботу студента Зузука нагородили у Львівському університеті дипломом першого ступеня і грошовою премією. Після четвертого курсу Ф. Зузук проходив виробничу практику в Чивчинських горах. Зібрані



матеріали стали основою дипломної роботи на тему “Мінералогія поліметалевих руд Чивчинських гір” (науковий керівник – О. Матковський), яку Федір Васильович успішно захистив.

Після закінчення університету здібному студентові запропонували вступити в аспірантуру кафедри кристалографії, та не було житла. Тоді за Федора почав клопотати завідувач цієї кафедри Е. Єлисеєв, який звернувся до керівництва факультету нафтової геології Львівського політехнічного університету (ЛПІ). Урешті-решт Ф. Зузук опинився на кафедрі мінералогії і петрографії Івано-Франківської філії ЛПІ (згодом – Інститут нафти і газу), де спочатку працював лаборантом. Згодом з’явилося місце асистента й можливість вступити в аспірантуру. Федір Васильович згадував: “Як вступав до аспірантури, то я один день заночую в одній аудиторії, другий день – пересплю в іншій. Всі розійдуться, а я в корпусі лишуся тихенько, сховаюся – і ніч до ранку перебув. Жити було ніде”. Керівником дисертаційної роботи на тему “Форми знаходження нікелю в мінералах кори звітрявання ультраосновних порід” призначили доц. І. Едельштейна, учня відомого професора І. Гінзбурга, який, своєю чергою, навчався ще в О. Ферсмана.

Після захисту дисертації (1972) виявилось, що педагогічного навантаження на кафедрі мінералогії і петрографії у Ф. Зузука не вистачає, тож він почав працювати за госпдогвірною тематикою в ЛДУ імені Івана Франка. У 1977 р. завдяки професорові В. Мельнику й доценту П. Вовку Федір Васильович перейшов на роботу в Луцький педагогічний інститут імені Лесі Українки, на кафедрі фізичної географії читав “Загальне землезнавство” для студентів першого–третього курсів.

У 1980 р. Ф. Зузук отримав учене звання доцента. Завдяки професійним і діловим якостям через шість років його призначили заступником декана природничо-географічного факультету. Швидко сплинули два роки роботи на відповідальній посаді. У 1988 р. доцент Зузук перейшов працювати на педагогічний факультет. У цей час Міністерство освіти фінансувало складання атласів адміністративних областей України. Талант пробиває собі дорогу, де б не впали його зерна. І Федір Васильович створив лабораторію, колектив якої підготував 13 шкільних краєзнавчих атласів, з яких надруковано атласи Івано-Франківської (1990), Волинської (1991), Сумської (1995), Запорізької (1997) і Полтавської (1998) областей, атлас для наймолодших “Мандруймо у дивосвіт!” (2000, 2003), “Атлас історії культури Волинської області” (2008) та ін. На жаль, лабораторію, яка проіснувала сім років у колишньому приміщенні інститутського музею Леніна, закрили через брак коштів. З 2004 р. Ф. Зузук працював на кафедрі фізичної географії географічного факультету.

Особливим досягненням у творчому доробку Федора Васильовича є результати його біомінералогічних досліджень, якими, попри високу зайнятість педагогічною й іншою науковою діяльністю, він займався понад 55 років.

Протягом 2002–2004 рр. побачила світ тритомна монографія Ф. Зузука “Мінералогія уролітів”. У 2005 р. учений захистив докторську дисертацію на однойменну тему (науковий консультант – проф. В. Павлишин). У рецензії на фундаментальну біомінералогічну працю Федора Васильовича, якою може пишатися українська мінералогічна наука, академік РАН, директор Інституту геології Комі НЦ УрВ РАН, проф. М. Юшкін писав, що Ф. Зузук відомий у науковому світі як один із провідних і авторитетних дослідників патологічних біомінералів, насамперед, уролітів. Його численні праці широко відомі, а він є фахівцем світового рівня. Його фундаментальні книги є настільними в усіх біомінералогічних лабораторіях і медичних закладах відповідного профілю.



Ф. Зузук (перший ліворуч) серед учасників республіканської наукової конференції “Біомінералогія-92” у Луцьку, травень 1992 р.

