

ISSN 2078-6220

**МІНЕРАЛОГІЧНИЙ
ЗБІРНИК**

№ 70

Випуск 1–2

2020

**MINERALOGICAL
COLLECTION**

N 70

Issue 1–2

Published since 1947

**МІНЕРАЛОГІЧНИЙ
ЗБІРНИК**

№ 70

Випуск 1–2

Виходить з 1947 р.

Ivan Franko
National University of Lviv

Львівський національний
університет імені Івана Франка

2020

Друкується за ухвалою Вченої Ради
Львівського національного університету
імені Івана Франка.
Протокол № від ...12.2020 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.)

Збірник присвячено 75-річчю геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка. Опубліковано статті мінералогічного спрямування, а також розділи “Історія науки”, “Хроніка” та “Втрати науки”.

The Collection is dedicated to the 75th anniversary of the Faculty of Geology of Ivan Franko National University of Lviv. The articles in the field of mineralogy are published, as well as the sections “History of Science”, “Chronicle” and “Losses of Science”.

Редакційна колегія:

д-р геол.-мін. наук, проф. *Орест Матковський* (головний редактор), д-р геол. наук, проф. *Микола Павлунь* (заступник головного редактора), канд. геол.-мін. наук, доц. *Євгенія Сливко* (відповідальний секретар), канд. геол.-мін. наук, доц. *Сергій Бекеша*, канд. геол.-мін. наук, доц. *Петро Білоніжка*, д-р геол.-мін. наук, проф. *Василь Гулій*, д-р геол.-мін. наук, проф. *Валерій Євтехов*, д-р природничих наук, доц. *Станіслав Єлень* (Словаччина), д-р геол. наук, проф. *Федір Зузук*, д-р геол.-мін. наук, проф. *Віктор Квасниця*, д-р геол. наук, проф. *Мирон Ковальчук*, д-р геол. наук, ст. наук. співроб. *Юрій Колтун*, д-р геол. наук, проф. *Віктор Мельничук*, д-р геол. наук, ст. наук. співроб. *Ігор Наумко*, д-р геол.-мін. наук, проф. *Володимир Павлишин*, габілітований д-р, проф. *Ярослав Приєк* (Польща), канд. геол.-мін. наук, доц. *Леонід Скакун*, д-р геології, проф. *Холлі Стейн* (США), д-р геол. наук, доц. *Юрій Федоришин*, д-р геол. наук, проф. *Олександр Чепіжко*, д-р геол.-мін. наук, ст. наук. співроб. *Герман Яценко*.

Editorial Board:

Professor *O. Matkovskiy* – Editor-in-Chief,
Professor *M. Pavlun* – 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,
виговітників 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, 2020



***Збірник присвячено
75-річчю геологічного факультету
Львівського національного університету
імені Івана Франка***

УДК 378.4.096:55(477.83-25)(091)(035)

Орест Матковський, Микола Павлунь, Євгенія Сливко

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

НАЙЯСКРАВІШІ СТОРІНКИ 75-РІЧНОЇ ІСТОРІЇ ГЕОЛОГІЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА

Стисло проаналізовано передумови відкриття геологічного факультету, його історію і найважливіші досягнення протягом 1945–2010 років та останнього десятиліття (2011–2020). Схарактеризовано досягнення сформованих на факультеті наукових шкіл, найяскравіші здобутки співробітників факультету в наукових дослідженнях і підготовці висококваліфікованих фахівців-геологів та екологів, внесок випускників факультету в розвиток мінерально-сировинної бази України та інших держав. Наведено інформацію про останні зміни в структурі факультету.

Ключові слова: геологічний факультет, Львівський національний університет імені Івана Франка, наукова школа, студенти, геологи, екологи, випускники.

У 2020 р. геологічний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка відзначає своє 75-річчя. Історію факультету досить детально проаналізовано в численних наукових і науково-популярних статтях, матеріалах ювілейних наукових конференцій, присвячених 30-, 40-, 50-, 60-, 65- і 70-річчю факультету, 250-, 300-, 325- і 350-річчю Львівського університету, узагальнено у п'яти довідково-інформаційних виданнях та енциклопедії університету [1–7].

До 75-річчя геологічного факультету вийшло нове довідково-інформаційне видання “Геологічному факультету Львівського національного університету імені Івана Франка 75 років” [3]. Книга містить передмову, чотири розділи, післямову, список літератури та фотоальбом. У перших двох розділах стисло проаналізовано передумови відкриття геологічного факультету і найважливіші його досягнення протягом 1945–2010 років. У третьому розділі висвітлено діяльність факультету протягом останнього десятиліття: навчальний процес, наукову та науково-організаційну роботу (наукові форуми, наукові товариства, видання), всеукраїнські й міжнародні зв'язки, сучасну структуру факультету. Четвертий розділ присвячено науковим школам і науковим напрямам, які розвивали та нині розвивають науковці факультету.

Геологія в університеті почалася з мінералогічних зібрань кабінету природничої історії, успадкованих від Єзуїтської колегії, на базі якої 1661 р. засновано Львівський університет, а також з діяльності на філософському факультеті наприкінці XVII ст. проф. Бальтазара Аке (Гакета) (першого геолога в університеті, з іменем якого пов'язані

мінералого-петрографічні дослідження кременів Придністер'я та корисних копалин Карпат) і нашого земляка графа С. Дуніна-Борковського (заклав основи хіміко-мінералогічних досліджень геологічних об'єктів у власній лабораторії у Винничках поблизу Львова). У 1852 р. засновано першу структурну геологічну одиницю – Мінералогічний музей, а 1864 р. на філософському факультеті відкрито першу кафедру геологічного профілю – кафедру мінералогії. На початку ХХ ст. на філософському факультеті створено ще три кафедри геологічного профілю: геології (1905), геофізики і метеорології (1921) та кристалографії (1922, друга в світі); у 1924 р. вони разом з кафедрою мінералогії ввійшли до складу новоствореного математично-природничого факультету. Того ж року засновано кафедру палеонтології. У 1939 р. на базі математично-природничого факультету створено фізико-математичний, а також природничий факультет, на якому функціонували геологічне, географічне, біологічне та хімічне відділення. Друга світова війна перервала діяльність університету. А вже 1944 р. відкрито геолого-географічний факультет, який згодом розділили на два факультети – геологічний та географічний.



Члени Державної екзаменаційної комісії геологічного факультету, 1948.
Зліва направо: Євген Лазаренко, Володимир Соболев, Володимир Порфір'єв,
Олег Вялов, Микола Єрмаков.

Отже, геологічний факультет засновано 1945 р. у складі семи кафедр: мінералогії, кристалографії, петрографії, геофізики, загальної геології, історичної геології і палеонтології, геології СРСР. Цього ж року організовано Львівське геологічне товариство, яке відіграло важливу роль у розвитку факультету в перші десятиліття його існування. У 1955 р. відкрито кафедру методів пошуків та розвідки родовищ корисних копалин, яку 1994 р. перейменовано на кафедру корисних копалин та екологічної геології, а 1999 р. вона стала кафедрою геології корисних копалин. Тоді ж відкрито кафедру екологічної та інженерної геології і гідрогеології, а 2000 р. – кафедру фізики Землі.



Ангеліна Ясинська веде заняття з мінералогії
в лабораторії паяльної трубки, 1958.

У діяльності факультету протягом 1945–2010 рр. виділяють два етапи: радянський (1945–1990) та український (1990–2010). На першому етапі фахівців-геологів готували для потреб не тільки України, а й усього Радянського Союзу. На другому етапі ринок праці випускників факультету звужився до потреб України; відповідно, змінився характер освітнього процесу, а науково-дослідні роботи зосередили, головню, на вивченні українських надр.

На зорі діяльності факультету студентів готували за однією спеціальністю – *інженер-геолог*. Пізніше їх стало три – *геологічна зйомка та пошуки; розвідка родовищ корисних копалин; геохімія*. Згодом дві перші спеціальності об'єднано в одну – *геологічна зйомка, пошуки та розвідка*, а третю перейменовано на спеціальність *геохімія, мінералогія і петрологія*. Саме за цією спеціальністю понад 20 років на факультеті готували фахівців для зарубіжних країн (Алжир, В'єтнам, Куба, Монголія та ін.).

На другому етапі відбулися суттєві зміни в навчальному процесі. Зокрема, у рамках зазначених двох спеціальностей геологічного напрямку відкрито дві нові спеціалізації – *екологічна геологія та екологічна геохімія*. У 1995 р. відкрито нову спеціальність – *екологічна геологія*, яку 1998 р. переведено в екологічний напрям, натомість запроваджено спеціальність *екологія та охорона навколишнього середовища*. Назви двох попередніх спеціальностей геологічного напрямку теж змінили: *геологія; геохімія і мінералогія*.

З 1998 р. факультет, відповідно до Болонського процесу, перейшов на систему підготовки фахівців за трьома ступенями (освітньо-кваліфікаційними рівнями): бакалавр, спеціаліст, магістр.

Надзвичайно плідною і багатогранною була наукова робота. Її виконанню сприяли відкриття 1957 р. Проблемної науково-дослідної лабораторії, організації Забайкальської та Середньоазійської експедицій, Галузевої науково-дослідної лабораторії (її фінансувало Міністерство геології України) та лабораторії прикладної термобарогеохімії. У 1994 р. їх об'єднали в новостворений Інститут геології та мінералогії золота, кольорових металів і алмазів України. Протягом 1976–1993 рр. активно працювала студентська

науково-дослідна група “Шельф”, а на межі тисячоліть з’явилася студентська науково-дослідна група “Дністер”, яка вивчала природу й екологію Дністра.

Співробітники факультету брали активну участь в організації факультетських наукових форумів та в міжнародних, всесоюзних, вітчизняних нарадах і конференціях. Започатковано періодичні наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка та Всеукраїнські щорічні наради з проблем геології фанерозою. Науковці факультету брали участь у роботі міжнародних Геологічного, Геофізичного та Геохімічного конгресів, конгресів Міжнародної мінералогічної асоціації та Карпато-Балканської геологічної асоціації.



Мартин Сливко (ліворуч) та Василь Макаров у Мінералогічному музеї.
Кінець 1960-х років.

Активною була видавнича діяльність. Регулярно виходили періодичні фахові видання: Мінералогічний збірник, Палеонтологічний збірник та Вісник Львівського університету. Серія геологічна; опубліковано низку тематичних наукових праць, сотні монографій і статей, десятки підручників і навчальних посібників, циклів лекцій, навчально-методичних розробок та ін.

Протягом 2011–2020 рр. на геологічному факультеті тривала підготовка фахівців різного освітнього рівня (бакалавр, спеціаліст, магістр) за двома напрямками – геологічним та екологічним. За геологічним напрямком до 2015 р. готували фахівців за двома спеціальностями: *геологія та геохімія і мінералогія*, які 2016 р. замінено на спеціальність *науки про Землю* зі спеціалізаціями *геологія, геохімія і мінералогія, геологія нафти і газу, інженерна геологія і гідрогеологія* на магістерському рівні.

За екологічним напрямком підготовку фахівців провадили за спеціальностями *екологія та охорона навколишнього середовища і прикладна екологія та збалансоване природокористування (екологічна геологія)*. З 2016 р. у рамках нової спеціальності 101 *екологія* фахівців готують за спеціалізаціями *комп’ютерні технології в екології та управління якістю довкілля* (бакалаврат), *інженерна геологія і гідрогеологія; екологічний менеджмент та геотуризм* (магістратура).



Співробітники Середньоазіатської експедиції під час польових робіт на Кумарському родовищі стануму, Південний Тянь-Шань, 1974. Зліва направо: Олександр Шакін, Ернст Портнягін, Володимир Куземко, Неля Гнутенко.

Наведемо найяскравіші здобутки працівників і випускників геологічного факультету за 75 років.

На факультеті успішно працювали і зробили вагомий внесок у розвиток наукових досліджень та підготовку фахівців-геологів такі видатні науковці й педагоги, професори і майбутні академіки, як Олег Вялов, Євген Лазаренко, Володимир Порфір'єв, Володимир Сельський, Володимир Соболев, Серафим Субботін, член-кореспондент Василь Глушко.

Викладачі факультету працювали в найвищому керівництві університету на різних посадах – ректора (Євген Лазаренко), проректора з наукової роботи (Євген Лазаренко, Микола Павлунь), проректора з навчальної роботи (Юрій Курапов, Ігор Марушкін), у керівництві науково-дослідної частини (Віктор Шевчук, Володимир Мусихін). Деканами факультету були Євген Лазаренко, Микола Єрмаков, Володимир Козеренко, Леонід Колтун, Юрій Пекун, Ігор Марушкін, Юрій Мисник, Орест Матковський, Юрій Федоришин, Роман Лещух, Микола Павлунь.

За вагомі наукові здобутки лауреатами Державних премій у галузі науки і техніки стали: СРСР – Олег Вялов (1947), Володимир Соболев (1950), Василь Єршов (1951), Микола Єрмаков (1952); УРСР/України – Євген Лазаренко (1981), Євген Лазаренко (1983), Орест Матковський (1983), Олег Вялов (1986), Ярослав Кульчицький (1986), Василь Глушко (1986, 1994). Премією імені академіка В. І. Вернадського АН України відзначено Василя Глушка й Андрія Сеньковського (1994).

За відкриття й розвідку родовищ загальнодержавного і світового рівня 14 випускників факультету відзначено Державними преміями в галузі науки і техніки, а Євген Чорний став лауреатом цієї премії тричі!

У 1976 р. випускники факультету Микола Соболев та Володимир Хлестов отримали Ленінську премію за співавторство серії фундаментальних монографій про фації мета-

морфізму. Ці книги, опубліковані за участю й редакцією Володимира Соболева, не мають аналогів у світовій геологічній літературі.

Почесних звань удостоєні Ярослав Кульчицький, Євген Лазаренко, Євген Лазько, Дмитро Резвой – заслужений діяч науки і техніки України; Микола Павлунь – заслужений працівник освіти України; Василь Глушко, Юрій Крупський – заслужений геолог України; Орест Матковський – заслужений професор Львівського національного університету імені Івана Франка. Ореста Матковського, єдиного в університеті, нагороджено орденом Дружби народів, він отримав подяку Кабінету Міністрів України, підписану прем'єр-міністром Юлією Тимошенко, та Грамоту Верховної Ради України.



Виступ учасників агітбригади геологічного факультету у підшефному училищі буровиків у м. Стрий, 1984. Зліва направо: Сергій. Єсауленко, Олександр Варичев, Лариса Сливко, Тетяна Струкова, Рита Штирхун, Олена Приходько, Юрій Куций, Георгій Гончаров.

Випускник факультету Мирослав Павлюк – академік НАН України, Віра Семененко – член-кореспондент НАН України; Микола Соболев та Олександр Ханчук – академіки РАН. Дійсними членами Академії вищої школи України обрано професорів Віктора Кирилюка, Ореста Матковського, Миколу Павлуна, Альберта Сіворонова.

Герман Яценко удостоєний почесного звання і нагороджений нагрудним знаком “Першовідкривач родовища” (1962) за відкриття Ошурківського родовища апатиту й Черемшанського родовища кремнеземної сировини в Бурятії. Також першовідкривачами родовищ є Євген Борис, Антон Заячківський, Іван Іванів, Валентин Кривонос, Алік Кручек, Анатолій Крючков, Василь Куницький, Іван Попов, Євген Чорний, Сергій Чорний. Патент України на винахід “Спосіб сортування алмазів” 1997 р. отримали Збігнев Бартошинський та Сергій Бекеша.

Наших педагогів і науковців відзначено на міжнародному рівні. Зокрема, почесними докторами *Honoris causa* університету імені Марії Склодовської-Кюрі в Любліні (Польща) стали засновник геологічного факультету Євген Лазаренко і випускник факультету 1960 р., нині професор географічного факультету ЛНУ імені Івана Франка Андрій Богущкий, який також є іноземним членом Національної академії наук і мистецтв Польщі. Золотою медаллю “Людина року” (1998) Американського біографічного інституту та

іменною срібною медаллю “Видатні люди ХХ століття” (2000) у номінації ІВС Кембриджа (Велика Британія) нагороджено професора Олександра Бобрієвича. Професор Аїда Андрєєва-Григорович – Міжнародна жінка року в науці у Кембриджі (1993). За підготовку фахівців для Монголії медаллю “800-річчя Монголії” нагороджено Петра Білоніжку, Юрія Дорошенка, Анатолія Костенка, Ореста Матковського, Миколу Павлуня, Альберта Сіворонова.



Польове життя дослідників Українського щита (с. Ватутіне) у вересні 1996 р.
Зліва направо: Володимир Пащенко, Світлана Балабаєва, Герман Яценко.



Викладачі і студенти геологічного факультету на вершині Говерли, 2004.



Презентація першого видання книги “Теологічний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка (1945–2005)”, 2 квітня 2009 р.

Автори й упорядники книги (зліва направо): Петро Білоніжка, Орест Матковський, Микола Павлунь, Євгенія Сливко.



Перед відплиттям на морську екскурсію, Владивосток, вересень 2011 р.

Зліва направо: Микола Павлунь, Орест Матковський, Олена Ханчук, Альберт Сіворонов, Володимир Лосів, Галина Стронська.

Випускник факультету Ярослав Федорин був народним депутатом Верховної Ради України другого (1995–1998) і третього скликання (1998–2002), Андрій Мостиський – другого скликання, а Василь Стронський працював в адміністрації президента України Віктора Ющенка.

Понад 30 випускників факультету стали докторами наук, професорами, які пов'язали свою педагогічну або наукову діяльність з нашим геологічним факультетом. Серед них у різних підрозділах факультету свого часу працювали Аїда Андреєва-Григорович, Збігнев Бартошинський, Олександр Бобрієвич, Олександр Бобров, Іван Венгліньський, Борис Голев, Василь Гулій, Юрій Долгов, Данило Дригант, Володимир Калюжний, Віктор Кирилюк, Ярослав Кульчицький, Михайло Куровець, Юрій Ляхов, Зоя Ляшкевич, Ігор Наумко, Володимир Павлишин, Ігор Паранько, Андрій Пізнюр, Іван Попівняк, Георгій Рудько, Кирило Свешніков, Альберт Сіворонов, Борис Смирнов, Микола Соколов, Юрій Федоришин, Герман Яценко, а нині працюють Роман Лещух, Орест Матковський, Микола Павлунь та Василь Узюк.

Десятки випускників факультету різних років, які працювали чи нині працюють у закладах вищої освіти й наукових установах України, стали відомими науковцями й педагогами, докторами наук, професорами, лауреатами різноманітних премій і нагород. Серед них Володимир Павлишин та Віктор Шевчук (Київський національний університет імені Тараса Шевченка), Андрій Богуцький (географічний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка), Юрій Ворошилов (Ужгородський національний університет), Федір Зузук (Східноєвропейський національний університет імені Лесі Українки), Ігор Паранько (Криворізький національний університет), Ерік Лазаренко та Леонід Ісаков (Національний технічний університет “Дніпровська політехніка”), Михайло Куровець і Борис Маєвський (Івано-Франківський національний університет нафти і газу), Віктор Мельничук (Рівненський національний університет водного господарства), Йосип Свинко та Мирослав Сивий (Тернопільський національний педагогічний університет імені Володимира Гнатюка), Георгій Бачинський (Національний лісотехнічний університет України), Дмитро Возняк, Святослав Галій, Олександр Ємець, Віктор Квасниця, Ганна Кульчицька, Володимир Павлишин, Віра Семененко (Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М. П. Семененка НАН України), Ярослав Федорин та Мирон Ковальчук (Інститут геологічних наук НАН України), Володимир Покалюк (Інститут геохімії навколишнього середовища НАН України), Іван Венгліньський, Олег Гнилко, Костянтин Григорчук, Валерій Золотухін, Володимир Калюжний, Володимир Ковалевич, Юрій Колтун, Вадим Костюк, Венедикт Кушнірук, Зоя Ляшкевич, Ігор Наумко, Мирослав Павлюк, Богдан Пісоцький, Наталія Радковець, Борис Смирнов (Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України), Данило Дригант (Державний природничий музей НАН України), Олександр Бобров, Василь Гулій, Микола Костенко, Борис Малюк (УкрДГРІ, м. Київ), Наталія Жабіна, Тетяна Ізотова (УкрДГРІ, м. Львів), Леонід Ісаков (УкрДГРІ, м. Дніпро), Юрій Федоришин (НДІ “Нафтогаз” у Львові), Василь Карабин (Львівський державний університет безпеки життєдіяльності).

Випускник 1974 р. Георгій Рудько – доктор геолого-мінералогічних наук, доктор географічних наук, доктор технічних наук, академік Академії наук вищої школи України, академік Академії гірничих наук України, лауреат Державної премії в галузі науки і техніки (2015), член Спеціальної групи експертів СЕК ООН з гармонізації термінології щодо запасів і ресурсів корисних копалин, перший завідувач кафедри екологічної та

інженерної геології і гідрогеології нашого факультету, нині – голова Державної комісії України з запасів корисних копалин.

На факультеті сформувалися й активно розвивались такі наукові напрями: мінералогічний (Євген Лазаренко), кристалохімічний і петрографічний (Володимир Соколев), термобарогеохімічний (Микола Єрмаков), палеонтолого-стратиграфічний (Олег Вялов), знімально-тектонічний (Дмитро Резвой), докембрійсько-формаційний (Євген Лазько), кристалографічний (Гуго Піотровський), літологічний (Данило Бобровник), геології горючих копалин (Володимир Порфір'єв). Окремі з них переросли у всесвітньовідомі наукові школи: мінералогічну академіка Євгена Лазаренка, термобарогеохімічну професора Миколи Єрмакова, геології і металогенії докембрію професора Євгена Лазька, палеонтолого-стратиграфічну, засновану академіком Олегом Вяловим. Перші три школи офіційно затверджені Міністерством освіти і науки України. Протягом останнього десятиліття з'явилися нові наукові напрями: мікропалеонтологічний (Аїда Андреева-Григорович, Антоніна Іваніна, Ярина Тузьяк), еколого- та інженерно-геологічний (Георгій Рудько, Петро Волошин), нафто-газо-вугільний (Юрій Крупський, Василь Узюк), геотуристичний (Леонід Скакун, Ігор Бубняк, Альбертина Бучинська), фізики Землі (Віталій Фурман), досліджень кам'яного матеріалу будівель і пам'ятників (Андрій Сеньковський, Уляна Борняк).

За 75 років аспіранти і співробітники факультету захистили 34 докторські та 189 кандидатських дисертацій. А випускники факультету на місцях своєї роботи захистили 61 докторську та 187 кандидатських дисертацій.

З шести музеїв Львівського національного університету імені Івана Франка три – саме на геологічному факультеті: Мінералогічний імені Євгена Лазаренка (заснований 1852 р., 15 тис. експонатів), Палеонтологічний (заснований 1910 р., 18 тис. експонатів) і єдиний у світі Музей рудних формацій (заснований 1984 р., 5 тис. експонатів).

На факультеті виходять такі фахові періодичні наукові видання, як Мінералогічний збірник (з 1947 р.), Палеонтологічний збірник (з 1961 р.) та Вісник Львівського університету. Серія геологічна (з 1962 р.). Протягом 2010–2020 років опубліковано 30 підручників і навчальних посібників, 19 монографій, сотні статей, серед яких зросла кількість у журналах, охоплених JCR (з імпаکت-фактором) (20), та виданнях, що входять до міжнародних наукометричних баз даних Web of Science, Index Copernicus, Google Scholar та ін. (13), інших зарубіжних (29) і вітчизняних фахових виданнях. Рекордсменами десятиліття є проф. Юрій Крупський, який опублікував два навчальні посібники і три монографії (дві з них у співавторстві) та доц. Петро Білоніжка – автор чотирьох монографій та одного навчального посібника.