У першому томі наведено вперше розроблену загальну топомінералогію уролітів, яка охоплює практично весь світ і детальніше описана для України. Це основа подальших наукових біомінералогічних досліджень. Статистично доведено багатofакторність уролітового каменеутворення на підставі топомінералогічного і причинно-наслідкового аналізу. З’ясовано взаємодію всіх чинників і неоднозначність деяких із них, які виділяють штучно. Одне із найважливіших відкриттів Федора Васильовича – глибокий і всебічний доказ особливої ролі соціально-економічного чинника.

Надзвичайно інформативний другий том монографії – “Мінеральний та хімічний склад уролітів”. Завдяки застосуванню класичних мінералогічних методів (поляризаційна мікроскопія, рентгенодифракційний, ІЧ-спектроскопічний, термічний аналізи та ін.) Ф. Зузук виявив найпоширеніші типи уролітів, які складені з оксалатів, фосфатів та уратів у різних співвідношеннях. Доведено, що серед мономінеральних уролітів найбільшу частку становлять апатитові, струвітові, ювелітові камені й утворення сечової кислоти. Уроліти, здебільшого, сформовані окремими асоціаціями, до яких належать фосфати, оксалати й урати. Найчастіше трапляються дво- і тричленні асоціації. Органічна речовина дуже часто супроводжує кристалізацію каменеутворювальних мінералів, цементуючи їх, а також сприяє формуванню мікросферолітів.

Описані в третьому томі результати онтогенічних досліджень уролітів одержано за допомогою поляризаційної й растрової електронної мікроскопії та гоніометричних вимірювань. Такий підхід дав змогу отримати надзвичайно цікаві результати. Особливо вражають обсяг і якість онтогенічних даних, величезна кількість високоякісних зарисовок, світлин, кристаломорфологічних моделей мінеральних індивідів та їхніх зростань. Досить часто сфероліти, ооліти, власне зернисті агрегати вирізняються чергуванням різних структурних мотивів для різних за мінеральним складом утворень: апатит в уролітах трапляється у вигляді глобул, формуючи відповідні конкреції; брушит простежується у вигляді пластинчастих індивідів з утворенням сфероїдолітів і сферолітів; струвіт кристалізується, головню, у вигляді чітко виражених індивідів і утворює зернисті агрегати, інколи сфероліти. На особливу увагу заслуговують результати виконаних

уперше в світовій практиці гоніометричних досліджень окремих каменеутворювальних мінералів уролітів – брушиту, струвіту, ювеліту й уделіту.

Надзвичайно важливий висновок біомінералогічних робіт Ф. Зузук полягає в такому: кристалізація каменеутворювальних біомінералів (як індивідів, так і агрегатів) підпорядкована тим самим законам, що і в геологічних об'єктах, тобто формуються індивіди й агрегати у вигляді двійників, сфероїдолітів, дендритів, розеткоподібних зростань. Зазначено про важливу роль в утворенні сечового каміння мікроорганізмів, коли відбувається псевдоморфне заміщення уделіту ювелітом.



Федір Васильович у день свого вісімдесятиріччя, березень 2020 р.

Ф. Зузук запропонував загальну концепцію формування уролітів. Основою є два процеси: перший – самостійна кристалізація каменеутворювальних мінералів; другий – осадження індивідів і агрегатів з подальшим цементуванням аморфною органікою. Ці процеси можуть відбуватися незалежно один від одного або чергуватися.

Загалом тритомна монографія Ф. Зузук є неперевершеним внеском у розвиток біомінералогії. Її унікальність полягає у всеохоплюваності піднятої проблематики, велетенському фактичному матеріалі, зібраному протягом понад тридцятилітнього періоду досліджень, і системному аналізі величезного масиву літературних даних (проаналізовано сотні тисяч випадків недуг в Європі й Азії, тисячі й десятки тисяч – в Америці, Африці й Австралії), науково обґрунтованому доказі впливу різноманітних чинників на процеси каменеутворення в сечовидільній системі людини.