Протягом останнього десятиліття співробітники факультету стали авторами чи співавторами таких монографій: “Мінералогія Українських Карпат. Силікати” (гол. ред. О. Матковський; співавт. О. Матковський, П. Білоніжка, Л. Скакун, Є. Сливко, Н. Словотенко, Б. Манчур, 2011); “Державна геологічна карта України 1 : 200 000. Централь-но-українська серія. Пояснювальна записка” (співавтор А. М. Лисак, 2012); “Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України. Т. 1. Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України” (співавт. Р. Й. Лещух, І. М. Шайнога, Г. І. Гоцанюк, 2013); “Мінерали Українських Карпат. Процеси мінералоутворення” (гол. ред. О. Матковський; співавт. О. Матковський, П. Білоніжка, В. Дяків, Л. Скакун, Є. Сливко, Н. Словотенко, В. Степанов, С. Ціхонь, С. Кріль, 2014); “Нетрадиційні джерела вуглеводнів України. Книга I. Нетрадиційні джерела вуглеводнів: огляд проблеми” (співавтор Ю. З. Крупський, 2014); “Нетрадиційні джерела вуглеводнів України. Кни-

га П. Західний нафтогазоносний регіон” (співавтор Ю. З. Крупський, 2014); “Музей под открытым небом. Современные подходы к сохранению культуры” (співавтор У. Борняк, 2015); “Roztocze: przyroda i człowiek” (співавтор П. Волошин, 2015); “Нариси з мінералогії Гірського Криму (межиріччя Бодраку і Качі)” та “Геохімічні закономірності формування родовищ калійних солей Передкарпаття” (П. Білоніжка, 2017); “Здобутки мінералогії в Україні. До 100-річчя Геологічної служби України та Національної академії наук України” (співавтор О. І. Матковський, 2018); “Склад, якість, метаморфізм, водо- і метаногенераційний потенціал вугілля Південно-Західного вугленосного і Червоноградського геолого-промислового районів Львівсько-Волинського водо-газовугільного басейну” (співавт. В. І. Узіюк, І. М. Шайнога, 2018); “Очерки геодинамики Украины” (співавтор Ю. М. Віхоть, 2018); “Геохімія біосфери” (П. Білоніжка, 2018); “Історія мінералогії в Україні. Від глибокої давнини до 90-х років ХХ ст.” (співавтор О. Матковський, 2019); “Ноосфера та проблеми її розвитку” (П. Білоніжка, 2020); “Геологія і нафтогазоносність Західного регіону України” (Ю. Крупський, 2020); “Мезозойські відклади південно-західної України і прилеглого шельфу” (Р. Й. Лещух, О. М. Старжинський, 2020); “Actual Problems of Natural Sciences: Modern Scientific Discussions” (співавтор Я. М. Тузяк, 2000).



Гордість геологічного факультету – заслужений професор ЛНУ імені Івана Франка Орест Матковський перед урочистим засіданням Ученої ради на честь Дня університету, жовтень 2014 р.

Опубліковано такі **підручники**: О. Матковський, В. Павлишин, Є. Сливко. Основи мінералогії України (2009); К. І. Свєшніков, І. В. Побережська, Ю. П. Дорошенко. Магматичні породи та породні сполучення: петрографія, петрологія, методи досліджень (2010); І. С. Паранько, А. О. Сіворонов, М. М. Павлунь, О. Б. Бобров. Основи вчення про геологічні формації (2010); В. В. Колодій. Гідрогеологія (2010); М. М. Павлунь, Ю. В. Ляхов, С. І. Ціхонь. Геологія корисних копалин. Ч. 1. Рудогенез (2012); М. М. Павлунь, Г. О. Луньов. Розшуки і розвідка корисних копалин (2013); М. М. Павлунь, О. В. Гайовський. Геологія корисних копалин. Ч. 2. Екзогенні та метаморфогенні проце-

си рудоутворення (2018); П. Білоніжка. Геохімія ізотопів (2019); *навчальні посібники*: В. В. Харкевич. Моніторинг довкілля. Ч. 1. Моніторинг підземних вод (2012); А. О. Сіворонов, Л. В. Генералова, Т. С. Дворжак. Польові геологічні практики (2012); С. М. Бекеша, Є. М. Сливко, Н. Т. Білик. Методи мінералогічних досліджень (2013); Р. Г. Вовченко, О. М. Павлюк. Геофізика в гідрогеології (2014); Ю. П. Дорошенко, І. В. Побережська, В. Б. Степанов, О. В. Костюк. Петрографія кристалічних порід (метаморфічні породи). Ч. 3 (2015); Ю. П. Дорошенко, І. В. Побережська. Петрографія кристалічних порід (метаморфічні породи). Ч. 4 (2016); Л. М. Хом'як. Основи топографії (2015); С. М. Бекеша, Н. Т. Білик. Діагностика мінералів шліхів (2015); Н. О. Словотенко, І. Т. Бакуменко. Геометрична кристалографія. У 2 ч. (2015); В. О. Хмелівський, О. В. Хмелевська. Літологія. Літогенез. Осадкові породи (2015); В. О. Хмелівський. Особливості стадіального аналізу літогенезу (2015); Н. О. Словотенко, І. Т. Бакуменко. Геометрична кристалографія. Ч. 3 (2016); В. В. Фурман, Ю. М. Віхоть, О. М. Павлюк. Основи геофізики (фізика Землі) (2016); Г. І. Гоцанюк, А. В. Іваніна. Історична геологія з основами палеонтології. Ч. 1. Палеонтологія (у схемах, рисунках і таблицях) (2017); Ю. З. Крупський. Глобальні екологічні проблеми Землі та їх моніторинг (2017); І. В. Побережська, О. В. Костюк. Літологічні методи досліджень. Ч. 1. Уламкові породи (2017); М. М. Хом'як, Л. М. Хом'як. Моделювання геодинамічних процесів (2017); В. В. Фурман, Ю. М. Віхоть, О. М. Павлюк. Основи геофізики (фізика геологічних середовищ) (2017); М. М. Хом'як, Ю. Р. Дацюк. Моделювання і прогнозування стану довкілля (регресійна модель мінливості даних та її використання в екології) (2018); Ю. М. Віхоть, І. М. Бубняк, С. Я. Криль, В. В. Фурман. Комп'ютерна графіка в науках про Землю (2019).



Віталій Фурман, Галина Гоцанюк та Сергій Ціхонь зі студентами геологічного факультету в День вишиванки, 18 травня 2017 р.

У 2007 р. вийшов Великий Національний атлас України, у якому автором тектонічних карт України в частині тектоніки Українського щита є Віктор Кирилюк. Разом з Анатолієм Лисаком вони є співавторами тектонічної карти України масштабу 1 : 1 000 000 (2007) та пояснювальної записки до неї. Член редколегії цієї карти – Олександр Бобров, який також є одним з першовідкривачів у надрах України самородного ренію (в ультрабазитових масивах Середнього Побужжя).

Досить різноманітні й інші видання науковців факультету. Серед них “Російсько-український геологічний словник” (укладачі Р. Вовченко, О. Матковський, Л. Бохорська, О. Полубічко, 2011); літературно-публіцистичне видання “Євген Лазаренко – видатна постать ХХ століття” (автори й упорядники О. Матковський, П. Білоніжка, В. Павлишин, 2012); двомовний (українською і польською мовами) геотуристичний путівник по шляху Гео-Карпати (Кросно–Борислав–Яремче) (ред. І. М. Бубняк, А. Г. Солецький, 2013); навчальні матеріали для провідників по шляху Гео-Карпати (за ред. І. Бубняка, А. Солецького, 2013); карта “Шлях Гео-Карпати”, масштаб 1 : 350 000 (Л. Скакун, І. Бубняк, О. Яцожинський, А. Бучинська та ін., 2013) та ін. Опубліковано різноманітні довідково-бібліографічні видання: “Іван Васильович Попівняк. Життєвий і творчий шлях” (укладачі С. І. Ціхонь, С. Я. Кріль, А. І. Городечний, 2012); “Орест Матковський: учений, педагог, організатор науки та освіти (до 85-річчя від дня народження)” (автори й упорядники П. Білоніжка, Є. Сливко, Б. Манчур, Л. Ланчак, Л. Яриш, 2014); “Петро Білоніжка. Життєвий і творчий шлях” (автори й упорядники О. Матковський, Л. Ланчак, Ю. Дацюк, 2015); “Ангеліна Андріївна Ясинська” (П. Білоніжка, О. Матковський, І. Наумко, Є. Сливко, 2019); “Професор Орест Матковський – класик української мінералогії: до 90-річчя від дня народження” (автори й упорядники М. Павлунь, І. Наумко, П. Білоніжка, Є. Сливко, Л. Яриш, 2019).

Факультет підготував понад 5 500 фахівців-геологів та екологів, серед яких понад 60 випускників з інших країн (Алжир, В’єтнам, Камбоджа, Куба, Лаос, Монголія, Німецька Демократична Республіка, Сирія). Протягом останніх десятиліть навчалися чи навчаються нині студенти з Алжиру, Анголи, Екватору, Кот-д’Івуар, Сенегалу, Туркменістану.

За останні 25 років не було жодного Всеукраїнського конкурсу студентських наукових робіт зі спеціальності, де б наші студенти не були в трійці переможців, а протягом останніх чотирьох років на другому етапі Всеукраїнської олімпіади з геології наші студенти часто-густо посідають усі три призиви місця, що засвідчує дуже високий рівень науково-педагогічної школи з геології на факультеті. У цьому велика заслуга проф. В. Узіюка (як керівника наукового студентського товариства) і доц. Л. Скакуна (як наукового керівника більшості призерів).

Випускники геологічного факультету відіграли провідну роль у відкритті й дослідженні алмазних родовищ Якутії, які спрогнозував Володимир Соболев. Серед них такі відомі науковці й виробничники, як Збігнев Бартошинський, Олександр Бобрівич, Микола Зінчук, Василь Коптіль, Володимир Побережський, Анатолій Ротман, Геннадій Смирнов, Олексій Харків та багато інших. Провідними науковцями й педагогами новосибірської мінералогічної школи, очолюваної Володимиром Соболевим, стали наші випускники Валентин Афанасьєв, Ігор Бакуменко, Юрій Долгов, Валерій Золотухін, Вадим Костюк, Микола Соболев, Олена Ушакова, Володимир Хлестов та ін.

Багато випускників факультету денної та заочної форм навчання очолювали чи очолюють виробничі геологічні організації, установи й підприємства геологічного профілю різного рівня й різної форми власності в Україні та за її межами. Серед них Олег Балута,

Володимир Банін, Олександр Бобров, Віктор Боровик, Іван Васишин, Максим Вітик, Богдан Возний, Іван Гарбуз, Михайло Гейченко, Антон Дзідзінський, Микола Жикаляк, Віра Зайцева, Микола Зінчук, Михайло Кочкур, Валентин Кривонос, Анатолій Крючков, Василь Кухарук, Анатолій Лященко, Борис Малюк, Станіслав Металіді, Володимир Москалик, Юрій Москалик, Микола Набок, Михайло Наконечний, Ігор Палкін, Дмитро Панов, Володимир Побережський, Василь Приходько, Олександр Редько, Мойсей Решко, Роман Ровицький, Володимир Сасюк, Володимир Селінний, Олександр Сечкін, В'ячеслав Ситніков, Роман Сliš, Анатолій Терлецький, Ростислав Торчинюк, Роман-Тарас Хомутик, Євген Чорний, Василь Шклянка та багато інших.

Олег Вялов був учасником першої радянської антарктичної експедиції (1955–1956), заклав там початок вітчизняних геологічних досліджень. За його участю вибрано місце для станції Мирний. Олег Степанович здійснив низку далеких перельотів, у тім числі до гори Гаусса – згаслого вулкана на березі моря Дейвіса та в оазу Бангера на узбережжі Східної Антарктиди.

Випускник факультету 1966 р. Павло Резвой 2004 р. на одномісному весловому човні “Maion Lviv” перетнув Атлантичний океан, а 2005 р. на такому ж човні “Україна” – Індійський океан. Його ім'я внесено до Книги рекордів Гіннеса як найстаршої за віком людини, яка подолала таке плавання. Павло Дмитрович став другою людиною у світі, яка має за плечима два океани. У травні 2017 р. його нагороджено Золотим Гербом міста Львова.

Випускник факультету 1959 р. Сергій Данченко – народний артист УРСР (1977), народний артист СРСР (1988), лауреат Національної премії України імені Тараса Шевченка (1978), лауреат Державної премії СРСР (1980), був головним режисером Київського державного академічного українського драматичного театру імені І. Я. Франка.

Випускник факультету 2013 р. Роман Теслюк після закінчення аспірантури в Сідней (Австралія) 2016 р. створив разом з колегою Ігорем Геречком стартап Earth AI, який на основі штучного інтелекту дає змогу з високою точністю прогнозувати нові родовища корисних копалин. Технологія проекту ґрунтується на геофізичних і геохімічних показниках та даних дистанційного зондування й радіометрії. Спеціально створена на основі нейромереж система вивчає й зіставляє отримані дані з інформацією про можливі промислові родовища металів. Отже, Earth AI може виконувати тестове буріння швидше й дешевше. У свердловині, пробуреній в Австралії на першому в світі родовищі, виявленому штучним інтелектом, визначено високий вміст Pb і V. Завдяки цьому Earth AI отримала ексклюзивні права на видобування корисних копалин з 18 перспективних ділянок, виявлених за допомогою її технології.

Неперевершеними були поїздки наших викладачів у Монголію та на Далекий Схід. Першу з них 2010 р. організували і спонсорували монгольські випускники факультету. У подорожі взяли участь Мирослава Бондаренко, Юрій Дорошенко, Орест Матковський, Микола Павлунь, Альберт Сіворонов. Постійні гіді цієї поїздки – Тумур-Очірин Мунхбат і його дружина Гончигин Оюун. Незабутніми були зустрічі в Міністерстві закордонних справ Монголії з випускниками різних навчальних закладів Львова, ознайомлення з меморіальним комплексом Чингізхана й іншими історичними місцями країни, участь у церемонії відкриття національного свята Монголії Наадам на центральному стадіоні Улан-Батора та поїздка на унікальне комплексне золото-мідно-молібденове родовище Оюу-Толгой у пустелі Гобі, відкрите за участю Тумур-Очірин Мунхбата, який нині є віце-президентом з геології міжнародної гірничодобувної компанії “Ріо-Тінто” та почесним консулом України в Монголії.



Родина Степана Петрівського, його бойові побратими, учителі, ректор ЛНУ імені Івана Франка Володимир Мельник та інші учасники урочистого відкриття й освячення меморіальної аудиторії імені Степана Петрівського (ауд. 242) – студента-еколога, який загинув 24 серпня 2014 р. під час обстрілу терористами блокпоста українських сил під Луганськом, 17 квітня 2019 р.

Під час профорієнтаційної поїздки в Старий Самбір делегація факультету завітала в регіональний ландшафтний парк “Верхньодністровські Бескиди“, травень 2019 р.

Справа наліво: директор РЛП Наталія Олійник (наша випускниця 2015 р.), Іван Книш, Надія Кремінь, Петро Волошин, Микола Павлунь, Галина Гоцанюк.





Десята наукова конференція “Проблеми геології фанерозою України”, присвячена 95-й річниці кафедри історичної геології та палеонтології та 120-річчю від народження видатного геолога-палеонтолога Северина Пастернака, 11 жовтня 2019 р.



Першокурсники геологічного факультету, 16 вересня 2020 р.

Не менш вражаючою була поїздка на Далекий Схід Росії у 2011 р. Ореста Матковського, Миколи Павлуна й Альберта Сіворонова. Її організував і спонсорував випускник факультету Олександр Ханчук – академік РАН, директор Далекосхідного геологічного інституту. Тут постійними гідями були випускники факультету Володимир Лосів та його дружина Галина Стронська. Наші професори взяли участь у науковій конференції на тему “Геологічні процеси в обстановках субдукції, колізії і ковзання літосферних плит”, святкуванні 60-річчя акад. О. Ханчука, екскурсій у музеї Владивостока та геологічних екскурсій – наземній за маршрутом Владивосток–Находка і морській по Японському морю.



Наші нагороди (Орест Матковський, Юрій Крупський, Петро Білоніжка, Альбертина Бучинська).

На завершення зазначимо, що нині наш факультет – єдиний в Україні геологічний факультет (після реорганізації геологічного факультету Київського національного університету імені Тараса Шевченка в науково-навчальний “Інститут геології”). Він зазнав значних змін у зв’язку з різким скороченням абітурієнтів та відсутністю державного й госпдоговірною фінансування наукових геологічних та екологічних досліджень. Зменшилась кількість науково-педагогічних та інженерно-технічних працівників. Відбулися зміни в структурі факультету – сім кафедр реорганізовано в чотири: загальної та історичної геології і палеонтології; мінералогії, петрографії і геохімії; геології корисних копалин та геофізики; екологічної та інженерної геології і гідрогеології. Дванадцять навчально-наукових лабораторій об’єднано в шість.

Проте ми не опускаємо руки й віримо в те, що зустрінемо черговий ювілей нашого улюбленого геологічного факультету новими успіхами й науковими досягненнями. Ми й надалі навчатимемо й виховуватимемо нові покоління геологів та екологів, які працюватимуть на благо квітучої незалежної України.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Геологічний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка (1945–2005) : [довід.-інформ. видання] / П. Білоніжка, О. Матковський, М. Павлунь, Є. Сливко. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2008. – 375 с.
2. Геологічний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка (1945–2010) : [довід.-інформ. видання] / П. Білоніжка, О. Матковський, М. Павлунь, Є. Сливко. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 520 с.
3. Геологічному факультету Львівського національного університету імені Івана Франка 75 років : [довід.-інформ. видання] / М. Павлунь, О. Матковський, Є. Сливко, П. Білоніжка, А. Іваніна. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2020. – 208 с.
4. Кафедра історичної геології та палеонтології : [довід.-інформ. видання] / Р. Лещух, А. Іваніна, О. Волошиновська та ін. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2006. – 68 с.
5. Кафедра мінералогії Львівського національного університету імені Івана Франка (1864–2004) / О. Матковський, П. Білоніжка, Л. Скакун, Є. Сливко. – Львів : Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2004. – 136 с.
6. Encyclopedія. Львівський національний університет імені Івана Франка / [вид. рада: І. О. Вакарчук (голова) та ін.]. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка. Т. 1 : А–К. – 2011. – 715 с. ; Т. 2 : Л–Я. – 2014. – 762 с.
7. *Finkel L., Starzyński S.* Historia Uniwersytetu Lwowskiego / L. Finkel, S. Starzyński. – Lwów : Senat Akademicki Uniw. Lwowskiego, 1894.

*Стаття: надійшла до редакції 23.10.2020
прийнята до друку 25.11.2020*

Orest Matkovskiy, Mykola Pavlun, Yevheniia Slyvko

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

**THE BRIGHTEST PAGES OF THE 75-YEAR HISTORY
OF THE FACULTY OF GEOLOGY OF THE IVAN FRANKO
NATIONAL UNIVERSITY OF LVIV**

The preconditions for the opening of the Faculty of Geology, its history and the most important achievements during 1945–2010 and the last decade (2011–2020) are briefly analyzed.

Geology at the University began with mineralogical collections of the Cabinet of Natural History, inherited from the Jesuit College, on the basis of which the University of Lviv was founded in 1661, as well as with activities at the Faculty of Philosophy in the late XVII century of Prof. Belsazar Hacquet (the first geologist at the University, whose name is associated with mineralogical and petrographic studies of the Trans-Dniester region flints and minerals of the Carpathians) and our compatriot Count Stanisław Dunin-Borkowski (he laid the foundations of chemical and mineralogical research of geological objects in his own laboratory near Lviv).

The Faculty of Geology was founded in 1945 and had seven Departments: Mineralogy, Crystallography, Petrography, Geophysics, General Geology, Historical Geology and Palaeontology, Geology of the USSR.

Such outstanding scientists and teachers, professors and future academicians as Oleg Vialov, Yevhen Lazarenko, Volodymyr Porfiriev, Volodymyr Selskyi, Volodymyr Sobolev, Seraphim Subbotin successfully worked at the Faculty and made a significant contribution to the development of scientific research and training of geologists.

The achievements of the scientific schools formed at the Faculty, the brightest achievements of the Faculty in scientific research and training of highly qualified geologists and ecologists, the contribution of graduates of the Faculty to the development of mineral resources of Ukraine and other countries are characterized.

Information on the latest changes in the structure of the Faculty is given: seven Departments have been reorganized into four – General and Historical Geology and Palaeontology; Mineralogy, Petrography and Geochemistry; Minerals Geology and Geophysics; Ecological and Engineering Geology and Hydrogeology. Twelve educational and research laboratories have been combined into six.

Key words: Faculty of Geology, Ivan Franko National University of Lviv, scientific school, students, geologists, ecologists, graduates.

UDC 549.75:550.42:551.242.5.055:571

Nataliia Bilyk, Iryna Poberezhska, Yevheniia Slyvko

*Ivan Franko National University of Lviv,
4, Hrushevskoho St., Lviv, Ukraine, 79005,
natbilyk@i.ua; irina_pober@ukr.net; emslivko@i.ua*

PECULIARITIES OF X-RAY LUMINESCENCE OF APATITE FROM CARBONATITES AND POSSIBILITIES OF THEIR USE FOR SEARCH PURPOSES

X-ray luminescence of apatite from different genetic types of apatite-bearing rocks has been studied to elucidate its geochemical characteristics and the possibility of using it as an indicator mineral for ore formation conditions. Apatite of different genesis from the rocks of the Ukrainian, Aldan and Baltic shields, the Baikal region, the Sette-Daban ridge and the Maimecha-Kotui province of Yakutia has been researched. The luminescence intensity of characteristic isomorphic trace elements of apatite – TR^{3+} (Gd^{3+} , Ce^{3+} , Eu^{2+} , Dy^{3+} , Sm^{3+} , Nd^{3+}) and Mn^{2+} has been studied. The obtained results can be used to determine the genetic type of apatite-bearing rocks, the type of mineralization, the conditions of mineral formation and for research purposes.

Key words: apatite, carbonatites, X-ray luminescence, isomorphic trace elements, rare earth elements.

Introduction. Apatite is formed under various geological conditions and occurs in different types of igneous, sedimentary and metasomatic rocks. Igneous apatite ores supply up to 20 % of world phosphate production [11]. Apatite is an important accessory mineral of many igneous and metamorphic rocks. Its presence and distribution are often used to model geological processes. Apatite is the main industrial mineral in deposits of rare earth elements and phosphate raw materials, which are associated with carbonatites and associated alkaline rocks. The wide *PT*-range of magma crystallization conditions during apatite formation causes variations in its chemical composition [20, 21, 23–26]. Features of the structure of the mineral determine the possibility of concentration in it of elements that occur in the Earth's crust in small quantities (especially rare earths). The structure of apatite controls or affects the patterns of distribution of these elements depending on the physicochemical parameters of the igneous, metamorphic or metasomatic system. Therefore, apatite is considered a sensitive indicator of mineral formation conditions [9].

Formulation of the problem. Apatite as a characteristic accessory or rock-forming mineral in rocks of different genesis has been studied somewhat less compared to other rock-forming and ore minerals. This is largely due to the complexity of laboratory and analytical studies (separation of pure monofractions, determination of the trace elements content, etc.) [9]. Based on the features of apatite X-ray luminescence, we tried to determine its belonging to rocks of a certain genetic type and the possibility of using them for search purposes.

Analysis of recent research and publications. There are many publications devoted to the study of the luminescent properties of apatite. In [15], A. Portnov and B. Gorobets described the features of photoluminescence of apatite from rocks of different genetic type and the possibility of using luminescence data as indicator features of the mineral. In [7], V. Guliy, L. Kopylova and G. Kuznetsov presented the results of the study of apatite X-ray luminescence spectra from different rocks of the Aldan, Baltic and Ukrainian shields, the Baikal region, the Sette-Daban ridge and the Maimecha-Kotui province of Yakutia. The researchers concluded that the use of X-ray luminescent data does not allow determining the genetic type of primary apatite-bearing rocks. In addition, the authors concluded about the unified geochemical specialization for rare earth elements of individual rock massifs. Therefore, according to the X-ray luminescence of apatite, it is possible to determine its formation belonging to carbonatite-bearing complexes with a high probability. A. Tarashchan, G. Kuznetsov, and O. Povarennykh [18] investigated the luminescence spectra of rare-earth ions in apatite crystals (natural and TR-ion-activated by the solid-phase diffusion method) to determine the structural position of trace element centres. Work in this direction was continued by B. Gorobets and A. Rohozhyn [5]. In [9], O. Dubyna and co-authors substantiated the correlation between the geochemical parameters of apatite and its belonging to rocks of a certain genetic type, with which complex (apatite-ilmenite, apatite-rare earth, etc.) or only apatite mineralization associates. Scientists have found that the nature of the distribution of trace elements in apatite depends on the petro- and geochemical characteristics of the host rocks, the peculiarities of their differentiation and fractionation of magmatic melts from which they have been crystallized. In [8], O. Dubyna and colleagues focused on determining the content of rare earth and other elements in apatite from rocks of the Chernihivskiy carbonatite massif (Ukrainian Shield). The authors of [22] proposed to use the relationship between the composition of apatite, its structure, X-ray luminescence and the type and intensity of changes in porphyry rocks as a potentially fast and effective method for the study of porphyry mineralization.

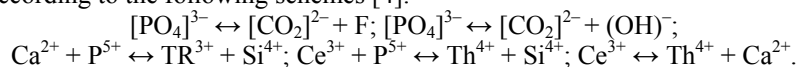
The **purpose** of the article is to analyze the X-ray luminescent characteristics of apatite from rocks of different genetic types and to evaluate the possibility of using the ratio of apatite luminescence intensities from carbonatites of different deposits for search purposes.

Research methods. X-ray luminescence spectra were studied in the spectral range of 200–800 nm. Excitation of the spectra was performed using an X-ray tube БСВ-21 with a cobalt anticathode at a voltage of 30 kV and a current of 15 mA. Measurements were performed at room temperature using an automated installation based on a monochromator МДР-23. A photoelectric multiplier ФЕП-106 was used as a radiation receiver. The registration of experimental data at the output of the ФЕП is provided by the use of a computer program, which set the required number of photons at each point of a given spectral interval and the step of scanning the spectrum, followed by processing the measurement results.

Research results. We studied apatite of different genesis from the rocks of the Ukrainian, Aldan and Baltic shields, the Baikal region, the Sette-Daban ridge and the Maimecha-Kotui province in Yakutia. Apatite-bearing rocks are represented by the following varieties: metamorphosed (primary-sedimentary) pyroxene rocks of the Precambrian [6]; marbles and calciphyres formed on Precambrian carbonate rocks [19]; apatite-carbonate deposits of the Aldan Shield, formed due to repeated recrystallization and metasomatic alteration of the primary sedimentary substrate or ancient crusts of weathering [3, 13]; Precambrian magnesium me-

tasomatites (skarns); granite pegmatites of Precambrian age [12]; gabbro [10]; pyroxenites [17]; ultrabasic complexes with carbonatites [16].

The structure of apatite was determined in 1930, and since then it has been repeatedly confirmed by many authors [1]. It is characterized by three types of polyhedra: Ca_I and Ca_{II} (in accordance with the two cationic positions in the structure) and $[PO_4]^{3-}$ [11]. Coordination of Ca_I is 9O (more precisely, 6O + 3O), coordination of Ca_{II} – 6O + 1F (or 6O + Cl). The ratio of $Ca_I : Ca_{II}$ is 2: 3 [14]. The presence of three crystallochemical positions in the structure of apatite – two cationic and one anionic – contributes to a broad heterovalent substitution in the mineral according to the following schemes [4]:



The distribution of isomorphic trace elements between crystallochemical positions will depend on the type of cation, its amount, as well as anionic substitutions [11]. TR and Sr atoms often replace Ca_{II} positions instead of Ca_I [2].

What is the reason for using the method of X-ray luminescence? Firstly, it is an express method, secondly, it requires a minimum amount of starting material, and thirdly, it is due to certain crystallochemical characteristics of apatite. The luminescence of natural apatite is due to the entry into its structure of ions of rare earth elements, which are in only one crystallochemical position of calcium [18]. There are intense bands TR^{3+} (Gd^{3+} , Ce^{3+} , Eu^{2+} , Dy^{3+} , Sm^{3+} , Nd^{3+}), as well as Mn^{2+} in the luminescence spectra of apatite. The luminescent properties of apatite have been studied in considerable detail [5, 7, etc.].

Table 1 shows the value of the intensity of luminescence centres in apatite from the rocks of different genesis.

Table 1

Intensity of luminescence centres in apatite

Apatite-bearing rocks	Luminescence centres						
	Gd^{3+}	Ce^{3+}	Eu^{2+}	Dy^{3+}	Mn^{2+}	Sm^{3+}	Nd^{3+}
Pyroxene rocks (31)*	$\frac{0-45^{**}}{10}$	$\frac{0-620}{86}$	$\frac{0-495}{141}$	$\frac{0-56}{16}$	$\frac{0-2800}{642}$	$\frac{0-940}{267}$	$\frac{0-80}{34}$
Calciphyres (10)	$\frac{0-40}{58}$	$\frac{0-300}{214}$	$\frac{0-850}{10}$	$\frac{0-22}{10}$	$\frac{55-2500}{438}$	$\frac{0-360}{99}$	$\frac{0-37}{17}$
Apatite-carbonate rocks (49)	$\frac{0-60}{3}$	$\frac{0-575}{120}$	$\frac{15-790}{120}$	$\frac{0-310}{15}$	$\frac{0-1620}{149}$	$\frac{0-2600}{193}$	$\frac{0-110}{30}$
Magnesium metasomatites (skarns) (7)	$\frac{0-8}{2}$	$\frac{0-178}{77}$	$\frac{37-210}{85}$	$\frac{2-10}{6}$	$\frac{18-635}{146}$	$\frac{0-60}{29}$	$\frac{0-10}{6}$
Pegmatites (28)	$\frac{0-17}{4}$	$\frac{0-100}{12}$	$\frac{42-329}{106}$	$\frac{4-46}{19}$	$\frac{120-8500}{2708}$	$\frac{0-1000}{130}$	$\frac{6-70}{21}$
Gabbro (11)	$\frac{0-87}{25}$	$\frac{0-1420}{253}$	$\frac{53-750}{225}$	$\frac{0-130}{32}$	$\frac{400-2300}{1170}$	$\frac{0-1820}{390}$	$\frac{0-110}{31}$
Pyroxenites (8)	$\frac{0-17}{5}$	$\frac{0-930}{321}$	$\frac{74-400}{229}$	$\frac{1-43}{18}$	$\frac{67-3840}{1248}$	$\frac{0-1500}{328}$	$\frac{0-80}{27}$
Carbonatites (107)	$\frac{0-11}{7}$	$\frac{0-351}{275}$	$\frac{0-700}{21}$	$\frac{3-44}{8}$	$\frac{30-1080}{737}$	$\frac{0-650}{48}$	$\frac{3-160}{11}$

* Number of analyzes.

** In the numerator – the limits of fluctuations, in the denominator – the average value.

Analysis of data from Table 1 testified as follows. Wide variations of the mean intensity were found for some luminescence centres: Mn^{2+} – from 146 in magnesium metasomatites to 2708 in pegmatites, Nd^{3+} – from 6 in magnesium metasomatites to 34 for pyroxene rocks, Ce^{3+} – from 12 in pegmatites to 275 for ultrabasic alkaline complexes with carbonatites. These data can serve as a preliminary criterion for the separation of apatite from different genetic types of rocks. More reliable information can be obtained through the use of factor analysis, which will be based on significant statistical material [7]. The factor diagram (Fig. 1), which is based on X-ray luminescence analysis, shows the figurative points of intensity of luminescence centres in apatite of different genetic types of rocks and the corresponding fields.

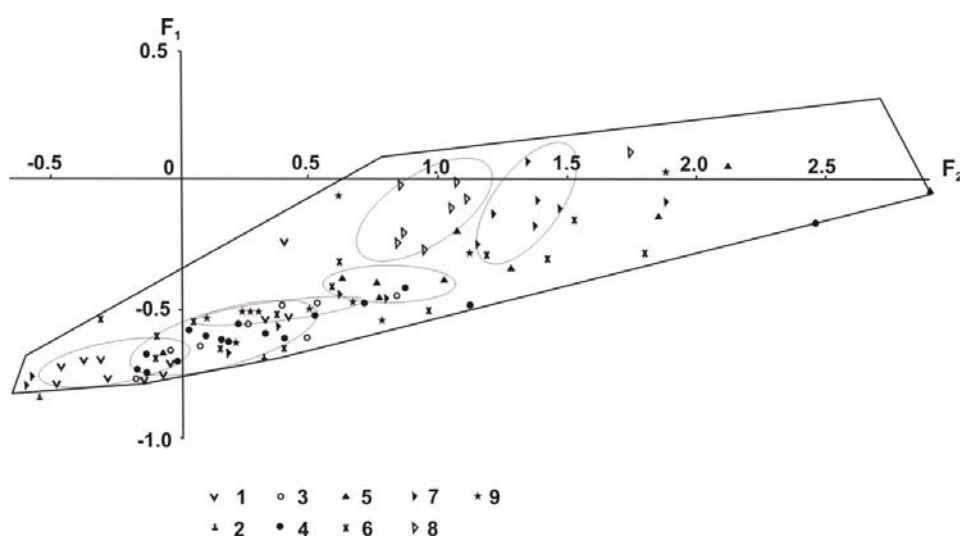


Fig. 1. Location of figurative points of luminescence centres intensity in apatite from ijolite-carbonatite complexes [7].

Apatite-containing rocks: 1 – ijolites; 2 – turjites; 3 – forsterites; 4 – apatite-forsterite-magnetite rocks; 5 – calcite-forsterite-magnetite rocks; 6 – calcite carbonatites; 7 – calcite-forsterite-magnetite rocks with tetraferriphlogopite; 8 – calcite carbonatites with tetraferriphlogopite; 9 – dolomite-magnetite rocks and dolomite carbonatites.

Figure 1 shows a clear trend: regardless of the genetic type of the analyzed rocks and their location (Kola Peninsula, Sette-Daban ridge in Yakutia), the fields of figurative points overlap, and all points fall into one large field bounded by the first and second factors. Therefore, according to X-ray luminescence, the studied apatite grains belong to carbonatite-bearing complexes. A smaller division of separate groups of figurative points showed that figurative points of apatite from earlier rocks (field of ijolites) are concentrated in the left part of the field, and the latest (field of calcite-forsterite-magnetite rocks with tetraferriphlogopite) – in the right one. Therefore, the intensity of the luminescence centres of rare earth elements in the apatite of each complex depends on the relative age of the mineral in consistently formed groups of rocks [7].

X-ray luminescence of apatite from carbonatite rocks was studied separately. Carbonatites and apatite-carbonate-magnetite rocks (ores) from the Kovdor deposit (Murmansk region) and carbonatites from the Yraas deposit (Maimecha-Kotui province, Yakutia) have been analyzed

(Table 2). It turned out that there are no significant differences in the values of the intensity of the centres of luminescence in apatite. Slightly lower luminescence intensity of Eu^{2+} and Sm^{3+} was recorded in apatite-forsterite carbonatites, and slightly lower intensity of Eu^{2+} luminescence – in apatite-carbonate-magnetite rocks (ores).

Table 2

Intensity of luminescence centres in apatite from carbonatites

Rocks	Luminescence centres						
	Gd^{3+}	Ce^{3+}	Eu^{2+}	Dy^{3+}	Mn^{2+}	Sm^{3+}	Nd^{3+}
Carbonatites, Kovdor	$\frac{0-25}{8}$	$\frac{0-750}{284}$	$\frac{0-168}{5}$	$\frac{3-28}{7}$	$\frac{172-1237}{682}$	$\frac{0-145}{38}$	$\frac{3-22}{9}$
Apatite-forsterite carbonatites, Kovdor	$\frac{4-9}{6}$	$\frac{86-270}{149}$	0	$\frac{3-8}{5}$	$\frac{594-1187}{843}$	0	$\frac{0-7}{4}$
Apatite-carbonate- magnetite rocks (ores), Kovdor	$\frac{4-25}{9}$	$\frac{86-925}{402}$	0	$\frac{2-17}{8}$	$\frac{128-1281}{832}$	$\frac{0-174}{57}$	$\frac{2-18}{10}$
Carbonatites, Yraas	$\frac{0-13}{4}$	$\frac{0-535}{185}$	$\frac{0-270}{17}$	$\frac{0-418}{34}$	$\frac{0-2001}{418}$	$\frac{0-234}{48}$	$\frac{0-43}{11}$

According to Tables 1 and 2, diagrams in the coordinates $[\text{Ce}^{3+}/(\text{Ce}^{3+}+\text{Eu}^{2+})]$ – $[\text{Sm}^{3+}/(\text{Sm}^{3+}+\text{Mn}^{2+})]$ have been constructed (Fig. 2). In diagram 2, A, constructed according to Table 1, it is seen that each genetic type of apatite corresponds to a certain set of elements, and the concentrations of Sm^{3+} , Mn^{2+} , Eu^{2+} and Ce^{3+} differ. The ratios of the intensity of X-ray luminescence centres in the mineral of apatite-carbonate rocks and pegmatites differ significantly. Instead, close geochemical formation conditions can be predicted for gabbro, magnesium metasomatites and carbonatites, as well as for calciphyres and pyroxenites. Therefore, using the values of the intensities of apatite X-ray luminescence, it is possible to predict the genetic type of the deposit. In diagram 2, B, constructed according to Table 2, we can see the narrow limits of fluctuations in the ratios of the intensities of apatite from carbonatites located in different areas. This suggests that they were formed under the same or similar geochemical conditions.

Conclusions. The peculiarities of the structure of apatite determine the concentration of many chemical elements in it, in particular rare earth elements, and affect their distribution in the mineral depending on the physicochemical parameters of the mineral formation environment. Therefore, apatite is considered a sensitive indicator of its formation conditions. The content of rare earth elements and X-ray luminescence of apatite are influenced by such factors as the chemical composition of the primary melt from which the rock has been crystallized, the degree of its differentiation, crystallization mechanism, saturation of the system with phosphorus, sequence and time of mineral crystallization, physicochemical parameters of magmatic system etc.

Studies of the X-ray luminescence of apatite from rocks of different genetic types indicate a certain difference in the intensities of the centres of luminescence in apatite of different genesis. This may serve as a preliminary criterion for the separation of apatite. Based on the data of factor analysis, we can assume that the intensity of the luminescence centres of rare earth elements in the apatite of each rock complex depends on the relative age of the mineral in the groups of rocks that have been successively formed.

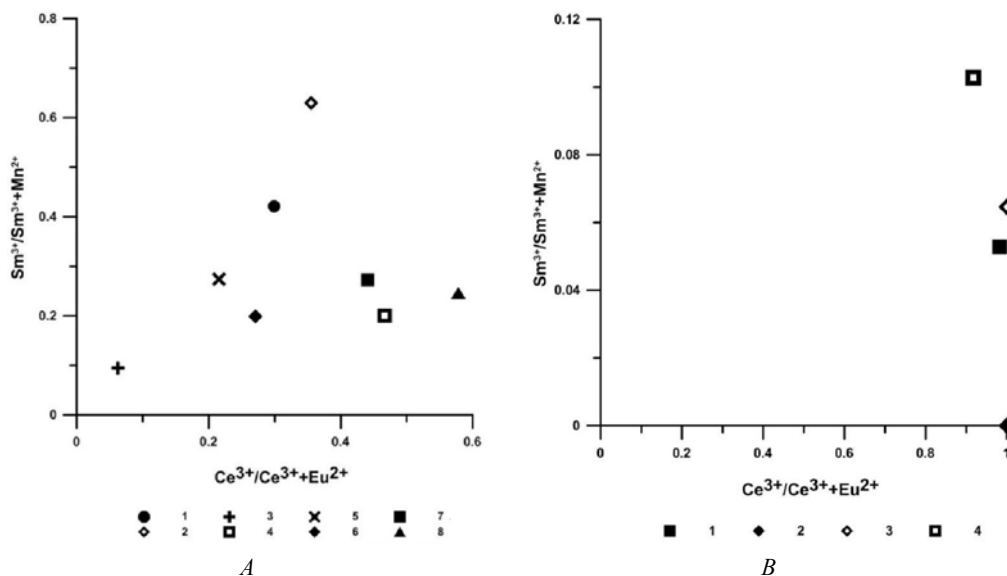


Fig. 2. Diagrams of the ratio of the X-ray luminescence centres intensities in apatite from different genetic type rocks (A) and carbonatites (B) in the coordinates of $[Ce^{3+}/(Ce^{3+}+Eu^{2+})]-[Sm^{3+}/(Sm^{3+}+Mn^{2+})]$.

A: 1 – pyroxene rocks; 2 – apatite-carbonate rocks; 3 – pegmatites; 4 – gabbro; 5 – calciphyres; 6 – pyroxenites; 7 – magnesium metasomatites (skarns); 8 – carbonatites; B: 1–3 – Kovdor deposit: 1 – carbonatites, 2 – apatite-forsterite carbonatites, 3 – apatite-carbonate-magnetite rocks (ores); 4 – carbonatites of the Yraas deposit.

Analysis of apatite from carbonatite rocks of different deposits showed minimal fluctuations in the ratios of X-ray luminescence intensity (Ce^{3+} , Sm^{3+} , Mn^{2+} , Eu^{2+}). This may indicate a close geochemical situation and, as a consequence, the only source of matter during the formation of carbonatites.

The authors are sincerely grateful to Prof. V. Guliy for the provided material and consultations during the writing of the article.

REFERENCES

1. Белов Н. В. Об изоморфных замещениях в группе апатита / Н. В. Белов // Докл. АН СССР. – 1939. – Т. 22, № 2. – С. 90–93.
2. Борисов С. В. Кристаллохимия некоторых минералов группы апатита / С. В. Борисов, Р. Ф. Клевцова // Рентгенография минерального сырья. – М., 1964. – Сб. 4. – С. 62–66.
3. Булах А. Г. Генезис Селигдарского месторождения апатита и проблема поиска его аналогов / А. Г. Булах // Геология, поиски и разведка нерудных полезных ископаемых. – Л.: ЛГИ, 1983. – С. 74–80.
4. Годовиков А. А. Минералогия / А. А. Годовиков. – М.: Недра, 1983. – 647 с.
5. Горобец Б. С. Спектры люминесценции минералов: справочник / Б. С. Горобец, А. А. Рогожин. – М.: Изд-во ВИМС, 2001. – 312 с.

6. Гулий В. Н. Апатит в докембрийских породах Алданского щита / В. Н. Гулий // Проблемы метасоматизма и рудообразования Забайкалья. – Новосибирск, 1985. – С. 135–139.
7. Гулий В. Н. Рентгеновская люминесценция при разделении апатитов / В. Н. Гулий, Л. Н. Копылова, Г. В. Кузнецов // Советская геология. – 1989. – № 21. – С. 86–93.
8. Дубина О. В. Изоморфизм в TR-апатитах Чернігівського карбонатитового масиву / О. В. Дубина, С. Г. Кривдік, В. Б. Соболев // Мінерал. журн. – 2012. – Т. 34, № 3. – С. 22–33.
9. Закономірності розподілу REE, Y і Sr в апатитах ендегенних родовищ Українського щита (за даними ICP-MS) / О. В. Дубина, С. Г. Кривдік, А. І. Самчук та ін. // Мінерал. журн. – 2012. – Т. 34, № 2. – С. 80–99.
10. Зверев А. С. Геология месторождений апатита, методика их прогнозирования и поисков / А. С. Зверев, Р. М. Файзуллин. – М. : Недра, 1980. – 268 с.
11. Кнубовец Р. Что такое апатит? / Р. Кнубовец // Клуб русскоязычных ученых штата Массачусетс. Второе дыхание : [сб. статей]. – Бостон, 2012. – Вып. 27. – С. 14–23.
12. Минералогия Криворожского бассейна / Е. К. Лазаренко, Ю. Г. Гершойг, Н. И. Бучинская и др. – Киев : Наук. думка, 1977. – 544 с.
13. Парфенов В. Д. Метаморфогенная апатитоносность древних толщ Центрального Алдана / В. Д. Парфенов, Н. И. Юдин. – М. : Наука, 1982. – 132 с.
14. Поваренных А. С. Кристаллохимическая классификация минеральных видов / А. С. Поваренных. – Киев : Наук. думка, 1966. – 548 с.
15. Портнов А. М. Люминесценция апатита из различных типов горных пород / А. М. Портнов, Б. С. Горобец // Докл. АН СССР. – 1969. – Т. 184, № 1. – С. 199–202.
16. Римская-Корсакова О. М. Типохимические особенности апатита Ковдорского комплексного месторождения / О. М. Римская-Корсакова, Н. И. Краснова, Л. Н. Копылова // Минералогия и геохимия. – 1979. – Вып. 6. – С. 58–70.
17. Рундквист Д. В. Критерии прогнозной оценки территории на твердые полезные ископаемые / Д. В. Рундквист. – Л. : Недра, 1978. – 607 с.
18. Таращан А. Н. О структурном положении редкоземельных центров излучения в апатите / А. Н. Таращан, Г. В. Кузнецов, А. С. Поваренных // Геол. журн. – 1975. – Т. 35, вып. 5. – С. 82–86.
19. Физико-химические условия метаморфизма карбонатных пород докембрия / Ю. П. Мельник, Р. И. Сироштан, В. В. Радчук, Л. И. Иванова. – Киев : Наук. думка, 1984. – 136 с.
20. Cathodoluminescence and microprobe study of rare-earth elements in apatite / P. L. Roeder, D. MacArthur, X. P. Ma and G. R. Palmer // Amer. Mineral. – 1987. – Vol. 72. – P. 801–811.
21. Farver J. R. Oxygen and strontium diffusion kinetics in apatite and potential applications to thermal history determination / J. R. Farver, and B. J. Giletti // Geochim. Cosmochim. Acta. – 1989. – Vol. 53. – P. 1621–1631.
22. Hydrothermal alteration revealed by apatite luminescence and chemistry: A potential indicator mineral for exploring covered porphyry copper deposits / Farhad Bouzari, Craig J. R. Hart, Thomas Bissig, and Shaun Barker // Econ. Geol. – 2016. – Vol. 111. – P. 1397–1410.
23. Rock-forming Minerals / L. L. Y. Chang, William Alexander Deer, Robert Andrew Howie, J. Zussman. – London : Geological Society, 1996. – 383 p.

24. *Ronsbo J. G.* Coupled substitutions involving REEs and Na and Si in apatites in alkaline rocks from the Ilimaussaq intrusion, South Greenland, and the petrological implications / J. G. Ronsbo // Amer. Mineral. – 1989. – Vol. 74. – P. 896–901.
25. *Stoppa F.* Chemical composition and petrogenetic implications of apatites from some ultra-alkaline Italian rocks / F. Stoppa and Liu Y. // Eur. J. Mineral. – 1995. – N 7. – P. 391–402.
26. *Watson E. B.* Apatite/liquid partition coefficients for the rare earth elements and strontium / E. B. Watson and T. H. Green // Earth Planet. Sci. Lett. – 1981. – Vol. 56. – P. 405–421.

*Стаття: надійшла до редакції 21.10.2020
прийнята до друку 25.11.2020*

Наталія Білик, Ірина Побережська, Євгенія Сливко

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005,
natbilik@i.ua; irina_pober@ukr.net; emslivko@i.ua*

ОСОБЛИВОСТІ РЕНТГЕНОЛЮМІНЕСЦЕНЦІЇ АПАТИТУ З КАРБОНАТИВ ТА МОЖЛИВОСТІ ЇХНЬОГО ВИКОРИСТАННЯ З РОЗШУКОВОЮ МЕТОЮ

Досліджено особливості рентгенолюмінесценції апатиту з апатитонесних порід різного генетичного типу для з'ясування можливості застосування його як мінералу-індикатора умов рудоутворення. Вивчали апатит із карбонатитів, різноманітних апатит-карбонатних та ультраосновних порід, скарнів, пегматитів та інших утворень Українського, Алданського та Балтійського щитів, Прибайкалля, хребта Сетте-Дабан та Маймеча-Котуйської провінції Якутії. Для визначення інтенсивності люмінесценції характерних ізоморфних домішок апатиту (Gd^{3+} , Ce^{3+} , Eu^{2+} , Dy^{3+} , Sm^{3+} , Nd^{3+} , Mn^{2+}) використано рентгенолюмінесцентний аналіз. Зроблено висновок, що значення інтенсивності люмінесценції TR^{3+} і Mn^{2+} в апатиті можна використовувати для визначення генетичного типу апатитонесних порід, типу мінералізації, умов мінералоутворення та з розшуковою метою.