У 2006 р. Федір Васильович отримав учене звання професора, протягом 2007–2009 рр. завідував кафедрою фізичної географії, 2009–2015 – кафедрою географії, читав такі курси, як “Геологія і геоморфологія”, “Геологія з основами геоморфології”, “Медицина географія”, “Організація та методика наукових досліджень”, “Використання і кадастр ресурсів надр” та ін. Він очолював наукову роботу з понад десяти держбюджетних тем, ініціював проведення 14 наукових конференцій, був членом спеціалізованої вченої ради геологічного факультету ЛНУ імені Івана Франка й офіційним опонентом дисертацій. Останніми роками значну увагу приділяв геоекологічним проблемам України загалом і Західного Полісся, зокрема. За редакцією Ф. Зузук вийшло 13 збірників наукових праць “Природа Західного Полісся та прилеглих територій” (2004–2016). Учений був членом редколегій “Наукового вісника Волинського університету імені Лесі Українки. Сер. Географічні науки” і “Мінералогічного збірника”, очолював роботу з

написання серії книг (15 монографій), що стосуються Шацького поозер'я, був керівником ініціативної групи університету з вивчення природи Шацького національного природного парку, членом професорської ради університету, головою Волинської філії картографічного товариства.

Федір Васильович був Людиною з великої літери, любив життя, творив тільки добро, кожен хвилину намагався прожити максимально корисно, зробити якнайбільше справ, віддати все, що може, майбутньому поколінню. Він ніколи не зрікався своїх життєвих принципів і був вірний своєму великому покликанню – пошуку наукової істини. Доля його не милувала, та, попри невимовний тягар болі і страждань від передчасної смерті дружини й сина, важкої хвороби, поганого зору, він до останньої миті життя залишався чуйним і порядним.

Обірвалась доля прекрасної людини, патріота України, всесвітньовідомого вченого... Пам'ять про Федора Васильовича Зузука назавжди залишиться в наших серцях.

*Орест Матковський, Володимир Павлишин,  
Василь Дяків, Уляна Борняк*



## ЗМІСТ

<i>Орест Матковський, Євгенія Сливко</i> НАУКОВІ ЧИТАННЯ ІМЕНІ АКАДЕМІКА ЄВГЕНА ЛАЗАРЕНКА ТА ЇХНІЙ ВНЕСОК У РОЗВИТОК СУЧАСНОЇ МІНЕРАЛОГІЇ .....	3
<i>Iryna Poberezhska, Nataliia Bilyk, Yevheniia Slyvko, Albertyna Buchynska, Anzhela Shevchuk</i> PETROLOGICAL FEATURES OF ACID PLUTONIC ROCKS OF THE OSNYTSKYI COMPLEX (VOLYNSKYI MEGABLOCK OF THE UKRAINIAN SHIELD) .....	28
<i>Віктор Мельничук, Григорій Мельничук</i> МЕТАЛОГЕНІЧНЕ РАЙОНУВАННЯ МІДЕНОСНИХ ТРАПІВ НИЖНЬОГО ВЕНДУ ВОЛИНИ .....	47
<i>Петро Білоніжка</i> ГЕНЕЗИС ВАНТГОФІТУ, ЛЕВЕЇТУ Й КІЗЕРИТУ В РОДОВИЩАХ КАЛІЙНИХ СОЛЕЙ ПЕРЕДКАРПАТТЯ ЗА ДАНИМИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ .....	54
<b>МІНЕРАЛОГІЧНІ НОТАТКИ</b>	
<i>Олександр Костюк</i> ПРИТ-КАРБОНАТНА АСОЦІАЦІЯ. ОЗНАКИ ПІСЛЯДІАГЕНЕТИЧНИХ ПРОЦЕСІВ У ПАЛЕОЦЕНОВИХ ФЛІШОВИХ ВІДКЛАДАХ СКИБОВОЇ ЗОНИ УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ .....	61
<b>ХРОНІКА</b>	
ЧЛЕН-КОРЕСПОНДЕНТ НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ ІГОР НАУМКО – ЛІДЕР ЛЬВІВСЬКОЇ ТЕРМОБАРОГЕОХІМІЧНОЇ ШКОЛИ (ДО 70-РІЧЧЯ ВІД ДНЯ НАРОДЖЕННЯ) .....	66
<b>ВТРАТИ НАУКИ</b>	
СВІТЛОЇ ПАМ'ЯТІ ПРОФЕСОРА ВОЛОДИМИРА КОВАЛЕВИЧА .....	72
ПАМ'ЯТІ ГЕРМАНА МИХАЙЛОВИЧА ЯЦЕНКА .....	77
ПАМ'ЯТІ ФЕДОРА ВАСИЛЬОВИЧА ЗУЗУКА .....	83