Ключові слова: апатит, карбонатити, рентгенолюмінесценція, ізоморфні елементи-домішки, рідкісноземельні елементи.

УДК 551.311.231:553.08(571.56)

Николай Зинчук

Западно-Якутский научный центр Академии наук РС(Я),
ул. Ленина, 4/1, Мирный, РФ, 678170,
nanzinchuk@rambler.ru

МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ И ФОРМАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ АЛМАЗОНОСНЫХ ТОЛЩ

На основании детального изучения структурно-формационных особенностей формирования верхнедевонско-каменноугольных кор выветривания на терригенно-карбонатных породах и кимберлитах, а также отложений, обогащенных продуктами их перераспределения, восстановлены специфические особенности образования продуктивных горизонтов верхнего палеозоя основных алмазоносных районов Сибирской платформы. В их пределах выделены площади, благоприятные для формирования и сохранения ореолов рассеяния кимберлитового (в том числе алмазоносного) материала. Анализ фаций верхнепалеозойских отложений и особенностей их размещения позволил выяснить, что с момента корообразования и до завершения позднепалеозойского осадконакопления денудация пород региона была незначительна; она происходила в основном по водотокам, где максимально достигала 50 м. Обоснована необходимость дифференцированного подхода к изучению условий образования различных фаций алмазоносных отложений PZ_3 континентального и прибрежно-морского генезиса. Их комплексное исследование позволит локализовать конкретные площади, благоприятные для формирования древних россыпей алмазов, или обнаружить кимберлитовые трубки.

Ключевые слова: кора выветривания, осадочная порода, алмазоносная россыпь, кимберлитовая трубка, верхний палеозой, Сибирская платформа.

Рассматриваемая территория охватывает Малоботуобинский алмазоносный район (МБАР) и сопредельные площади, которые структурно находятся в пределах крупной древней (дофанерозойского заложения) структуры Сибирской платформы (СП) – Непско-Ботуобинской антеклизы, точнее её северо-восточного окончания – Ботуобинского сводового поднятия (БСП), на которое с северо-западной стороны наложилось юго-восточное крыло Тунгусской верхнепалеозойской синеклизы (ТВС), а с юго-восточной – Ангаро-Вилуйский мезозойский прогиб (АВМП) [1–12, 15–17, 19–31]. Сводовая часть БСП была границей раздела позднепалеозойского и мезозойского осадконакопления в виде так называемой структурной террасы – полосы шириной 25–30 км, протягивающейся через весь регион в северо-восточном направлении [13, 14, 17–20, 23, 25, 27, 28]. Причем верхние горизонты отложений PZ_3 и MZ частично перекрывали и эту структурную террасу, а их полные разрезы обнаружены за её пределами и в долинах палеоводотоков, бравших начало в сводовой части БСП. В МБАР открыто семь кимберлитовых трубок (Мир, Спутник, Дачная, имени XXIII съезда КПСС, Интернациональ-

ная, Амакинская (два тела – Южное и Северное) и Таёжная, две самостоятельные кимберлитовые дайки (Ан-21 и Южная) и целый ряд сопряжённых с трубками даек кимберлитов (например, у трубки Интернациональная таких даек десять). В этом районе обнаружены пока единственные на СП россыпи алмазов промышленного значения, приуроченные к терригенным отложениям PZ_3 (россыпи Восточная и Западная) и MZ (Водораздельные галечники, Дачная-I, Глубокая, Новинка, Геофизическая и Солур), а также россыпные проявления алмазов верхнепалеозойского и мезозойского возраста [1–3, 13, 14, 17, 26–29]. Кимберлитовые трубки Мир, Спутник, Амакинская выходят на современную дневную поверхность, а остальные кимберлитовые тела (частично – диатрема Таежная) перекрыты мезозойскими образованиями. Кимберлитовых трубок под верхнепалеозойскими осадками здесь до сих пор не обнаружено, хотя определённые перспективы есть.

В региональном плане все открытые в районе месторождения алмазов расположены в сводовой части БСП, то есть в пределах структурной террасы или в верхних частях её склона [4, 6, 7, 15, 16, 18]. В настоящее время в МБАР проводят оценку остаточных перспектив алмазности с целью восполнения сырьевой базы для действующих здесь более 60 лет алмазодобывающих предприятий. Поисковые работы проводят на отдельных перспективных участках, где широко развиты терригенные отложения PZ_3 и MZ , перекрывающие среднепалеозойские кимберлитовые тела, поскольку открытые площади (на которых кимберлитовмещающие терригенно-карбонатные породы PZ_1 выходят на дневную поверхность) уже детально изучены. В результате проведенных в разное время алмазописковых работ в районах развития верхнепалеозойских образований обнаружены ореолы рассеяния индикаторных минералов кимберлитов (ИМК). Эти ореолы зачастую территориально оторваны от известных кимберлитовых тел и имеют некоторые специфические особенности, связанные с неоднократным перемыванием и переотложением пород [2, 29]. Всё это затрудняет поиски по ним их коренных источников. Осложняющим фактором при поисках кимберлитовых трубок на закрытых площадях является также отсутствие ореолов рассеяния ИМК вблизи и непосредственно над ними, а также слабая намагниченность кимберлитов некоторых тел (трубки имени XXIII съезда КПСС, Интернациональная, Ботубинская и Нюрбинская).

Для восстановления путей миграции этих ореолов и определения предполагаемых областей их сноса необходимо исследовать структурно-формационные и генетические особенности формирования продуктивных на алмазы отложений PZ_3 . Важным является достоверное расчленение рассматриваемых осадочных толщ, восстановление условий их формирования, изучение процессов корообразования, предшествовавших накоплению этих отложений, их сохранности в последующие этапы геологической истории. Определяющими являются структурно-тектонические особенности региона до, во время и после формирования продуктивных толщ PZ_3 . Эти толщи представлены здесь тремя свитами: лапчанской ($C_{2-3}l$), ботубинской (P_1bt) и боруллойской (P_2br).

Лапчанская свита представлена темно-серыми глинами и алевролитами с прослоями песков общей мощностью 20–25 м. В нижней части разреза иногда появляются прослой и линзы гравелитов, галечников и брекчий мощностью до 1 м. В составе местного обломочного материала есть щебень (до 10 см) терригенно-карбонатных пород, галька (до 3 см) кремней и окремнелых известняков, а чуждого – редкая мелкая хорошо окатанная галька кварца и кварцитов [8, 9, 11, 26–28]. *Ботубинская свита* сложена зеленовато-серыми полимиктовыми песками (песчаниками) и углистыми алевролитами с подчинёнными галечниками и аргиллитами, общая мощность – 70–95 м. Свита залегают

с размывом на отложениях лапчанской свиты или на эродированной поверхности пород PZ_1 . Пески и алевролиты образуют два мезоритма, отвечающие двум подсвитам. Нижняя подсвита (50–55 м) сложена зеленовато-серыми мелко- и среднезернистыми (редко крупнозернистыми до гравелитов) песками кварцевого и граувакково-кварцевого состава [6–8, 31]. Верхняя часть разреза (10–12 м) представлена темно-серыми до черных плотными глинами, алевролитами и прослоями мелкозернистых песков и углисто-глинистых пород. Горизонты (до 1 м) с крупнообломочным материалом тяготеют к низам разреза и обогащены мелкой галькой преимущественно кварц-кремнистого состава (реже кварцитов и эффузивов) и обломками подстилающих терригенно-карбонатных пород PZ_1 . *Боруллойдская свита* представлена зеленовато-серыми и белыми разнозернистыми кварц-полевошпатовыми песками (песчаниками) с линзовидными прослоями алевролитов, местами углистых. В основании фиксируют базальные галечники (конгломераты). Залегают эти отложения с размывом на различных горизонтах ботубинской свиты и пород PZ_1 . В составе свиты также выделяют две подсвиты общей мощностью в полных разрезах до 100–170 м. Нижняя часть нижней подсвиты (8–14 м) сложена зеленовато-желтовато-серыми средне- и крупнозернистыми песками с базальными гравелитами и галечниками мощностью до 2 м. Грубообломочный материал представлен галькой кварцитов, кварца, кремней, эффузивов (часто выветрелых) и слабо окатанными обломками терригенно-карбонатных пород. Выше залегают глины и алевролиты с маломощными прослоями углей, с размывом перекрытые пачкой (30–40 м) желтовато-серых средне- и мелкозернистых песков. Верхняя часть нижней подсвиты сложена темно-серыми алевролитами, плотными глинами и углистыми образованиями. Верхняя подсвита боруллойдской свиты (до 25 м) представлена светлыми мелко- и среднезернистыми песками.

Несколько отличающийся от описанного разрез вулканогенно-терригенных отложений среднего карбона–нижнего триаса отмечен в Далдыно-Алакитском алмазоносном районе (ДААР), где они с размывом, угловым и резким стратиграфическим несогласием залегают на различных горизонтах PZ_1 , коре выветривания (КВ) терригенно-карбонатных пород и перекрывают многие кимберлитовые трубки [1, 12, 23, 25–29]. При относительно небольшой мощности (за исключением отдельных участков) эта толща имеет сложное строение, ей присущи фациальная невыдержанность и изменчивость по площади. Большинство исследователей [8, 11, 22, 23, 26, 29] разделяют этот комплекс пород на три толщи: нижнюю (C_2-P_1), среднюю (P_2) и верхнюю туфогенную (P_2-T_1).

Расчленение отложений верхнего палеозоя рассматриваемого региона – очень важная задача, тесно связанная с многолетними поисками месторождений алмазов, поэтому она заслуживает более пристального внимания. Структурно эти отложения развиты в области юго-восточного замыкания ТВС, что определило особенности их строения: сокращенную мощность стратиграфических подразделений, насыщенность внутриформационными размывами (часто скрытыми), существенную долю континентальных фаций осадков, невыдержанность литологических тел по площади, и всё это при довольно однообразном наборе пород. Преобладание субконтинентальных условий во время позднепалеозойского осадконакопления сказалось на общей обеднённости пород морской фауной (находки её довольно редки), поэтому основное биостратиграфическое значение приобрели флористические и палинологические комплексы [19, 23, 24, 30]. В связи с этим применяющиеся до сих пор биостратиграфические схемы верхнепалеозойских отложений региона крайне противоречивы и во многом ошибочны [30].

Исходной позицией развернувшихся стратиграфических работ следует считать постановление Межведомственного стратиграфического комитета (1960), утвердившее расчленение верхнепалеозойских отложений на катскую (C_{2-3}), пеляткинскую (P_2) и дегалинскую (P_2) свиты. Независимо от возраста свит, эта схема отражала объективный факт существования трёх субпараллельных пластообразных геологических тел, обладающих индивидуальными литолого-фациальными признаками, которые позволяют их идентифицировать и картировать в ранге местных стратиграфических подразделений. Незыблемость этой реальности неоднократно подтверждалась практикой геологосъёмочных и алмазопойсковых работ, поскольку проведение границ между упомянутыми литостратонами никогда не вызывало принципиальных споров. Однако при проведении детальных поисковых работ возникало естественное стремление к более подробному расчленению верхнепалеозойской толщи. Так, с 1964 г. уже выделяли катскую (C_{2-3}), клинтайгинскую (P_1), бургуклинскую (P_1^2), пеляткинскую (P_2) и дегалинскую (P_2) свиты. С 1979 г. вместо катской свиты в её объеме стали выделять лапчанскую (C_{2+3}) и ботуобинскую (P_1) свиты. С 1989 г. по настоящее время применяют стратиграфическую схему, в которую введено новую – ахтарандинскую свиту (P_1). Кроме того, в схеме оставили лапчанскую (C_1^2) и ботуобинскую (C_{2-3}) свиты, возраст которых был понижен в соответствии с биостратиграфическими исследованиями. По существу, все эти три свиты вместе взятые соответствуют прежней катской свите как естественному геологическому телу. В то же время на практике ахтарандинскую свиту местами выделяют частично или полностью из состава боруллойской (пеляткинской) или ботуобинской свит. В этой схеме изменён и объём лапчанской свиты, так как её часть вошла в состав новой ботуобинской, а возрастной и литологический диапазон новообразованной лапчанской свиты был значительно сужен, и она приобрела свой первоначальный статус пачки (черная пачка, или сылагинские слои). Все эти преобразования привели к “перекраиванию” границ свит, что в совокупности с расплывчивостью биостратиграфических признаков породило путаницу в корреляции. Поэтому практическое применение упомянутой стратиграфической схемы сопряжено с большими трудностями.

На основании анализа внутреннего строения и вещественного состава верхнепалеозойской толщи выполнено [4] оценку правомерности выделения таких мелких литостратиграфических подразделений (свит) и возможности корреляции их в региональном плане. Для этого комплексно изучены поверхности позднедевонского–раннекаменноугольного выравнивая, развитые в регионе доверхнепалеозойских КВ, проведено пофракционное комплексное исследование различных типов пород (рис. 1–3), что позволило выполнить литолого-палеографические реконструкции перспективных территорий (рис. 4). Комплексный биостратиграфический анализ дал возможность выявить ряд противоречий в принятой датировке стратонов и внести предложения по её корректировке [16, 30].

Проведенные исследования свидетельствуют [4], что в верхнепалеозойской толще региона достоверно прослеживаются два крупных геологических тела, формирование которых связано с двумя тектоно-седиментационными макроциклитами. Нижнее тело (нижний макроциклит) объединяет лапчанскую, ботуобинскую и синхронную им ахтарандинскую свиту в единую ботуобинскую свиту. Верхнее тело (верхний макроциклит) соответствует боруллойской свите; в сохранившихся полных разрезах в его состав входит дегалинская свита P_2 . Оба тела обладают выраженными идентификационными особенностями литологического состава и строения слоевых ассоциаций, а также различаются по комплексам фаунистических, флористических и палинологических остатков.

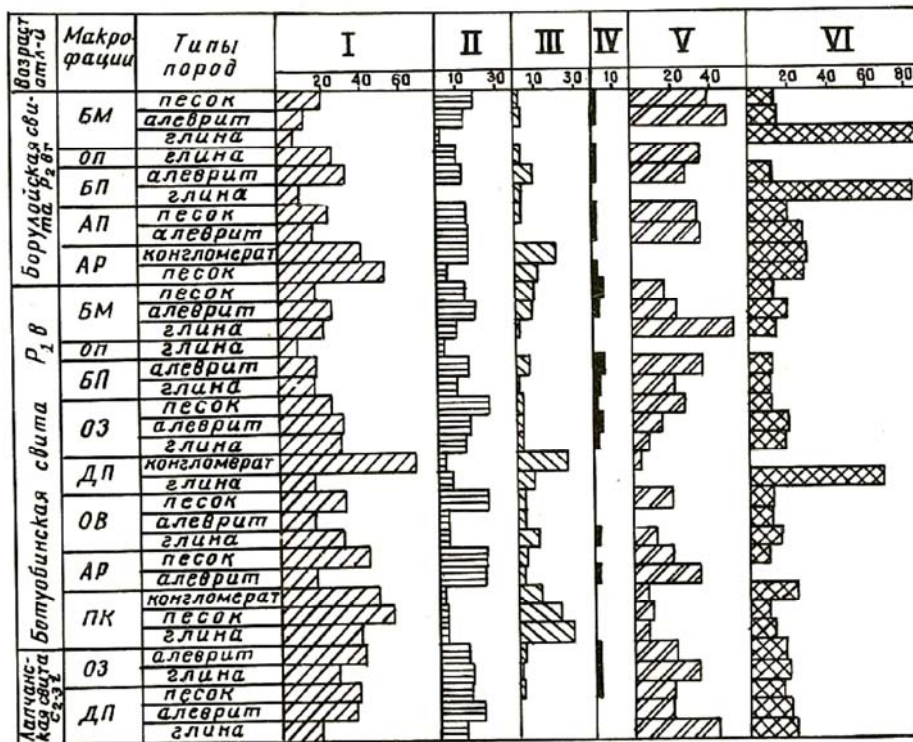


Рис. 1. Среднее содержание основных компонентов лёгкой фракции размером 0,05–0,10 мм в породах PZ₃ МБАР, %:

I – кварц; II – калиевые полевые шпаты; III – плагиоклазы; IV – слюды; V – глинисто-кремнистые агрегаты; VI – глинистые агрегаты; макрофации отложений: AP – русловых; AP – пойменных; ПК – пролювиальных; OB – озерных отложений речных равнин (преимущественно аллювиально-дельтавиальных и прибрежно-морских); OZ – зарастающих слабо заболачивающихся озер и заливающихся торфяных болот речных аллювиально-дельтовых и прибрежно-морских равнин; БП – заливно-лагунного прибрежного мелководья бассейна; БМ – открытого подвижного мелководья бассейна.

Выделяемые рядом исследователей лапчанская, ботубинская и ахтарандинская свиты не имеют литологических и палеонтологических идентификационных характеристик; они соответствуют мезоциклитам (циклитам второго порядка), и нередко их трактуют как подсвиты единой ботубинской свиты. Количество подсвит (мезоциклитов) непостоянно и изменяется в региональном масштабе в зависимости от фациальных особенностей и мощности накопленных осадков в каждой рассматриваемой структурно-седиментационной зоне. В то же время на локальных участках местное дробное расчленение разреза в соответствии с циклической структурой оправдано и применимо в практической деятельности при анализе погребенных шлиховых ореолов [4, 30]. На основании периодичности и этапности развития палинофлоры и выделения неповторимых во времени развитых ассоциаций миоспор (мегакомплексы), являющихся индикаторами возраста, а также с привлечением комплекса флоры и фауны разработано новую стратиграфическую схему расчленения отложений верхнего палеозоя.

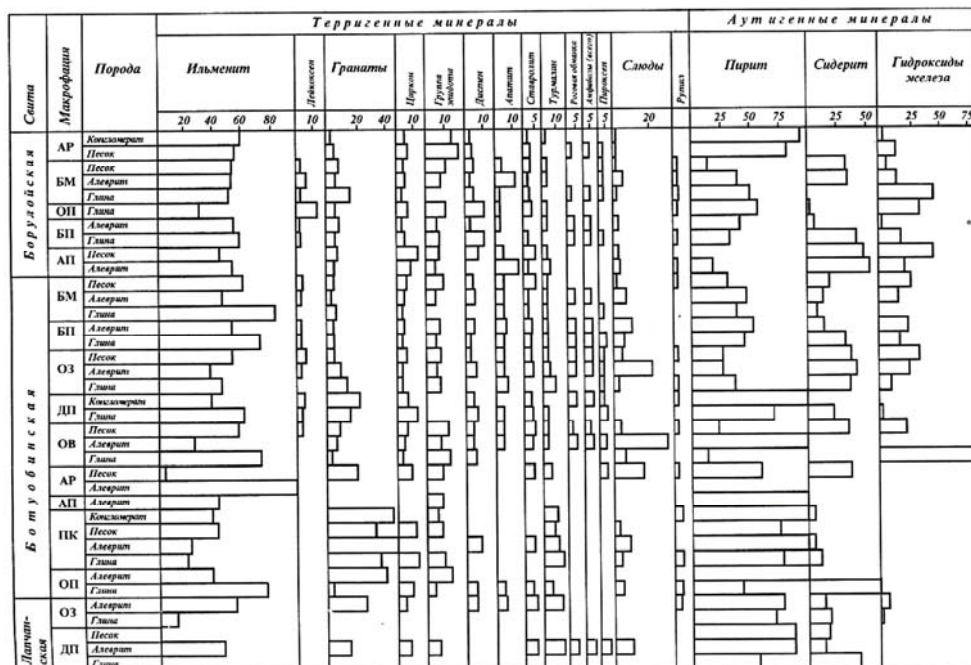


Рис. 2. Среднее содержание основных минералов тяжёлой фракции размером 0,05–0,10 мм в породах PZ₃ МБАР, %.

Макрофашии отложений: АР – русловых; АП – пойменных; ДП – делювиальных; ПК – пролювиальных; ОВ – озерных отложений речных равнин (преимущественно аллювиально-дельтовых и прибрежно-морских); ОЗ – зарастающих слабо заболачивающихся озер и заиляющихся торфяных болот речных аллювиально-дельтовых и прибрежно-морских равнин; РП – заиляющихся речных аллювиально-дельтовых и прибрежно-морских равнин; БП – заливно-лагунного прибрежного мелководья морского бассейна; БМ – открытого подвижного мелководья морского бассейна.

В ней обосновано отсутствие в регионе каменноугольных отложений и наличие двух основных геологических тел (свит) – ботубинского и боруллойского, соответственно, ниже- и верхнепермского возраста, что должно устранить существующее несоответствие в расчленении здесь отложений верхнего палеозоя. Целесообразно также выделение в низах верхнепалеозойского разреза и лапчанской свиты (C₂₋₃), являющейся, по сути, формацией перемывания и переотложения древних КВ [8, 9, 11], что очень важно для совершенствования методики прогнозирования и поисков алмазных месторождений.

В начале раннепермского времени положительные тектонические движения привели к развитию ландшафтных зон низкой денудационно-аккумулятивной и аккумулятивной равнин, а также ландшафтной обстановки подножий склонов и конусов выноса (см. рис. 4). Существовали условия для аккумуляции преимущественно песчано-галечного руслового, алеврито-песчаного пойменного аллювия и глинисто-алевритовых фаций зарастающих стариц и вторичных водоёмов поймы, реже песчано-алеврито-глинисто-щебнистых осадков склонов (см. рис. 1–3). В середине P₁ состоялась ингрессия бассейна с запада – центральной части ТВС, что привело к захоронению продуктивных континентальных образований песчаной толщей бассейновых отложений.

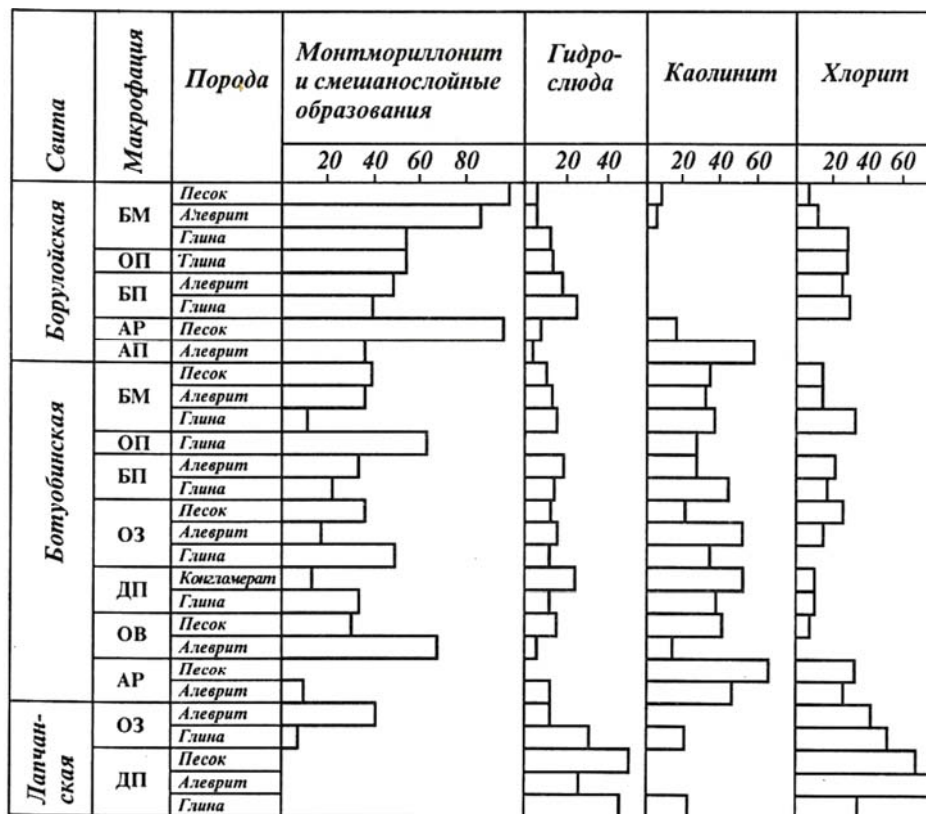


Рис. 3. Среднее содержание основных глинистых минералов фракции $< 0,001$ мм, выделенной из пород верхнего палеозоя МБАР, %. Условные обозначения см. на рис. 1 и 2.

В конце этого периода произошла смена условий на озёрно-болотные. Формировались глинисто-алевритовые и глинисто-углистые фации. Отметим, что в начале ранней перми были в основном переотложены сохранившиеся от размыва и имевшие площадное развитие более древние (каменноугольные) продуктивные отложения и сформированы россыпи алмазов (Восточная, Западная и др.). Причем алмазоносный материал, поступающий в аллювий за счет размывания кимберлитовых тел, а также КВ и продуктов её переотложения, разубоживался благодаря привносу чуждого району кластического материала. В то же время в условиях эрозионного рельефа водотоки имели неодинаковую транспортирующую энергию, в результате чего в руслах (особенно в их верховьях) обособлялись участки преимущественного накопления местного обломочного материала, которые перспективны для поиска россыпей алмазов. Такая специфика формирования продуктивных отложений послужила главной причиной образования повышенных концентраций алмазоносного материала лишь на отдельных участках. В то же время на остальной территории фиксируют только фоновую заражённость алмазами и их ИМК отложений ботубинской свиты. В конце ранней перми источники алмазов региона оказались уже погребёнными. Возможность образования россыпей алмазов была ограничена.

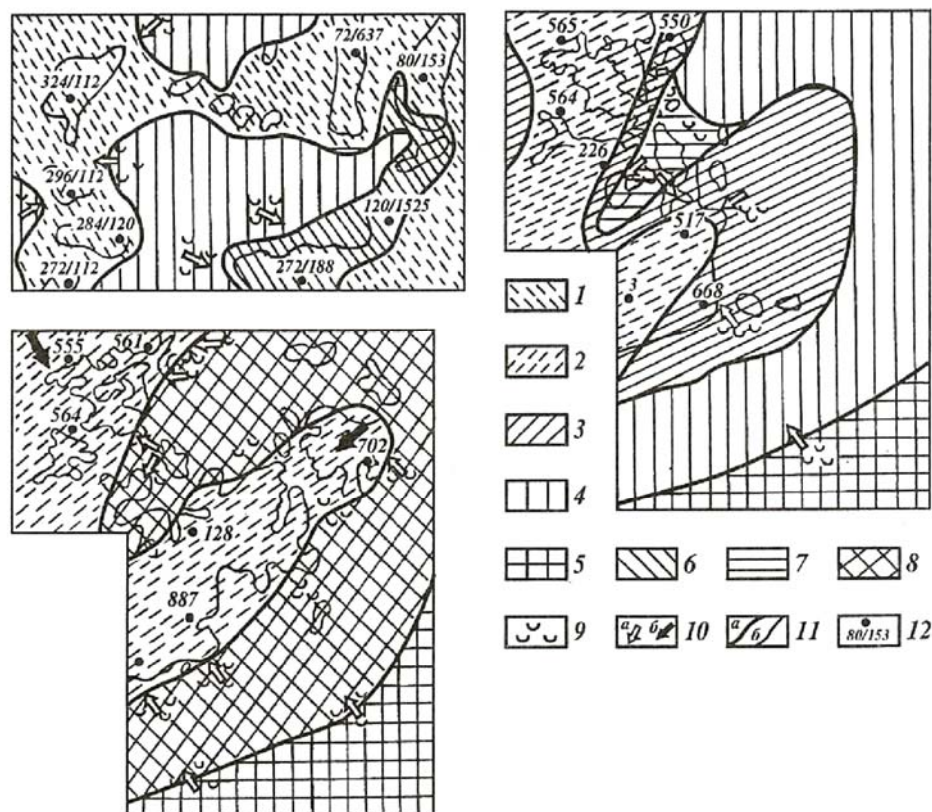


Рис. 4. Литолого-палеогеографические схемы для МБАР (позднекаменноугольно-пермское время).

Век: *а* – лапчанский; *б* – ботубинский; *в* – боруллойский; 1–4 – низменные равнины: 1 – озерная, 2 – аллювиальная, 3 – денудационно-аккумулятивная, 4 – денудационная; 5 – холмистая равнина; 6 – в начале века низменная денудационная, в конце – озерная равнина; 7 – то же, в конце – денудационно-аккумулятивная; 8 – то же, в конце – аллювиальная; 9 – кора выветривания; 10 – направление сноса терригенного материала: *а* – местное, *б* – основное; 11 – границы: *а* – площадей с разной палеогеографической обстановкой, *б* – свит; 12 – скважина и её номер.

В начале поздней перми развивались ландшафты низменной аллювиальной равнины (см. рис. 4). Водотоки имели спокойное течение, за исключением времени формирования базального галечного горизонта. Продолжавшееся опускание местности компенсировалось осадконакоплением уже в условиях континентально-прибрежной равнины и бассейна, в результате чего возникла мощная (более 100 м) толща в основном мелкозернистых песков. Конец рассматриваемого времени характеризуется накоплением фаций, в которых преобладает тонкозернистый материал: тонкозернистые пески, пестроцветные алевроиты и глины. Отметим, что в начале поздней перми положительные тектонические движения привели к оживлению эрозионной деятельности и частичному размыванию нижнепермских отложений. Причем эрозионная деятельность водотоков была значительной, особенно на поднятиях (Мирнинское, Улу-Тогинское, Чернышевское и др.), где под верхнепермскими отложениями местами нет пород ботубинской

свиты или же их мощность сокращена, а также преобладают грубозернистые фации боруллойской свиты. Всё это обусловило вскрытие коренных и россыпных месторождений алмазов района и вынос кимберлитового материала в базальные горизонты боруллойской свиты.

Условия образования боруллойских россыпей алмазов были хуже, чем в ранней перми. Они могли формироваться в базальном галечном горизонте, обогащённом местным обломочным материалом при благоприятных структурно-тектонических условиях, которые способствовали длительному размыванию кимберлитовых пород, алмазоносных образований, КВ и ботубобинской свиты. Это подтверждают результаты сопоставления типоморфных особенностей минералов (см. рис. 1–3). В пределах МБАР в отложениях PZ_3 образовались два обширных шлейфа разноса ИМК и алмазов северо-западного и северо-восточного направления (см. рис. 4), которые отходят от кимберлитовых трубок Мирнинского кимберлитового поля (Кюеляхское и Бахчинское) с довольно многочисленными ореолами смешанного (континентального и бассейнового) типа со слабо отсортированной алмаз-пироп-пикроильменитовой ассоциацией [2]. В Кюеляхском минералогическом поле (шлейфе), локализованном в Кюеляхской палеодолине, отчётливо выделяется две группы ореолов: Чернышевско-Лапчанская и Ирелях-Чайдахская. Первую (ореолы Левобережный, Водораздельный, Улахан-Курунг-Юряхский, Верхне-Сылагинский, Куччугуй-Иреляхский, Приразломный, Бестяхский и др.) прослежено вдоль верхней структурной террасы северного склона палеодолины, а вторая (ореолы Чайдахский, Западный, Восточный) тяготеет к такой же террасе её южного склона (см. рис. 4).

Сравнительный анализ показал, что первая группа ореолов по качественным и количественным особенностям ИМК превосходит вторую. Так, зёрна пикроильменита и пироба в первой группе в полтора раза крупнее, сохранность их выше, количество оранжевых пиропов в пять раз больше, агрегатный пикроильменит встречается в два раза чаще, а соотношение пикроильменит/пироп в три раза выше. Кроме того, ореолы первой группы содержат особо высокие концентрации ИМК: пироп – более 635, пикроильменит – 3 800, хромшпинелиды – 760 зёрен в пересчёте на 10 л исходного материала [2]. Здесь же зафиксированы многочисленные находки крупных (более 1 мм) зёрен пироба, пикроильменита и хромшпинели, а также несколько десятков пиропов с достоверно определёнными реликтами келифитовых кайм. Подтверждены аналитическими определениями находки зёрен пикроильменита в классах > 1 мм, на которых сохранились фрагменты реакционной перовскитовой оболочки, а также отдельные зёрна с почти ненарушенной этой оболочкой (западная часть Улахан-Курунг-Юряхского ореола).

Отличительная особенность ореолов ИМК второй группы – более высокие концентрации алмазов. Именно в их пределах выявлены пока единственные на СП россыпи алмазов верхнепалеозойского возраста, в частности, погребённая россыпь алмазов Восточная, которая имеет промышленное значение. Она приурочена к базальному горизонту делювиально-пролювиальных отложений P_1 в верховье палеоводотока (верхняя часть склона Кюеляхской впадины). В 10 км к западу от этой россыпи обнаружили потенциально промышленную погребённую россыпь алмазов Западную (в песчано-гравийно-галечных образованиях ботубобинской свиты). В целом среди алмазов преобладают кристаллы октаэдрического (36–57 %) и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов, хотя на отдельных участках (Чуоналыр-Курунг-Юряхский и др.) фиксируют значительную дифференциацию их типоморфных особенностей [10]. По сравнению с Ирелях-Маччобинским россыпным полем, здесь снижено содержание ла-

минарных ромбододекаэдров (до 14 %) и совсем нет типичных округлых алмазов; кристаллов с сине-голубой фотолюминесценцией немного (8–14 %), зато повышено количество (22–29 %) индивидов с желтовато-зелёным свечением и сравнительно высокое содержание (35–43 %) целых камней. На основании выявленных типоморфных особенностей алмазы Чуоналыр-Курунг-Юрхского россыпного поля можно объединить в северо-западную ассоциацию [10, 21].

Бахчинское минералогическое поле объединяет три ореола с повышенным содержанием ИМК: Медвежий и Делбирге – наиболее перспективные и высококонтрастные, а также Находка [2, 4]. Содержание пикроильменита в них достигает сотен и нескольких тысяч зёрен, пиропы – до тысячи зёрен. Размер некоторых из них превышает 4 мм, а количество агрегатного пикроильменита достигает 15 %. Есть находки пиропов с реликтами келифитовой каймы и оранжевые пиропы с эндогенной трещиноватостью. Среди алмазов резко преобладают кристаллы октаэдрического и переходного от октаэдрического к ромбододекаэдрическому габитусов; ламинарных ромбододекаэдров не более 8 %, немного двойников, сростков и окрашенных камней, количество кристаллов с сине-голубой фотолюминесценцией не превышает 23 %; преобладают слабо трещиноватые камни [10]. По этим признакам алмазы Бахчинского россыпного поля объединены в северо-восточную алмазную ассоциацию [2, 4].

На основании детального изучения вещественного состава и условий формирования отложений PZ_3 можно восстановить специфические особенности образования продуктивных горизонтов на всей рассматриваемой территории и на этой основе выделить в её пределах площади, благоприятные для формирования и сохранения ореолов рассеяния кимберлитовых минералов. Севернее, уже в пределах ДААР, алмазоносными являются пермо-карбоновые отложения конекской свиты. Благодаря сравнительно небольшому эрозионному срезу масштабы россыпной алмазоносности в районе незначительны, несмотря на наличие большого количества алмазоносных тел. Для большинства ореолов рассеяния кимберлитового материала этой территории характерна ассоциация так называемого далдыно-алакитского типа при низком (до 20 %) содержании типичных округлых алмазов [2, 10]. Поскольку в древних осадочных толщах района алмазов мало, то находки даже небольшого количества и даже очень мелких алмазов могут быть прямым признаком наличия алмазоносных кимберлитовых диатрем. Отметим, что в кимберлитовых телах с убогой алмазоносностью выявлено повышенное содержание типичных округлых алмазов, в основном, с шагренью и полосами пластической деформации. Такие алмазы являются типоморфным признаком не только кимберлитовых жил, но и трубок с убогой алмазоносностью, которые являются самостоятельной фазой кимберлитового магматизма (предшествовала образованию высокопродуктивных кимберлитов).

Анализ истории геологического развития региона, фаций верхнепалеозойских отложений, особенностей их распределения и залегания на породах PZ_1 позволил сделать вывод, что основной срез пород региона (300 м), в том числе и кимберлитов, произошел в доверхнепалеозойский период [4]. В то же время, с момента корообразования и до завершения позднепалеозойского осадконакопления денудация пород района была крайне незначительна, в основном она происходила только по водотокам, где максимально достигала 40–50 м, а при унаследованном развитии этой гидросети – и того меньше. Об этом свидетельствует повсеместное наличие кор выветривания на терригенно-карбонатных породах PZ_1 , сохранившихся от размывания под отложениями PZ_3 , а в их базальных горизонтах – пролювиально-делювиальных образований, состоящих из угловатых обломков подстилающих пород. Как уже отмечено, обычно эти образования

вытянуты в виде узких струй и, возможно, являются фрагментами самого первого размыва КВ. Их следует отличать от склоновых делювиальных и делювиально-пролювиальных образований, переходящих в аллювиальные отложения ботубинских и боруллойских водотоков. При таком минимальном срезе практически все кимберлитовые минералы, находящиеся в верхнепалеозойских отложениях, являются переотложенными из более древних каменноугольных образований. Первичные потоки этих минералов можно фиксировать вдоль позднепалеозойских водотоков и только в том случае, если кимберлитовые тела попадали в зону эрозионной деятельности таких водотоков.

Всё это подтверждено и тем фактом, что 93 % пиропов из описываемых отложений имеет признаки гипергенного растворения, на остальных этот процесс визуально не фиксируют. На части зёрен в случае слабой коррозии видны признаки докоррозионного изнашивания. Обычно гипергенное растворение в разной степени уничтожает следы предшествующего изнашивания, поэтому его реликты свидетельствуют, что до выветривания минералы изнашивались в процессе формирования их ореолов рассеяния в более древних осадочных толщах. Растворение пиропов и других минералов кимберлитов связано с КВ и вне их не происходит [2]. В этой связи отметим широкое развитие бассейновых, преимущественно тонкозернистых фаций, формирование которых обусловлено общим погружением территории при ингрессии бассейна из центральной части ТВС. Обычно они залегают без размыва. Практически мы имеем дело с погребённым рельефом, сформированным ещё до эпохи стабилизации территории и образования КВ и незначительно изменённым в последующее время. Этот вывод вытекает из анализа верхнепалеозойских поверхностей выравнивания пород PZ_1 . Среди них выделяют три типа, которые сформировались в процессе глубокого эрозионного среза и завершающего (перед пенепленизацией территории) денудационного, денудационно-аккумулятивного выравнивания в допозднепалеозойское время [2, 4]: 1) плоские, слабоволнистые, так называемые водораздельные равнины; 2) полого-наклонные и слаборасчленённые (склоны водораздельной равнины); 3) ровные (преимущественно денудационно-аккумулятивная равнина). Эти поверхности несколько изменены в условиях прерывистого денудационно-аккумулятивного выравнивания во время формирования лапчанской, ботубинской и боруллойской свит, а на отдельных участках отпрепарированы денудацией и частично расчленены в связи с новейшими поднятиями в четвертичное время или осложнены при внедрении траппов в раннем триасе. Особенно рельефно на этих поверхностях виден врез позднепалеозойских водотоков на глубину до 40–50 м, поскольку эти поверхности довольно четко фиксируют долины крупных заливов бассейна центральной части ТВС, вдающиеся далеко на восток в область древней суши, в сводовую часть БСП; во время континентальных этапов развития региона в позднем палеозое они были долинами древних водотоков и их притоков, например, Кюеляхская впадина [2, 4]. Определено, что в среднем–верхнем карбоне и ранней перми наиболее благоприятные условия для формирования продуктивных горизонтов существовали в пределах склона водораздельной равнины (поверхность второго типа) за счёт переотложения кимберлитового материала водотоками, а также на денудационно-аккумулятивной равнине (поверхность третьего типа), где водотоки высоких порядков перемывали площадные продуктивные отложения карбона. Наименее перспективны на образование продуктивных горизонтов верхнего палеозоя отложения, развитые на поверхности выравнивания первого типа, так как они длительное время были областью денудации и только в поздней перми на их локальных участках ограниченно могли формироваться продуктивные горизонты.

Характер распространения, фациальный состав отложений верхнего палеозоя и приуроченность ореолов рассеяния кимберлитовых минералов к делювиально-пролювиальным и аллювиальным осадкам, развитым в низах разреза лапчанской, ботуобинской и боруллойской свит, свидетельствуют о наличии благоприятных условий для формирования продуктивных горизонтов. Особенно перспективны на россыпную алмазоносность делювиально-пролювиальные отложения верховьев палеоводотоков (пример – россыпь алмазов Восточная). Аллювиальные отложения лапчанской и ботуобинской свит развиты в западной части рассматриваемой территории по днищам долин палеоводотоков. Перекрывающие эти осадки бассейновые образования полностью заполняют долины до уровня их водоразделов, сводовой части БСП. Аллювиальные и перекрывающие их бассейновые отложения боруллойской свиты развиты практически на всей рассматриваемой территории. Причем во время формирования аллювиальных осадков ботуобинской свиты были перемыты и переотложены практически все докаменноугольные образования, поскольку в общем фиксируют унаследованность развития водотоков каменноугольного и пермского периодов. Всё это свидетельствует о высоких перспективах лапчанских и ботуобинских пролювиальных и аллювиальных отложений на формирование продуктивных горизонтов (россыпи алмазов Восточная и Западная).

Важно также учитывать, что если ореолы рассеяния кимберлитовых минералов попадали в зону действия транзитного водотока, то они или полностью были уничтожены, или же сильно разубоживались, и, наоборот, при переотложении этих ореолов водотоками высоких порядков формировались богатые продуктивные горизонты, особенно на участках, где фиксируют резкую смену гидродинамической активности палеоводотоков, или в верховьях их небольших притоков [2, 4]. В то же время ореолы рассеяния кимберлитовых минералов в отложениях прибрежно-бассейнового генезиса формировались вдоль склонов и структурных террас локальных палеоподнятий. В этой связи отметим, что аллювиальные отложения боруллойской свиты накапливались уже тогда, когда вся западная часть региона была перекрыта ботуобинскими бассейновыми образованиями, а в восточной части каменноугольные ореолы рассеяния кимберлитовых минералов были уже в основном размыты. Поэтому степень перспективности боруллойских аллювиальных отложений на формирование богатых продуктивных горизонтов ниже, по сравнению с лапчанской и ботуобинской свитами. Наличие в них кимберлитовых минералов может свидетельствовать о размыве как сохранившихся останцов более древних продуктивных отложений, так и коренных источников алмазов, попавших в зону эрозионной деятельности боруллойских водотоков [4, 12, 31]. Всё это необходимо учитывать при планировании и проведении поисковых работ.

МБАР и ДААР являются важными регионами алмазодобычи, однако для восполнения убывающих запасов алмазов необходимо открытие здесь новых коренных и россыпных месторождений, поскольку запасы резервных месторождений ограничены. Анализ выявленных минералогических признаков, структурно-тектонических и литолого-фациальных предпосылок поискового прогнозирования, а также степени и надёжности опосредования территории свидетельствует о возможности обнаружения в этом районе алмазоносных кимберлитовых трубок. И хотя их центральные части (Мирнинское, Алакитское и Мархинское кимберлитовые поля) наиболее изучены, однако и здесь возможно обнаружение немагнитных и небольших алмазоносных кимберлитовых тел в пределах выделенных и ещё не до конца изученных локальных перспективных участков, тяготеющих к зонам разломов Вилуйско-Мархинской системы. В остальных частях районов, где широко развиты отложения верхнего палеозоя, проведены алмазопои-

ковые работы разной детальности. Кимберлитовые трубки и первичные потоки рассеяния ИМК здесь пока не обнаружены. В то же время в отложениях лапчанской, ботуобинской и боруллойской свит выделены два обширных минералогических ореола (Кюеляхский и Бахчинский), отходящих от Мирнинского кимберлитового поля, соответственно, в северо-западном и северо-восточном направлениях, с ореолами смешанного (континентального и бассейнового) типа и со слабо отсортированной алмаз-пироп-пикроильменитовой ассоциацией [2, 4]. Этим ореолам присущи высокие концентрации ИМК (до нескольких тысяч зерен на шлиховую пробу объемом 10 л), причем минералы имеют следы механического изнашивания. Обнаружены также зерна крупностью до 2 мм, причем на некоторых зёрнах пироба есть реликты келифитовой каймы. Кроме того, в ореолах зафиксированы находки алмазов, а в Кюеляхском минералогическом поле – две россыпи алмазов (Восточная и Западная). Закартированы перспективные ореолы рассеяния ИМК и в ДААР [2].

Детальное и комплексное изучение физиографических, морфологических и химических особенностей кимберлитовых минералов показало, что большинство их подобно минералам из высокоалмазоносных трубок Мирнинского, Далдынского и Алакитского полей. В МБАР эти ИМК претерпели значительное изнашивание вследствие неоднократного перемывания и переотложения в допозднепалеозойское время. Меньшая часть ИМК имеет признаки, отличные от трубочных ассоциаций. Например, западнее россыпи Западная фиксируют существенно пикроильменитовую ассоциацию минералов относительно хорошей сохранности; предполагают, что они поступили из неизвестного кимберлитового тела, находящегося в западной части Верхне-Иреляхского поднятия. Подобные контрастные ореолы обнаружены в грубообломочных отложениях лапчанской, ботуобинской и боруллойской свит в пределах Бахчинского минералогического поля (ореолы Дэлбергинский и Медвежий); эти отложения выполняют неглубокую палеоложбину в зоне разломов Вилюйско-Мархинской системы. Именно в районе этих ореолов предполагают местные коренные источники упомянутых минералов. Степень опоскования участков развития описываемых ореолов недостаточна, поэтому необходимо их доизучение с целью обнаружения алмазоносных кимберлитовых трубок. Прирост запасов алмазов возможен также благодаря выявлению новых верхнепалеозойских россыпей в пределах площадей развития высококонтрастных ореолов рассеяния ИМК Кюеляхского минералогического поля, хотя тут строение продуктивного пласта сложное, а мощность вскрыши значительная (30–80 м).

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алмазные месторождения Якутии / А. П. Бобриевич, М. И. Бондаренко, М. А. Гневушев и др. – М. : Госгеолтехиздат, 1959. – 527 с.
2. *Афанасьев В. П.* Поисковая минералогия алмаза / В. П. Афанасьев, Н. Н. Зинчук, Н. П. Похиленко. – Новосибирск : ГЕО, 2010. – 650 с.
3. *Борис Е. И.* Эрозионный срез кимберлитовых трубок Мало-Ботуобинского района Западной Якутии / Е. И. Борис // Тр. ЦНИГРИ. – М. : ЦНИГРИ, 1977. – С. 153–154.
4. *Борис Е. И.* Структурно-формационные и генетические особенности формирования продуктивных отложений верхнего палеозоя и мезозоя бассейна среднего течения в связи с поисками месторождений алмазов / Е. И. Борис, Н. Н. Зинчук // Геология алмазов – настоящее и будущее. Геологи к 50-летию юбилею г. Мирный и алмазодобывающей промышленности России. – Воронеж : ВГУ, 2005. – С. 1339–1361.

5. Вторичные минералы кимберлитов / Н. Н. Зинчук, А. Д. Харьков, Ю. М. Мельник, Н. П. Мовчан. – Киев : Наук. думка, 1987. – 282 с.
6. *Зинчук Н. Н.* Состав и генезис глинистых минералов в верхнепалеозойских осадочных толщах восточного борга Тунгусской синеклизы / Н. Н. Зинчук // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. – 1981. – № 1. – С. 36–43.
7. *Зинчук Н. Н.* Сравнительная характеристика вещественного состава коры выветривания кимберлитовых пород Сибирской и Восточно-Европейской платформ / Н. Н. Зинчук // Геология и геофизика. – 1992. – № 7. – С. 99–109.
8. *Зинчук Н. Н.* Коры выветривания и вторичные изменения кимберлитов Сибирской платформы (в связи с проблемой поисков и разработки алмазных месторождений) / Н. Н. Зинчук. – Новосибирск : НГУ, 1994. – 240 с.
9. *Зинчук Н. Н.* Постмагматические минералы кимберлитов / Н. Н. Зинчук. – М. : Недра, 2000. – 538 с.
10. *Зинчук Н. Н.* Типоморфизм алмазов Сибирской платформы / Н. Н. Зинчук, В. И. Коптиль. – М. : Недра, 2003. – 603 с.
11. *Зинчук Н. Н.* Структурно-формационное и минерагеническое районирование территорий развития погребенных кор выветривания и продуктов их переотложения в алмазоносных регионах (на примере Якутской кимберлитовой провинции) / Н. Н. Зинчук, Е. И. Борис, Ю. Б. Стегницкий // Геология и геофизика. – 1998. – Т. 39, № 7. – С. 950–964.
12. *Зинчук Н. Н.* Особенности минерагении алмаза в древних осадочных толщах (на примере верхнепалеозойских отложений Сибирской платформы) / Н. Н. Зинчук, Е. И. Борис, Ю. Т. Яныгин. – Мирный : МГТ, 2004. – 172 с.
13. *Зинчук Н. Н.* Древние коры выветривания и поиски алмазных месторождений / Н. Н. Зинчук, Д. Д. Котельников, Е. И. Борис. – М. : Недра, 1983. – 196 с.
14. Использование кластер-анализа для выяснения особенностей химического состава кимберлитов и лампроитов из различных алмазоносных провинций / Н. Н. Зинчук, Д. Д. Котельников, В. Г. Хитров, А. Д. Харьков // Изв. ВУЗов. Геология и разведка. – 1998. – № 3. – С. 32–37.
15. *Казанский Ю. П.* Седиментология / Ю. П. Казанский. – Новосибирск : Наука, 1976. – 271 с.
16. *Калмыков Б. А.* Природа седиментационной цикличности и возможности корреляции верхнепалеозойских отложений востока Тунгусской синеклизы / Б. А. Калмыков // Геология, закономерности размещения, методы прогнозирования и поисков месторождений алмазов. – Мирный : МГТ, 1998. – С. 213–215.
17. Коры выветривания бассейна р. Виллой / Н. Н. Зинчук, В. И. Тараненко, Е. И. Борис и др. // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1978. – № 8. – С. 108–121.
18. *Котельников Д. Д.* Кора выветривания на нижнепалеозойских терригенно-карбонатных породах Западной Якутии / Д. Д. Котельников, Н. Н. Зинчук, В. Н. Соколов // Бюлл. Моск. об-ва испытателей природы. Отд. геол. – 1982. – Т. 37, вып. 3. – С. 81–97.
19. *Кравчинский А. Я.* Палеогеография верхнего палеозоя Сибирской платформы и прилегающих областей / А. Я. Кравчинский // Советская геология. – 1969. – № 4. – С. 46–57.
20. *Логвиненко Н. В.* Петрография осадочных пород / Н. В. Логвиненко. – М. : Высшая школа, 1974. – 400 с.
21. *Орлов Ю. Л.* Минералогия алмаза / Ю. Л. Орлов. – М. : Наука, 1984. – 264 с.

22. Особенности минерального состава верхнепалеозойских отложений восточного борта Тунгусской синеклизы / В. А. Хмелевский, Р. А. Затхей, Н. Н. Зинчук и др. – М. : ВИНТИ, 1976. – 31 с.
23. Павлов С. Ф. Верхний палеозой Тунгусского бассейна / С. Ф. Павлов. – Новосибирск : Наука, 1974. – 172 с.
24. Позднепалеозойский литогенез алмазоносных районов Якутии / Е. П. Акульшина, Т. П. Аксенова, А. М. Фомин, Т. М. Писарева. – Новосибирск : ИГиГ СО АН СССР, 1983. – 201 с.
25. Прокопчук Б. И. Алмазоносные россыпи и методика их прогнозирования и поисков / Б. И. Прокопчук. – М. : Недра, 1979. – 268 с.
26. Файнштейн Г. Х. Основные черты строения алмазоносных осадочных формаций верхнего палеозоя восточного борта Тунгусской синеклизы / Г. Х. Файнштейн // Геология и геофизика. – 1981. – № 5. – С. 46–53.
27. Фациальная характеристика верхнепалеозойских аллювиальных отложений бассейна среднего течения р. Вилюй / В. И. Тараненко, Н. Н. Зинчук, В. А. Хмелевский и др. – М. : ВИНТИ, 1978. – 15 с.
28. Фациальная характеристика верхнепалеозойских бассейновых отложений восточного борта Тунгусской синеклизы / В. И. Тараненко, Н. Н. Зинчук, В. А. Хмелевский и др. – М. : ВИНТИ, 1978. – 31 с.
29. Харьков А. Д. Геолого-генетические основы шлихо-минералогического метода поисков алмазных месторождений / А. Д. Харьков, Н. Н. Зинчук, А. И. Крючков. – М. : Недра, 1985. – 348 с.
30. Черная Т. А. Обоснование новой схемы расчленения отложений верхнего палеозоя восточного борта Тунгусской синеклизы / Т. А. Черная, Е. И. Борис // Геология, закономерности размещения, методы прогнозирования и поисков месторождений алмазов. – Мирный : МГТ, 1998. – С. 226–228.
31. Шутов В. Д. Минеральные парагенезисы граувакковых комплексов / В. Д. Шутов. – М. : Наука, 1975. – 110 с.

*Стаття: надійшла до редакції 09.03.2019
прийнята до друку 25.11.2020*

Микола Зінчук

*Західноякутський науковий центр Академії наук РС(Я),
вул. Леніна, 4/1, Мирний, РФ, 678170,
nzninchuk@rambler.ru*

МІНЕРАЛОГІЧНІ ТА ФОРМАЦІЙНІ ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ВЕРХНЬОПАЛЕОЗОЙСЬКИХ АЛМАЗОНОСНИХ ТОВЩ

На підставі детального вивчення структурно-формаційних особливостей формування верхньодевонсько-кам'яновугільних кір звітрянання на теригенно-карбонатних породах і кімберлітах, а також відкладів, збагачених продуктами їхнього перевідкладання, визначено специфічні особливості утворення продуктивних горизонтів верхнього палеозою го-

ловних алмазоносних районів Сибірської платформи. У їхніх межах виділено площі, сприятливі для формування і збереження ореолів розсіяння кімберлітового (у тім числі алмазоносного) матеріалу. Аналіз фацій верхньопалеозойських відкладів та особливостей їхнього розташування дав змогу з'ясувати, що з моменту короутворення й до завершення пізньопалеозойського осадонагромадження денудація порід регіону була незначна; вона відбувалась, головню, по водотоках, де максимально досягала 50 м. Обґрунтовано необхідність диференційованого підходу до вивчення умов утворення різних фацій алмазоносних відкладів PZ_3 континентального і прибережно-морського генезису. Їхнє комплексне дослідження дасть змогу локалізувати конкретні площі, сприятливі для формування давніх розсипищ алмазів, або виявити кімберлітові трубки.

Ключові слова: кора звітрювання, осадова порода, алмазоносне розсипище, кімберлітова трубка, верхній палеозой, Сибірська платформа.

Nikolai Zinchuk

*West-Yakut Scientific Centre of the Sakha (Yakutia) Republic Academy of Sciences,
4/1, Lenin St., Mirnyi, Russia, 678170,
nnzinchuk@rambler.ru*

MINERALOGICAL AND FORMATION FEATURES OF THE UPPER PALAEOZOIC DIAMOND-BEARING STRATA FORMATION

Specific features of the Upper Palaeozoic productive horizons generation of the Siberian platform main diamondiferous regions have been restored. This is done based on detailed research of structural-formation generation features of Upper Devonian-Carboniferous crusts of weathering on terrigenous-carbonate rocks, kimberlites, and deposits enriched by products of their redeposition. Favourable for generation and preservation of kimberlite (including diamondiferous) material dispersion haloes areas have been distinguished.

Analysis of the Upper Palaeozoic deposits facies, as well as specific features of their location, allowed establishing that denudation of the rocks was insignificant since the moment of their crusts formation and up to completion of the Upper Palaeozoic sedimentation, and occurred mainly only at watercourses, where reached 50 m at most. It is emphasized by omnipresent availability of crusts of weathering on terrigenous-carbonate rocks of the Lower Palaeozoic, preserved from washout under the Upper Palaeozoic deposits, and by the presence of proluvium-deluvium formations (clayey-sandy-pebbly deposits with angular debris of underlying rocks) in their basal levels. These formations are usually elongated in the form of narrow streams and represent fragments of most initial erosion of the crusts of weathering in post-Carboniferous time. That is why, at such minimal shear, practically all kimberlite minerals, occurring in the Upper Palaeozoic deposits, are redeposited from more ancient pre-Lapchanian formations.

The necessity of differentiated approach to studying formation conditions of various facies of diamondiferous upper Palaeozoic deposits of continental and coastal genesis was substantiated, and, in the first turn, – determination of their specific features. Their complex research is required, with application of structural-tectonic, lithological-facial and formation-cyclic analyses, which would allow allocating specific areas favourable for generation of ancient placers of diamonds or discovering kimberlite pipes.

Key words: crust of weathering, terrigenous rock, diamond placer, kimberlite pipe, Upper Palaeozoic, Siberian platform.

УДК (553.411:548.31)+551.311.231](477.63)

Мирон Ковальчук¹, Віталій Сукач², Олексій Вишневський²

¹Інститут геологічних наук НАН України,
вул. Олесь Гончара, 55 б, Київ, Україна, 01601,
kms1964@ukr.net

²Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М. П. Семененка НАНУ,
просп. акад. Палладіна, 34, Київ, Україна, 03680,
svital@ukr.net; vyshnevskyy@igmof.gov.ua

ТИПОМОРФНІ ОСОБЛИВОСТІ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА У ВЕРТИКАЛЬНОМУ РОЗРІЗІ ГІДРОХЛОРИТ-КАОЛІНІТОВОЇ КОРИ ЗВІТРЮВАННЯ РОДОВИЩА БАЛКА ЗОЛОТА

Наведено результати дослідження золота у вертикальному розрізі гідрохлорит-каоолінітової кори звітрювання рудоносних порід родовища Балка Золота (за свердловинами 544 і 545). Виявлено подібність типоморфних особливостей самородного золота з досліджуваних свердловин. У верхніх горизонтах кори звітрювання морфологія зерен простіша порівняно з глибшими горизонтами, що, вірогідно, пов'язане зі спрощенням його морфології у верхній зоні кори звітрювання. З глибиною, у напрямі до незмінених гіпергенезом рудних тіл, морфологія зерен золота стає більш строкатою: поряд з ксеноморфними зернами з'являються ідіоморфні, гіпідіоморфні, геміідіоморфні індивіди. Також з глибиною змінюється проба золота від високо- (у верхніх горизонтах кори звітрювання) до середньопробного (у нижніх), а забарвлення з золотисто-жовтого стає брудно-жовтим і жовто-бурим.

Ключові слова: самородне золото, типоморфні особливості, кора звітрювання, родовище Балка Золота, Середньопридніпровська граніт-зеленокам'яна область.

Сурська зеленокам'яна структура розташована в центральній частині Середньопридніпровської граніт-зеленокам'яної області. Вона складена мезоархейськими стратифікованими утвореннями конкської серії та синхронними їм інтрузивними й субвулканічними утвореннями. Серед зеленокам'яних структур граніт-зеленокам'яної області Сурська є однією з найбільш вивчених і багатих на золото. У її межах пробурено багато свердловин, які розкрили золоторудні тіла. Найбільша кількість з них пробурена в межах родовищ золота Сергіївське і Балка Золота.

Частина рудних тіл цих родовищ розміщена в корі звітрювання, яка утворилася безпосередньо з рудоносних порід фундаменту, а їхні контури поширення відповідають контурам поширення корінної мінералізації золота [3].

Ми дослідили самородне золото з гідрохлорит-каоолінітової кори звітрювання рудоносних порід родовища Балка Золота, розкритої свердловинами 544 і 545 в інтервалі глибин 41–75 і 55–87 м, відповідно. Родовище розташоване в центральній частині Солонянського рудного поля, за 1 км на південь від смт Солоне Дніпропетровської обл.

Золоте зруденіння просторово локалізоване в широкій зоні, приуроченій до північно-східного та західного екзоконтактів, відповідно, Солонянського і Східносолонянського субвулканічних тіл [3]. Рудовмісними структурами є мінералізовані зони розсланцювання, що розташовані в ближніх екзоконтактах штокоподібних тіл і дайок кислого складу, іноді дещо віддалені від них [1, 3]. У межах родовища виявлено 70 рудних тіл потужністю від 0,1 до 19,3 м з умістом золота від 1,0 до 18,9 г/т, в окремих пробах – до 45–49 г/т [3]. За речовинним складом зруденіння належить до золото-кварцової рудної формації з золото-кварцовим, золото-пірит-кварцовим, золото-телуридно-кварцовим мінеральними типами [3].

Як зазначено, золотовмісні породи кристалічного фундаменту зазнали гіпергенних змін, унаслідок чого частина рудних тіл має продовження в корі звітрювання, де утворює золото-аргілізову формацію. Золото кори звітрювання становить близько 22 % від сумарного золота родовища Балка Золота [3]. Рудними тілами, здебільшого, є окварцьовані й карбонатизовані альбіт-карбонат-хлоритові породи по метабазальтах і метагаброїдах, а профіль кори звітрювання представлений найчастіше трьома зонами [3]. Залежно від вихідних порід субстрату та збережених від розмивання їхніх зон кора звітрювання в межах родовища має кварц-каолінітовий, кварц-серіцит-каолінітовий, вохристо-сидерит-каолінітовий, гетит-сидерит-каолінітовий, гідрохлоритовий, гідрохлорит-каолінітовий, гідрогетит-гідрохлоритовий, каолініт-гетит-гідрогетитовий склад [3, 4].

Зерна самородного золота вивчали під бінокляром та за допомогою електронно-мікроскопічних і мікрозондових досліджень (на електронному мікроскопі JSM-6700F, обладнаному енергодисперсійною системою для мікроаналізу JED-2300).

Мета досліджень – простежити зміну типоморфних особливостей золота (розмір, морфологія, забарвлення, проба) у вертикальному розрізі кори звітрювання.

Свердловина 544. В інтервалі глибин 41–42 м зерна золота мають округло-грудкоподібну, об'ємно-видовжену, чотиригранно-таблитчасту форму з дрібношагреневою, дрібноямчастою поверхнею (рис. 1). На глибині 47–51 м зерна золота округло-грудкоподібної форми, з відбитками граней інших мінералів, 51–54 – пластинчасті, об'ємно-короткостовпчасті, з дрібношагреневою поверхнею, 63–66 м – грудкоподібно-округлої форми, іноді з відростками. В інтервалі 68–72 м морфологія зерен золота більш строката. Тут є зерна округло-грудкоподібної, видовжено-грудкоподібної, неправильно-грудкоподібної форми з відростками, зрізаними краями, шагреневою поверхнею, а також зерна сплющено-видовженої форми з шагреневою поверхнею й відбитками інших мінералів. Наявні поодинокі індивіди зі слідами кристалографічного огранювання. На глибині 72–75 м зерна золота представлені кристалами псевдопірамідальної, призматичної форми з чіткими гранями й ребрами, а також зростками виділень кубічної форми і спотворених кристалів золота із включеннями прозорого кварцу. Діагностовано золото грудкоподібної, а також видовженої форми з добре вираженими гранями й ребрами. Трапляються зерна неправильної форми з ямчасто-горбкуватою, кавернозною поверхнею з відбитками граней інших мінералів та гілкоподібні агрегати з гроноподібними автоепітаксичними наростами золота на золоті. Часто зерна золота місять включення прозорого кварцу й огранованих кристалів магнетиту. Поверхня зерен гладка, шагренева, іноді блискуча.

Забарвлення зерен золота тьмяно-жовте, жовто-буре, золотисто-жовте. Уверх за розміром переважають золотисто-жовті індивіди.

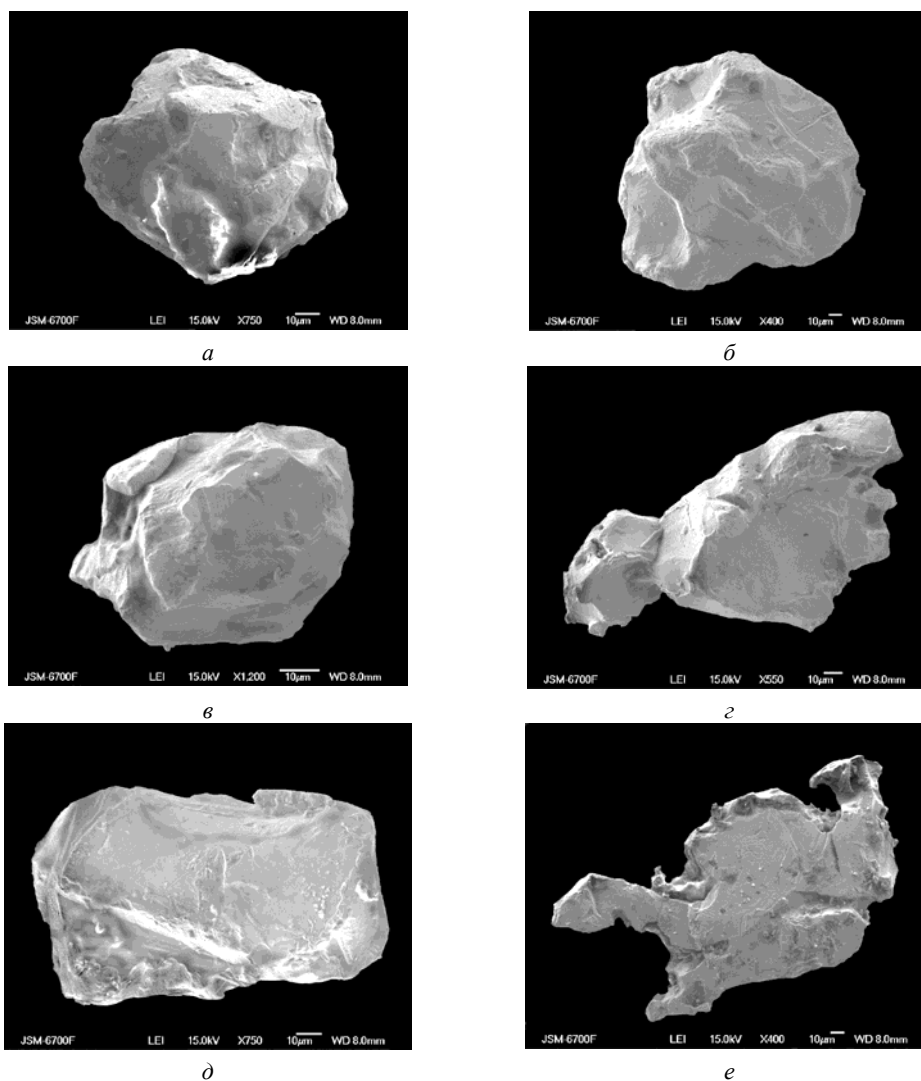


Рис. 1. Морфологія зерен золота зі свердловини 544:

a, б, в – гіпідіоморфні зерна; *г* – цементаційне зерно золота грудкоподібної форми з відростком; *д* – об'ємно-видовжене зерно; *е* – ксеноморфне зерно з відростками.

Золото з кори звітрювання свердловини 544 звичайно середньопробне (874–895), зрідка високопробне (900–901). Серед елементів-домішок переважають срібло (6,52–10,57 %), мідь (0,85–1,30), цинк (0,15–0,74 %).

Уверх за розрізом елювію простежується тенденція до збільшення частки крупніших зерен золота.

Свердловина 545. В інтервалі глибин 55–63 м морфологія зерен золота одноманітна (рис. 2). Це зерна неправильно-грудкоподібної форми зі зрізаними краями. Найвні грудкоподібні зерна з дрогоподібними відростками. Поверхня зерен ямчасто-горбкувата.

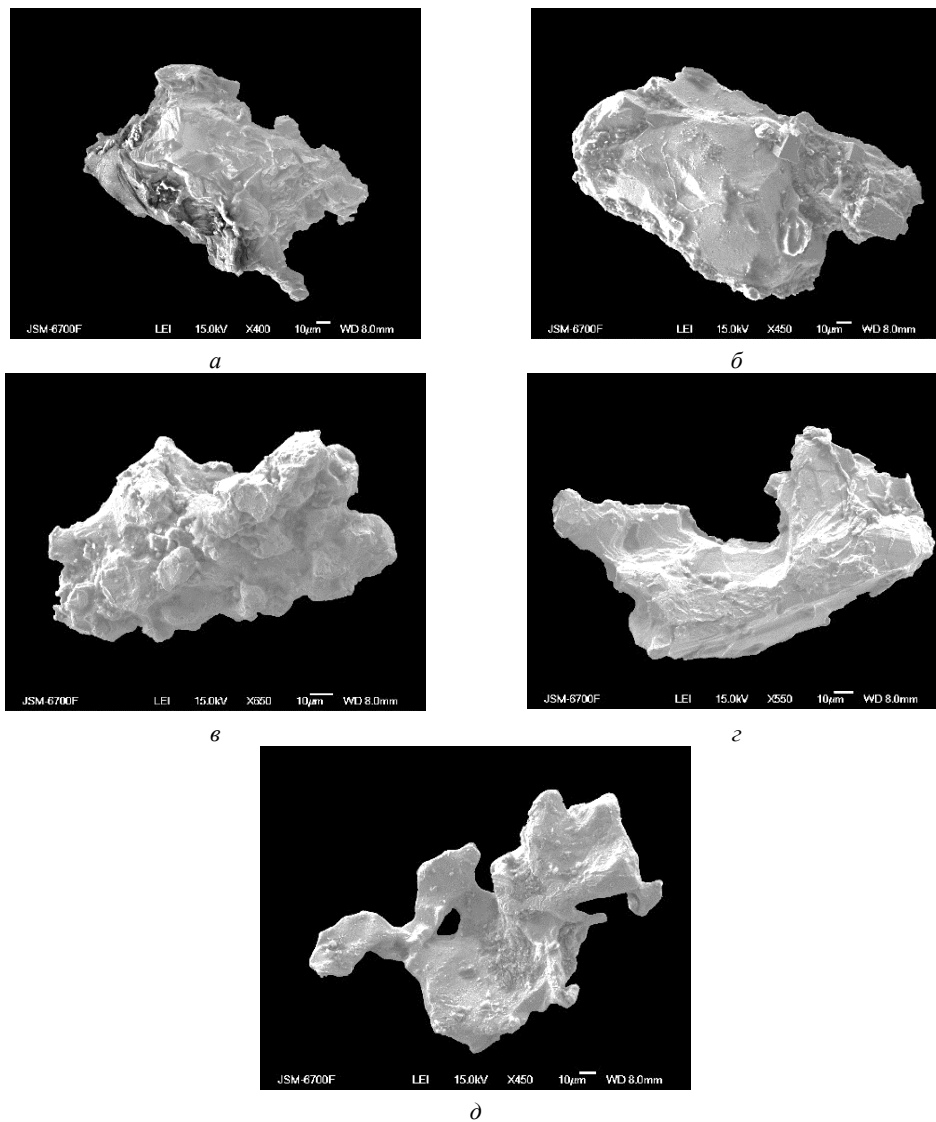


Рис. 2. Морфологія зерен золота зі свердловини 545:

а – грудкоподібне зерно з відростками; *б, в* – зерна золота грудкоподібної форми; *г* – об’ємно-видовжене зерно з ксеноморфними відростками; *д* – ксеноморфне зерно з широким діапазоном форм.

На глибині 63–87 м морфологія зерен золота більш строката. Виявлено спотворені кристали, ксеноморфні й гемідіоморфні зерна. Діагностовано золото у вигляді спотворених кристалів кубічної форми з відростками; зерна таблитчастої форми, іноді з боковими відростками; зерна сплющено-видовженої форми, сплющені, з широким діапазоном форм та численними боковими відростками; об’ємно-видовжені зерна з численними короткими відростками та стовбуроподібні, гачкоподібні виділення; зерна грудко-

подібної форми; гемідіоморфні зерна, у яких ксеноморфне зерно переходить у спотворений псевдооктаедр; агрегати зерен золота, які є ланцюжкоподібними зростками.

Поверхня зерен золота ямчасто-горбкувата, шагренева, подекуди гладка і блискуча, часто з відбитками граней інших мінералів. Краї зерен зглажені, рівні, часто з численними відростками різної довжини й форми.

Забарвлення золота золотисто-жовте, тьмяно-жовте, темно-жовте, жовто-буре. Униз за розрізом елювіальної товщі золото тьмяніє, стає темно- і буро-жовтим.

Золото з кори звітрювання свердловини 545 головню середньопробне (873–896), зрідка високопробне (916). Серед елементів-домішок переважають срібло (7,0–10,2%), мідь (0,32–1,73), цинк (0,20–0,88%) [3].

Уверх за розрізом елювію простежується тенденція до збільшення частки крупніших зерен золота.

Отже, золото в гідрохлорит-каоолінітовій корі звітрювання золотовмісних кристалічних порід фундаменту родовища Балка Золота переважно залишкове, зрідка трапляється новоутворене – у вигляді дрібних автоепітаксичних наростів золота на золоті.

Аналіз типоморфних особливостей самородного золота з кори звітрювання, розкритої свердловинами 544 і 545, засвідчив їхню подібність. З'ясовано, що у верхніх горизонтах кори звітрювання морфологія золота простіша, переважають грудкоподібні утворення. З глибиною, у напрямі до незмінених гіпергенезом рудних тіл, морфологія зерен золота стає більш строкатою, зокрема, поряд з ксеноморфними зернами з'являються ідіоморфні, гіпідіоморфні, гемідіоморфні індивіди. У цьому ж напрямі знижується проба золота – від високо- до середньопробного (тобто більш високопробне золото міститься у верхніх горизонтах кори звітрювання), зменшується розмір зерен, а забарвлення змінюється від золотисто-жовтого до брудно-жовтого, жовто-бурого.

Отримані результати свідчать про гіпергенне перетворення самородного золота в корі звітрювання, виражене в зміні забарвлення, проби та морфології. Збільшення розміру зерен уверх за розрізом кори звітрювання може бути наслідком укрупнення зерен золота в елювіальній товщі або віддзеркаленням рудної зональності.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Геология и структура золоторудного месторождения Балка Золотая (Среднее Приднепровье) / В. В. Сукач, А. Б. Бобров, М. М. Малых и др. // Відомості АГН України. – 1997. – № 4. – С. 67–74.
2. Ковальчук М. С. Типоморфні особливості самородного золота з кори вивітрювання родовища Балка Золота (за свердловиною № 545) / М. С. Ковальчук, В. В. Сукач, О. А. Вишневецький // Докембрій: породні асоціації та їхня рудоносність : міжнар. наук. конф. : збірник тез. – К., 2020. – С. 66–69.
3. Особливості речовинного складу самородного золота та золотовміщуючих руд зеленокам'яних комплексів Середнього Придніпров'я : звіт про НДР / Н. П. Гаєва та ін. – Новомосковськ, 2006.
4. Сукач В. Типоморфні особливості золота з рудних зон та кори звітрювання родовища Балка Золота / В. Сукач, М. Ковальчук, Н. Гаєва // Мінерал. зб. – 2014. – № 64, вип. 2. – С. 88–94.

Стаття: надійшла до редакції 19.10.2020
прийнята до друку 25.11.2020

Myron Kovalchuk¹, Vitalii Sukach², Oleksii Vyshnevskiy²

¹*Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine,
55b, Olesia Honchara St., Kyiv, Ukraine, 01601,
kms1964@ukr.net*

²*Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation of NASU,
34, Acad. Palladin Av., Kyiv, Ukraine, 03142,
svital@ukr.net; vyshnevskyy@igmof.gov.ua*

**TYPOMORPHIC FEATURES OF NATIVE GOLD
IN THE VERTICAL SECTION OF HYDROCHLORITE-KAOLINITE
CRUST OF WEATHERING OF THE BALKA ZOLOTA DEPOSIT**

Native gold from the crust of weathering of the Balka Zolota deposit gold-bearing rocks has been studied. The deposit is located in the central part of the Solonianske ore field (Surska greenstone structure, the central part of the Middle Dnieper granite-greenstone region), 1 km south of the urban village of Solone, Dnipropetrovsk region.

We studied the change in the typomorphic features of gold grains in the vertical section of the hydrochlorite-kaolinite crust of weathering (wells 544 and 545). In both wells, the morphology of the grains in the upper horizons of the crust of weathering is simpler compared to the deeper horizons, which is probably due to the simplification of its morphology in the upper zone of the crust.

With depth (towards ore bodies that have not been altered by hypergenesis), the morphology of gold grains becomes more diverse: along with xenomorphic grains, idiomorphic, hypidiomorphic, and hemidiomorphic individuals appear. In the same direction the fineness of gold decreases: the gold varies from 901–916 (in the upper horizons of the crust) to 896–873 fine (in the lower horizons). This also applies to the colour of the grains: down the section it changes from golden-yellow to dirty-yellow and yellow-brown.

Gold in the hydrochlorite-kaolinite crust of weathering of gold-containing crystalline rocks of the Balka Zolota deposit basement is mostly residual, occasionally newly formed – in the form of small autoepitaxial growths of gold on gold.

Key words: native gold, typomorphic features, crust of weathering, Balka Zolota deposit, Middle Dnieper granite-greenstone region.

УДК 549.756.1(477-924.52)

Олександр Костюк

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

ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДІАГЕНЕТИЧНОГО ПІРИТУ У ВІДКЛАДАХ ПАЛЕОЦЕНУ (СКИБОВА ЗОНА УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ)

Досліджено термоелектричні властивості діагенетичного піриту з відкладів яремчанського горизонту палеоцену на прикладі ділянки мідної мінералізації Підбуж-Яремчанська (Скибова зона Українських Карпат). На підставі комплексного аналізу мінералу визначено, що в межах дослідженого рудопрояву поширена одна генерація піриту.

Ключові слова: рудні мінерали, пірит, термо-е. р. с., діагенез, осадові породи, палеоцен, Українські Карпати.

Осадові породи Українських Карпат змінювалися під час післяседиментаційних процесів, зокрема, діагенезу, катагенезу й метагенезу. Власне з післяседиментаційними процесами пов'язана історія рудонагромадження в Карпатах.

Зокрема, на думку І. Афанасєвої [1], рудна мінералізація трапляється на стадії діагенезу найбільш збагачених органічною речовиною відкладів нижньої крейди (спаська, шипотська світи) й олігоцену (менілітова світи). Утворення діагенетичного піриту, вміст якого у важкій фракції подекуди становить 50–70 %, пов'язують з бітумінозними флішовими товщами. За даними авторки, пірит розвивається у вигляді мікроконкрецій, інколи утворює цемент у пісковиках, а також заміщує уламки вуглефікованих рослинних залишків. Уважають, що поряд з цим піритом трапляється пірит пізнішої генерації. Вочевидь, одночасно з піритом формувалися конкреції, складені головно карбонатами Fe і Mn. Простежується позитивна кореляція підвищеного вмісту піриту в породах, збагачених органічною речовиною. Послідовне утворення мінералів свідчить про поступову зміну умов мінералоутворення від слабковідновлювальних (глауконіт) до відновлювальних (пірит). Характер умов мінералоутворення прямо залежить від режиму осадонагромадження. Зокрема, у віддалених від областей знесення частинах геосинклінального басейну з розчинів гідрокарбонатно-натрієвого й гідрокарбонатно-кальцій-натрієвого типу активно розвивається пірит – мінерал відновної стадії літогенезу.

Утім, у відкладах палеоцену й еоцену, як і верхньої крейди, частка діагенетичних рудних мінералів значно зменшується. Мінералогічні й петрографічні дослідження вторинних перетворень, яких зазнали осадові породи яремчанського горизонту, дали нам змогу виділити такі особливості поширення рудної мінералізації. Макроскопічними дослідженнями виділено кілька морфогенетичних типів, які характеризують зміну хі-

мізму середовища седиментаційних і післяседиментаційних процесів: вкраплення самородної міді в зонах дроблення в зелених аргілітах; вкраплення та прожилки халькопіриту часто в асоціації з піритом і халькозином; плями малахітових примазок і зерна самородної міді (неправильної форми розміром 2–3 мм) на свіжих відколах гравелітів; нальоти малахіту в прошарках зеленкуватих аргілітів і лінзоподібних виділеннях алевролітів (у червоних аргілітах), що приурочені до площин нашарування; нальоти, кірочки й тонкі прожилки малахіту в прошарках зім'ятих червоно-бурих аргілітів і в площинах дрібних тріщин у них; прожилки кальциту, у яких кальцит асоціює з піритом і малахітом.

Рудні мінерали (пірит, інші сульфідні, карбонати й оксиди міді) у породах крейди й палеоцену трапляються в різних формах: вкраплення або скупчення в цементі, вкраплення в мінералах, макро- та мікропрожилки в породах, прошарки, лінзи.

Післядіагенетичні перетворення порід виражені в зміні їхнього речовинного складу і структурно-текстурних характеристик, у зменшенні відкритої пористості, збільшенні щільності порід, появи тріщин і каверн. У пісковиках і алевролітах виявлено тонкі регенераційні облямівки навколо карбонату, проте в уламкових вапняках ми спостерігали кристалізаційні мікроструктури.

Породи містять змінні залишки палеофауни, палеофлори та глауконіту. Зерна глауконіту частково заміщені гідролитою та хлоритом. Вміст вуглецевої речовини в пісковиках – 2 %. Інколи теригенні й органогенні уламки вкриті плівкою гідроксидів заліза чи “бітумів”. Породи містять тонкі (0,1–0,5 мм) прожилки або сітку тонких просічок, які заповнені карбонатом.

Серед відкладів флішової формації, на думку І. Афанасьєвої [1], рудоутворення трапляється у відкладах, які сформувались і на стадії гіпогенного епігенезу.

У верхній частині еоценового розрізу в межах Голятинського антиклінального підняття простежено розвиток зон дроблення, утворення тектонічних брекчій, дзеркал ковзання. Характерною особливістю порід є розвиток вторинної пористості, пов'язаної з вилуговуванням агресивними термальними водами. У зонах підвищеної пористості й тріщинуватості розвинена реальгар-баритова мінералізація. Зокрема, реальгар відкладається в порах, утворюючи рівномірно розсіяні вкраплення, а тріщини в пісковиках заповнені баритом, піритом і бітумами. За І. Афанасьєвою, унаслідок транспортування високомінералізованих вод хлоркальцієвого типу (містили характерні мікрокомпоненти вод нафтових родовищ) по розривних порушеннях і за умови їхнього змішування з сірководневими водами на геохімічних бар'єрах утворюються сульфідні арсену й заліза та сульфати барію.

Перший етап досліджень присвячений вивченню термоелектричних властивостей діагенетичного піриту з відкладів яремчанського горизонту палеоцену на прикладі ділянки мідної мінералізації Підбуж-Яремчанська. Подальша мета – порівняння термоелектричних властивостей піриту різних форм виділення.

На відстані 800–1 000 м вверх за правою розвилкою р. Підбуж поблизу с. Смольна в зоні розлому відслонені зеленкувато-сірі глини потужністю 35 см з конкреціями халькопіриту й піриту розміром до 1,5 см. Догори за розрізом розташовані дрібно-середньозернисті ясно-сірі слабковапняковисті пісковики, що свідчить про помірні глибини морського басейну. Вище за розрізом залягають вишнево-червоні аргіліти з прошарками зеленкувато-сірих. Їх змінюють середньозернисті ясно-сірі пісковики. Породи у відслоненні знизу догори мають гранулометричну рівномірність.

Мідна мінералізація приурочена до дрібнозернистих добре сортованих кварцових пісковиків з глинисто-карбонатним цементом. Макроскопічні дослідження засвідчують, що прожилки халькопіриту трапляються як уздовж, так і навхрест нашаруванню породи. Товщина прожилків халькопіриту – від 0,01 до 0,20 мм. Наявність конкрецій халькопіриту, як і піриту, є ознакою сильно відновного середовища під час формування відкладів яремчанського горизонту.

Ми досліджували морфометрію конкрецій і термоелектричні властивості діагенетичного піриту з порід ділянки мідної мінералізації Підбуж-Яремчанська.

Морфометричні дослідження піриту виконано методами візуальної мікроскопії, а термо-е. р. с. визначено на установці, змонтованій у лабораторії прикладної термобарогеохімії ЛНУ імені Івана Франка. Головним вимірювальним приладом був мікрвольтметр В7-21. Також використано електроди-голки, що давали змогу термічно збуджувати будь-яку ділянку поверхні досліджуваних взірців. Напругу, яку подавали на гарячий електрод, стабілізували за допомогою блока живлення ВІП-10. Точність і стабільність вимірювань контролювали періодичним вимірюванням термо-е. р. с. еталона (константова пластинка, виготовлена з мідь-константової термопари) та підтриманням сталого значення різниці між робочими поверхнями гарячого й холодного електродів (100 °С) за допомогою потенціометричного контролю.

Отже, можливу систематичну похибку під час вимірювання термо-е. р. с. мінімізували. Вимірюючи різницю потенціалів між збудженими й незбудженими ділянками досліджуваного мінералу-напівпровідника ділили на різницю температури між робочими поверхнями гарячого й холодного електродів. Значення коефіцієнта термоелектричного потенціалу α досліджуваного мінералу, зведені до 1° (мкВ/град), наносили на відповідні графіки. Інтервал групування значень термо-е. р. с. вибирали відповідно до відомої емпіричної формули Стерджесса:

$$\alpha = \frac{\alpha_{\max} - \alpha_{\min}}{1 + 3,332 \log n},$$

де $\alpha_{\max} - \alpha_{\min}$ – розмах вибірки; n – кількість вимірювань.

Для кожного досліджуваного кристала чи зерна мінералу виконували 50 вимірювань. По 50 вимірювань значень термо-е. р. с. виконано також у центральних ділянках кристалів, на їхніх поверхнях чи на окремих гранях.

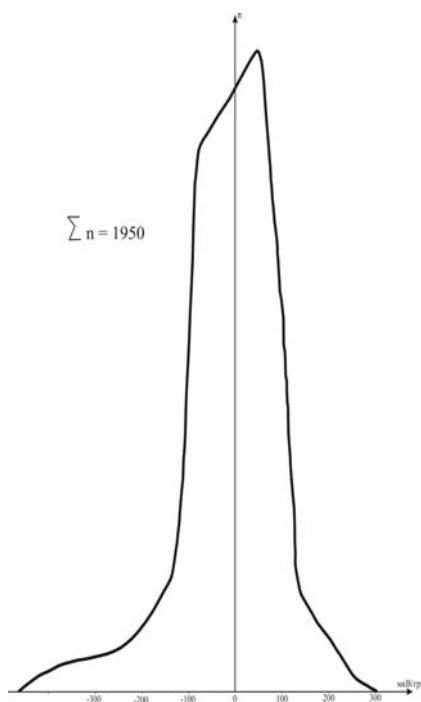
Загалом виконано 1 950 вимірювань на 20 зернах піриту (див. таблицю). Отримані результати свідчать, що пірит має як діркову, так і електронну провідність. Узагальнені значення показано у вигляді кривої, на якій чітко виділяється один пік (див. рисунок).

Результати вимірювань засвідчують, що загалом значення термо-е. р. с. піриту змінюються від –326 до +285 мкВ/град. На поверхні зерен середні значення цього параметра варіюють у межах від –104,14 до +93,30 мкВ/град (розмах вибірки – 31–324), причому переважають значення електронної провідності (від –2 до –326 мкВ/град). У внутрішніх ділянках середні значення коливаються від –202 до +254 мкВ/град (розмах вибірки – 27–204), переважають значення діркової провідності (від 1 до 254 мкВ/град).

Отже, внутрішні ділянки зерен піриту мають головно діркову провідність, а поверхня зерен – електронну. Це може засвідчувати, що впродовж кристалізації зерен піриту елементи-домішки (Ag, Cu) у його кристалічній ґратці значно змінили співвідношення між собою, що призвело до зміни провідності піриту й, очевидно, свідчить про певні зміни в мінералоутворювальному середовищі під час кристалізації мінералу.

Термоелектричні характеристики піриту ділянки Підбуж-Яремчанська, мкВ/град

Номер зерна	Поверхня зерен			Внутрішні ділянки зерен		
	$\alpha_{\min}-\alpha_{\max}$	$\alpha_{\text{ср}}$	Розмах вибірки	$\alpha_{\min}-\alpha_{\max}$	$\alpha_{\text{ср}}$	Розмах вибірки
a	(-2)-(-326)	-57,45	324	(+1)-(-202)	-157,18	201
c	(+12)-(-154)	-51,80	142	(-20)-(+110)	+25,35	90
g	(-6)-(-113)	-50,26	107	(-4)-(+58)	+22,76	54
i	8-285	+93,30	277	50-254	+171,60	204
l	(-15)-(-154)	-69,96	139	4-46	+18,22	42
m	4-69	+16,18	65	2-37	+18,54	35
n	(-4)-(-125)	-36,74	121	4-50	+26,72	46
p	3-85	+33,02	82	2-46	+18,52	44
q	3-73	+18,28	70	4-56	+24,32	52
u	3-89	+19,06	86	(-3)-(-113)	-24,50	110
zb	(-55)-(+89)	+26,10	34	5-132	+32,96	127
ze	(+62)-(-93)	-40,82	31	5-32	+17,16	27
zm	(-13)-(-113)	-68,04	100	5-57	+24,80	52
zmd	10-100	+20,88	90	10-85	+30,56	75
zme	5-171	-69,96	166	2-44	+18,22	42
zmh	(-7)-(-272)	-104,14	265	4-125	+49,44	121
zmr	(-4)-(-115)	-36,63	111	(-4)-(+37)	+16,00	33
zml	4-40	+17,80	36	(-8)-(-117)	-45,30	109
zmv	(-9)-(-117)	-44,9	108	4-75	+20,68	71



Генеральна вибірка значень термо-е. р. с. піриту ділянки мідної мінералізації Підбуж-Яремчанська.

На підставі морфометричних характеристик досліджуваних зерен піриту, текстурно-структурних співвідношень між його різними морфологічними групами та виміряних термоелектричних показників можна зробити висновок, що в межах рудопрояву міді Підбуж-Яремчанський поширена одна генерація піриту.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. *Афанасьева И. Ф.* Литогенез и геохимия флишевой формации Северного склона Советских Карпат / И. Ф. Афанасьева. – Киев : Наук. думка, 1983. – 183 с.
2. *Гаррелс Р. М.* Минеральные виды как функция рН и окислительно-восстановительных потенциалов, особенно в зонах окисления и вторичного обогащения сульфидных месторождений / Р. М. Гаррелс // Термодинамика геохимических процессов : [сб. статей]. – М. : Изд-во ИЛ, 1960. – С. 246–259.
3. *Голева Г. А.* Распространение и формы миграции меди в подземных водах / Г. А. Голева, Е. Л. Быкова, И. Н. Воробьёва // Геохимия. – 1968. – № 5. – С. 586–593.
4. *Перельман А. И.* Геохимия элементов в зоне гипергенеза / А. И. Перельман. – М. : Недра, 1972. – 288 с.
5. *Пилипчук А. С.* Литологические особенности и распределение мощностей палеоценовых и эоценовых отложений Северного склона Украинских Карпат / А. С. Пилипчук, Л. М. Рейфман, Я. В. Савчик // Новые данные по геологии и нефтегазоносности УССР. – 1972. – Вып. 6. – С. 180–190.
6. *Смирнов С. С.* Зона окисления сульфидных месторождений / С. С. Смирнов. – М. : АН СССР, 1951. – 331 с.

*Стаття: надійшла до редакції 11.10.2020
прийнята до друку 25.11.2020*

Oleksandr Kostyuk

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

THERMOELECTRIC PROPERTIES OF DIAGENETIC PYRITE FROM PALAEOCENE DEPOSITS (SKYBOVA ZONE, UKRAINIAN CARPATHIANS)

Spatial variability of ore minerals' thermometric parameters reflects some peculiarities of dynamics and physical-chemical conditions that have controlled mineral-forming fluids migration.

We studied diagenetic pyrite from the deposits of the Palaeocene Yaremchanskyi horizon in the Pidbuzh-Yaremchanska copper mineralization area (Skybova zone of the Ukrainian Carpathians). Copper mineralization is confined to fine-grained well-sorted quartz sandstones with clay-carbonate cement.

The morphometry of nodules and thermoelectric properties of diagenetic pyrite have been studied. A total of 1,950 measurements of thermoelectric force on 20 grains of pyrite were performed. It turned out that pyrite has both hole and electronic conductivity. In addition, the inner

areas of pyrite grains have mainly hole conductivity, and the surface of the grains – electronic. This may indicate that during the crystallization of pyrite grains, trace elements in its crystal lattice (Ag, Cu) significantly changed their relationships. This led to a change in the conductivity of pyrite and, apparently, indicates certain changes in the mineral-forming environment during the crystallization of the mineral.

Based on the morphometric characteristics of the studied pyrite grains, textural and structural relationships between its different morphological groups and measured thermoelectric parameters, it can be concluded that one generation of pyrite is widespread within the Pidbuzh-Yaremchanskyi copper ore occurrence.

Key words: ore minerals, pyrite, thermoelectric force, diagenesis, sedimentary rocks, Palaeocene, Ukrainian Carpathians.

UDC 549.514.51:550.4.08

Nadiia Slovotenko¹, Leonid Skakun¹, Roman Serkiz²

¹*Ivan Franko National University of Lviv,
4, Hrushevskoho St., Lviv, Ukraine, 79005,
nadiya.slovotenko@lnu.edu.ua; lzskakun@gmail.com*

²*Scientific, Technical and Training Center for Low Temperature Research,
Ivan Franko National University of Lviv,
50, Drahomanova St., Lviv, Ukraine, 79005,
ryaserkiz@gmail.com*

HYDROTHERMAL REGIME OF QUARTZ VEINS FORMATION AT THE EPITHERMAL DEPOSITS

Cathodoluminescence is a convenient method in studying the evolution of mineral formations. We used it to study quartz veins from three hydrothermal deposits of the epithermal type: Berehivske ore field (Ukraine), deposit of Kavnyk (Romania) and Banská Štiavnica ore field (Slovakia). Cathodoluminescence in quartz occurs due to the presence of alkali metal impurities. The nature of the detected cathodoluminescence indicates the accumulation of trace elements in the stagnant sections of the veins. At the same time, flow zones do not have a cathodoluminescence, which is proof of the infiltration regime of these zones in the veins.

Key words: cathodoluminescence, vein quartz, trace elements, hydrothermal deposit, Neogene.

Introduction. The study of ores and mineral aggregates structures and textures is a prerequisite for any mineralogical studies. Regardless of the tasks set for researchers, nowadays the cathodoluminescence image analysis is widely used. We consider the possibilities of the cathodoluminescence method on the quartz vein samples of three different objects: Berehivske ore field (Ukraine), Kavnik deposit (Romania) and Banská Štiavnica ore field (Slovakia). They are in the Neogene volcanic belt of the Carpathians and belong to the epithermal type of hydrothermal deposits [2, 4, 5].

Formulation of the problem and the relevance of its solution. Cathodoluminescent image analysis has won its place among other mineralogical research methods long ago [1, 3]. This method allows us to consider the structures and textures of the mineral aggregates, invisible under an optical microscope, to establish the crystallization history of the mineral bodies. A necessary condition for the experiment is that the studied minerals belong to the dielectrics. A disclosure of the internal structure, growth zoning and defects of the crystal lattice, impossible in the case of other analytical methods, – the most important applied value of the cathodoluminescence.

Factual material and research methodology. Cathodoluminescent analysis was performed using an electron scanning microscope REMMA 120-02 in the Scientific, Technical

and Training Centre for Low Temperature Research (Ivan Franko National University of Lviv), using a cathodoluminescent detector with a wavelength of 400 to 650 nm. Samples in the form of polished plates were sprayed with carbon to prevent the accumulation of electric charge during the study. Beam scanning speed is 20 s, resolution – 1024×860 pixels, 256 shades of gray; $U = 30$ kV and $I = 200$ nA.

Obtained results and their discussion. The cathodoluminescent glow was able to identify areas in which there is no cathodoluminescence in the quartz, directly bordering on areas where it is present. For example, examine vein quartz of the Berehivske ore field (Fig. 1, *a*), the microcrystalline quartz shows a clear oscillatory zoning, due to which the direction of growth is observed. Right here, fine-crystalline quartz has spotted luminescence (see Fig. 1, *b*). Beyond the zones of the druse fine crystalline quartz are areas where there is no cathodoluminescent glow.

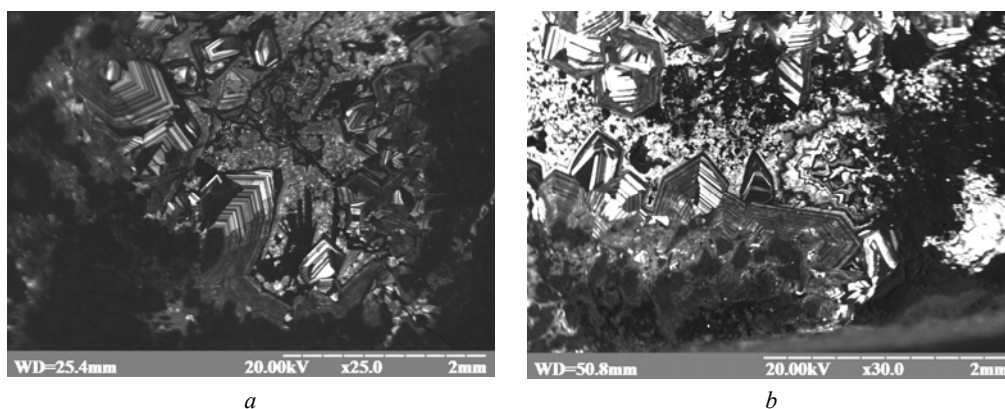


Fig. 1. Cathodoluminescence of the vein quartz of the Berehivske ore field.

Consider cathodoluminescence of the vein quartz from the Cavnic deposit (Romania) (Fig. 2). As can be seen, the present cathodoluminescence is extremely indistinct and weak. It mainly delineates the nuclei of the crystalline individuals in quartz. The elongated individuals are oriented in different directions.

Analysis of cathodoluminescence imaging of the vein quartz from the Banská Štiavnica (Slovakia) (Fig. 3) shows that quartz prisms and intersections of hexagonal prisms have a very weak vague cathodoluminescent glow. Along with these areas, zones of the very bright oscillatory cathodoluminescence are observed (see Fig. 3, *a*). They, in turn, are overlapped by the growth zones, in which the vague cathodoluminescent glow is developed. The image shows crusting fine-grained whorls of quartz overgrowth in some places.

The causes of this luminescence are defects in the crystal structure or impurities hosted in the crystal lattice. The reason for the cathodoluminescence emission in quartz is the entry of aluminium, alkali metals and hydrogen into the quartz crystal lattice [3]. The stagnant sections of the quartz veins have a bright cathodoluminescence. At the same time, the areas in which there was an infiltration of the solution do not show luminescence in the cathode rays. The impurity alkali metals, which are responsible for the occurrence of the cathodoluminescence, did not accumulate in the quartz under the dynamic regime of a solution movement. As a result, there are areas in such places where there is no cathodoluminescent glow.

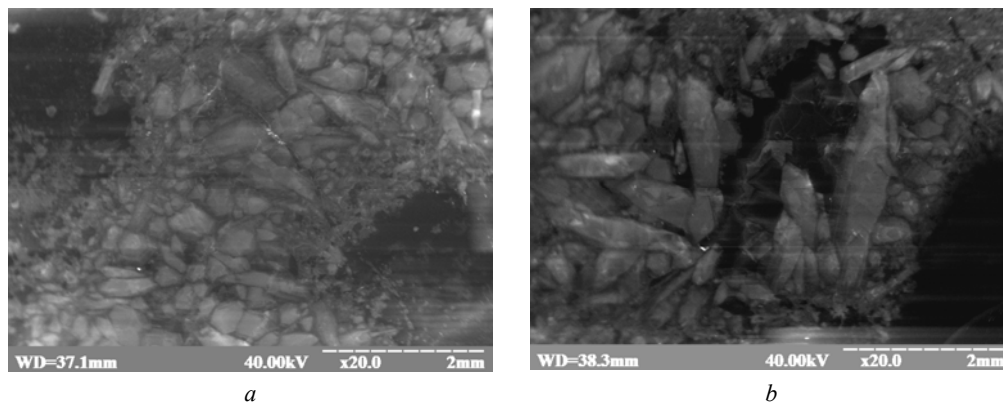


Fig. 2. Cathodoluminescence of the vein quartz from the Cavnica deposit (Romania).

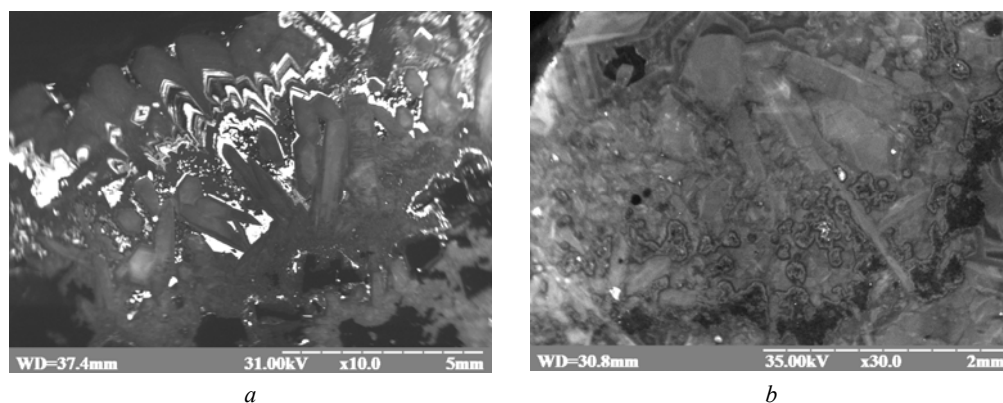


Fig. 3. Cathodoluminescence of the vein quartz from Banská Štiavnica ore field, vein Theresia.

Conclusions. Thus, the quartz under study from different deposits shows not only the morphology, the internal anatomy of individuals, the boundaries between them, but also the history of a nucleation, the development evolution of the vein aggregates. A similar situation of the accumulation of the quartz impurities is noticeable for all deposits: in the stagnant regime, areas with the bright cathodoluminescent glow appear, and in the infiltration zones, there is no cathodoluminescence at all.

REFERENCES

1. Cathodoluminescence and trace element zoning in quartz phenocrysts and xenocrysts / G. R. Watt, P. Wright, S. Galloway, C. McLean // *Geochimica et Cosmochimica Acta*. – 1997. – Vol. 61. – P. 4337–4348.
2. Fluid evolution in the Baia Mare epithermal gold/polymetallic district, Inner Carpathians, Romania / L. Grancea, L. Bailly, J. Leroy et al. // *Mineralium Deposita*. – 2002. – Vol. 37, N 6–7. – P. 630–647.

3. *Götze J.* Origin, spectral characteristics and practical application of the cathodoluminescence (CL) of quartz – a review / J. Götze, M. Plötze, D. Habermann // *Mineralogy and Petrology*. – 2001. – N 71. – P. 225–250.
4. *Lexa J.* The Banská Štiavnica ore district: relationship between metallogenetic processes and the geological evolution of stratovolcano / J. Lexa, J. Štohl, V. Konečný // *Mineralium Deposita*. – 1999. – Vol. 34. – P. 639–654.
5. *Vityk M. O.* Fluid evolution and mineral formation in the Beregovo gold-base metal deposit, Transcarpathia, Ukraine / M. O. Vityk, H. R. Krouse, L. Z. Skakun // *Econ. Geol.* – 1994. – Vol. 89. – P. 547–565.

Стаття: надійшла до редакції 06.10.2020

прийнята до друку 25.11.2020

Надія Словотенко¹, Леонід Скакун¹, Роман Серкіз²

¹*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005,
nadiya.slovotenko@lnu.edu.ua; lzsakun@gmail.com*

²*Науково-технічний і навчальний центр низькотемпературних досліджень,
Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Драгоманова, 50, Львів, Україна, 79005,
ryaserkiz@gmail.com*

ГІДРОТЕРМАЛЬНИЙ РЕЖИМ ФОРМУВАННЯ КВАРЦОВИХ ЖИЛ ЕПІТЕРМАЛЬНИХ РОДОВИЩ

Катодолюмінесценція є зручним інструментом під час вивчення еволюції розвитку мінеральних утворень. Ми використали цей метод для дослідження кварцових жил з трьох гідротермальних об'єктів епітермального типу: Березівського рудного поля (Україна), родовища Кавник (Румунія) та рудного поля Банська Штявниця (Словаччина).

Катодолюмінесценція в кварці виникає внаслідок наявності домішок лужного металу. Характер виявленої катодолюмінесценції в дослідженому кварці свідчить про нагромадження домішок у стоячих ділянках жил. Водночас зони інфільтрації не мають катодолюмінесцентного світіння, що є доказом відповідного режиму цих зон у жилах.

Ключові слова: катодолюмінесценція, жильний кварц, елементи-домішки, гідротермальне родовище, неоген.

УДК 502.64:549(477)

Орест Матковський

Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005,
mineral@franko.lviv.ua

МІНЕРАЛОГІЧНІ ПАМ'ЯТКИ ПРИРОДИ УКРАЇНИ

Наведено відомості про природні мінералогічні пам'ятки України. Зазначено, що сьогодні нема чіткого визначення терміна *мінералогічна пам'ятка природи*. За даними ДНВП “Геоінформ України”, це місцезнаходження типових і унікальних для України мінералів, що мають науковий і пізнавальний інтерес. За окремими геологічними структурами стисло описано мінералогічні пам'ятки природи за матеріалами головно довідкових видань, у яких вони схарактеризовані як мінералогічні, мінералого-петрографічні, стратиграфічні, комплексні та ін. Зазначено, що в надрах України є значно більше мінералогічних пам'яток і вони потребують оприлюднення, популяризації, оформлення юридичного статусу та збереження.

Ключові слова: мінералогічні пам'ятки природи, геологічні пам'ятки природи, природно-заповідний фонд, Крим, Україна.

Мінералогічні пам'ятки природи посідають особливе місце серед великого розмаїття геологічних пам'яток. Особливо важливим є їхнє збереження, адже вони, як і інші геологічні об'єкти, на відміну від біологічних, не відновлюються. В Україні ще 1910 р. у с. Хортиця (нижня частина території м. Запоріжжя) уперше створено товариство охорони природи, у статуті якого передбачили збереження не тільки тваринного й рослинного царства природи, а й мінерального. На потребу збереження мінерального багатства України звернуто увагу в науково-популярній книжечці “Природные кристаллы Украины” (Квасница, Павлишин, Матковский, 1990), виданій під рубрикою “Охорона навколишнього середовища”. У ній є спеціальний розділ “Сохраним мир природных кристаллов” з підрозділами “Кладовые земли и экология” та “Живи, кристалл!”.

На жаль, мінералогічним пам'яткам природи приділяють недостатньо уваги. Про них згадано в публікаціях кримського мінералога О. Тищенко [12, 13]. У праці “Огляд мінералогічних пам'яток природи Криму”, опублікованій у “Записках Українського мінералогічного товариства” (матеріали VII з'їзду УМТ, 2006), стисло проаналізовано загальні проблеми, що стосуються пам'яток природи, звернуто увагу на недосконалість законодавчих актів щодо охорони надр. Зазначено, що більшість мінералогічних пам'яток є невід'ємною частиною пам'яток геологічних, однак серед природних територій і об'єктів природно-заповідного фонду України (ПЗФУ) не виділені окремо мінералогічні пам'ятки природи й мінералогічні заказники. Автор наголосив, що геологічні пам'ятки є частиною геологічної спадщини України, яка має наукове, культурно-освітнє, рекреаційне, естетичне, комерційне значення. Йдеться про різноманітні геологічні

об'єкти, ділянки надр, взірці гірських порід, мінералів, викопних решток фауни і флори. Це частина природної та культурної спадщини, збереження якої на сучасному рівні має винятково важливе значення для держави. Також О. Тищенко справедливо зазначає про можливе й потрібне в межах територій і об'єктів ПЗФУ виділення як окремої категорії мінералогічних пам'яток природи та мінералогічних заказників [13].

Сьогодні нема чіткого визначення, що таке мінералогічна пам'ятка, як і інших категорій геологічної спадщини. У рамках проекту “Систематизація та опис геологічних пам'яток України та розробка рекомендацій щодо їх популяризації, використання і збереження” (ДНВП “Геоінформ України”, 1997–1998) мінералогічними пам'ятками вважають місцезнаходження мінералів (як типових для території України, так і унікальних), що мають науковий і пізнавальний інтерес. О. Тищенко вважає, що термін *мінералогічна пам'ятка природи* дещо “віртуальний”, матеріалістичним його наповненням є взірці мінералів, які й приводять до уявлення геологічних утворень як мінералогічних пам'яток природи. На його думку, мінералогічною пам'яткою може бути: єдиний (або декілька) взірець (взірців) одного мінерального виду, який був (або були) виявлений на місцезнаходженні; окремі мінеральні тіла (пегматитова або гідротермальна жила, літологічно добре виражений пласт з цінною мінералізацією тощо); рудне родовище, на якому відомі знахідки різноманітних мінералів, що мають світову популярність своєю якістю, рідкістю тощо; невелике геологічне відслонення, яке відоме своїми мінералами.

Наукова і культурознавча цінність геологічних утворень полягає в тому, що вони є унікальною фактографічною базою для пізнання натуральної історії Землі. Вимоги збереження їхнього розмаїття закріплено на законодавчому рівні у статті 59 розділу VI “Охорона ділянок надр, що становлять особливу наукову або культурну цінність” Кодексу України про надра, у вимогах Закону України “Про природно-заповідний фонд України” і Закону України “Про охорону навколишнього природного середовища”.

Таке збереження й охорона навколишнього середовища надзвичайно актуальні для України. Саме тому ще 1985 р. Українське товариство охорони природи і Міністерство геології УРСР підготували й опублікували довідник-путівник “Геологические памятники Украины” (отв. ред. А. И. Зарицкий), у якому наведено стислий опис 719 геологічних пам'яток з 25 областей Української РСР. До них зачислено найхарактерніші відслонення гірських порід і форми земної поверхні, що мають наукову або естетичну цінність. Геологічні пам'ятки розділено на такі типи: стратиграфічні і геохронологічні, палеонтологічні, мінералого-петрографічні, історичні, тектонічні, геоморфологічні, живописні.

Серед пам'яток мінералого-петрографічного типу виділено й описано 67 об'єктів. З них мінералогічними можна вважати 20 таких об'єктів: *відслонення пісковиків з галенитовою мінералізацією в с. Воеводчинці* (Могилів-Подільський р-н, Вінницька обл.); *вихід рудних жил у старих гірничих виробках Єсаулівського свинцево-цинкового родовища* (Антрацитовий р-н, Луганська обл.) з унікальною мінеральною асоціацією – галеніт, сфалерит, зрідка буланжерит, бурноніт, тетраедрит, вюртцит та ін.; *відслонення пірофілітових сланців у с. Нагоряни* (Овруцький р-н, Житомирська обл.); *відслонення головінського габро* (Черняхівський р-н, Житомирська обл.), у складі якого головними мінералами є плагіоклаз, клінопіроксен, гіперстен, олівін, біотит, другорядні – ільменіт, рідше титаномагнетит; *відслонення лабрадориту з іризацією в с. Головіне* (Черняхівський р-н, Житомирська обл.), у складі якого міститься 97–100 % плагіоклазу, 3–5 % темноколірних і рудних мінералів; *виходи гранітів житомирського типу в околицях Житомира*, складених кварцом, біотитом, а також акцесорними апатитом, гранатом і вторинними хлоритом та серицитом; *відслонення пегматитів у с. Високий Камінь* (Ко-

ростенський р-н, Житомирська обл.) з незвичайними агрегатними скупченнями мусковіту; *давня каолінова штольня в с. Мужієво* (Берегівський р-н, Закарпатська обл.); *Єлисейське пегматитове поле* (с. Зелена Могила, Приморський р-н, Запорізька обл.) з жилами диференційованих пегматитів мікроклінового типу; *відслонення каолініту й лабрадору в закинутому кар'єрі біля с. Лікареве* (Новомиргородський р-н, Кіровоградська обл.); *відслонення лабрадоритів з іризацією в м. Городище* (Черкаська обл.); *вихід палигорськітових і бентонітових глин у кар'єрі біля с. Дашуківка* (Лисянський р-н, Черкаська обл.); *відслонення рудоносних пісків на окраїні с. Кунцеве* (Новосанжарський р-н, Полтавська обл.) з дендритами й бобовинням гідроксидів мангану; *відслонення гранітів у м. Корець* (Рівненська обл.) з жилами крупнокристалічних мікроклін-турмалінових пегматитів; *Сторожівський вихід гнейсів* (Корецький р-н, Рівненська обл.) з примазками і прошарками графіту; *два відслонення порід венду в с. Миньківці* (Дунаєвський р-н, Хмельницька обл.) з фосфоритами, які містять рудну мінералізацію (галеніт, сфалерит, халькопірит та ін.); *скупчення кристалів кальциту з включеннями дрібних піщинок* (до 55–60 % об'єму) у *нижньосарматських відкладах с. Залісці* (Шумський р-н, Тернопільська обл.); *давня домна (XVII ст.) у с. Майдан* (Дрогобицький р-н, Львівська обл.), напівзруйнована, у ній виплавляли залізо з болотних руд, які утворилися з лінз сидеритів у породах менілітової світи олігоцену; *місцезнаходження рідкісного мінералу брункіту в скелі свинцево-цинкових руд Трускавця* (Львівська обл.); *місцезнаходження рідкісного мінералу сколіту в ямненських пісковиках на північній окраїні м. Сколе* (Львівська обл.).

На початку XXI ст. уже в незалежній Україні велика група співробітників Геологічної служби України підготувала й опублікувала чотиритомне науково-популярне видання “Геологічні пам'ятки України” (за ред. В. Калініна, Д. Гурського, 2006, 2007, 2008, 2011). Презентація першого тому відбулася в ході проведення у вересні 2006 р. у Києві та Кам'янці-Подільському чергового V симпозіуму Європейської асоціації зі збереження геологічної спадщини (офіційно створена 1993 р.).

У вступі до першого тому зазначено, що геологічні пам'ятки – це відслонення гірських порід і форми земної поверхні, які найвиразніше ілюструють геологічну будову земної кори та природні процеси, що відбувалися в ній протягом всієї історії розвитку. Вони мають наукову, культурно-пізнавальну й естетичну цінність. Як і інші важливі з наукового й практичного погляду об'єкти природи, окремі геологічні пам'ятки перебувають під загрозою часткового або повного знищення, тому треба залучати всі наявні засоби для їхнього збереження [2].

У чотирьох томах описано 601 геологічну пам'ятку, серед яких розрізняють стратиграфічні, геоморфологічні, тектонічні, магматичні, мінералогічні, петрографічні та зрідка інші (багато з них комплексні). Серед мінералогічних пам'яток вирізняють 40 об'єктів. Утричі більше (129) пам'яток належить до петрографічних і магматичних, однак більшість з них містить і мінералогічну інформацію.

За окремими геологічними структурами коротко схарактеризуємо наведені в книгах [2–5] мінералогічні пам'ятки, а також пам'ятки інших типів, які мають і мінералогічне значення.

Український щит. У його межах виділено тільки десять власне мінералогічних, мінерало-петрографічних і мінерало-стратиграфічних пам'яток. Найбільше пам'яток щита описано як петрографічні, однак багато з них має важливу мінералогічну інформацію.

Виходи гранітів житомирського комплексу по р. Корчик і в м. Корець (Рівненська обл.). Описані як петрографічна пам'ятка. Мальовничі скелі складені гранітами жито-

мирського типу, серед яких трапляються прожилки аплітів, пегматитів, а також ксеноліти гнейсів. Пегматитові утворення простежено в неглибокому Новокорнецькому кар'єрі. Вони мають крупнозернисту (5–20 см) структуру та бурувато-червоне забарвлення, зумовлене кристалами мікрокліну. Характерні значні скупчення мусковіту, а також кристали чорного стовпчастого турмаліну – шерлу різної довжини (до 30 см).

Відслонення габро-діабазів Томашгородської дайки біля смт Томашгород (Рокитнівський р-н, Рівненська обл.). Петрографічна пам'ятка. У кар'єрі розробляють лептити клесівської серії та габро-діабазу, які мають темно-сіре до чорного забарвлення, середньозернисту структуру, досить масивні. Місцями вони вміщують виділення в кілька квадратних метрів габро-пегматитів (подібних до габро-анортозитів), збагачених ільменітом і магнетитом (до 15 %).

Лабрадорити з іризацією в с. Головине (Черняхівський р-н, Житомирська обл.). Петрографічна пам'ятка, хоча є суто мінералогічною. Високодекоративні лабрадорити з іризацією розкриті в кар'єрі. Породи крупнозернисті, з видовженими до 6–7 см кристалами плагіоклазу, покритими тонким штрихуванням, часто в поперечних зрізах правильної шестикутної форми. Для них характерне майже чорне, іноді зеленкувато-сіре забарвлення. Лабрадорит з високою іризацією, кількість “очок” – понад 100 на 1 м². Іризація яскрава, веселкова, зонально змінюється від жовтої, рідше червонуватої до зеленої, синьої й фіолетової. Вміст лабрадору в породах становить 97–100 %, зафіксовано також темноколірний піроксен і рудний ільменіт.

Відслонення граніт-порфірів біля с. Пекарщина (Черняхівський р-н, Житомирська обл.). Петрографічна пам'ятка. У кар'єрі розкриті граніт-порфіри, які утворюють дайки і штокоподібні тіла серед порід Коростенського плутону. Граніт-порфіри – це рожеві, бурувато-рожеві, зрідка темно-сірі породи з дрібнозернистою основною масою і численними (до 20–25 %) порфіровими виділеннями мікрокліну, кварцу, рідше плагіоклазів і невеликими скупченнями темноколірних мінералів. Серед вкраплень переважає мікроклін овоїдної й короткостовпчастої форми розміром до 5–8 мм. Основній масі породи притаманна своєрідна ситоподібна будова, зумовлена пойкилітовими зростками калієвого польового шпату з кварцом.

Пегматити в с. Високий Камінь (Коростишівський р-н, Житомирська обл.). Описані як геоморфологічна і петрографічна пам'ятка. Скельний вихід пегматиту представлений у вигляді недиференційованих і незамішених жил кварц-олігоклаз-мікроклінового складу потужністю понад 30 м. Це середньо-крупнозерниста порода червоного й рожево-сірого кольору, пегматоїдної з фрагментами графічної структури; містить скупчення сріблястого мусковіту ялинкового типу з довжиною окремих “гілок” до 10–15 см. Виявлено також ізометричні тріщинуваті кристали гранату розміром 1,0–1,5 см.

Відслонення гранітів бердичівського комплексу в с. Жежелів (Козятинський р-н, Вінницька обл.). Петрографічна пам'ятка. У кар'єрі відслонені граніти – гранат-біотитові, сірі, крупнокристалічні, часто порфіробластові. У південній стінці кар'єру багато тіл гігантозернистих біотит-двопольовошпатових пегматитів. Найвні ксеноліти представлені гіперстен-амфіболовими кристалосланцями з біотитом, біотитовими і гранат-біотитовими гнейсами з двома різновидами плагіоклазу, апогабро-діабазові кристалосланці з кумінгтонітом, амфіболізовані й біотитизовані піроксеніти, часто з сульфідами в ендоконтактах.

Трикратський гранітний масив (Вознесенський р-н, Миколаївська обл.). Мінералого-петрографічна пам'ятка. Скелі порфіробластичних гранітів Трикратського масиву кіровоградського комплексу. У гранітах є жили з друзами гірського кришталю.

Лейкократові гнейси роцахівської світи (Братський р-н, Миколаївська обл.). Петрографічна пам'ятка, представлена відслоненням гранат-біотитових і різноманітних кордієритовмісних гнейсів, а також лейкократових гранат-біотитових, біотитових і силіманіт-кордієрит-біотитових гнейсів (лептитів). Серед гранат-біотитових гнейсів трапляються численні прошарки гіперстенових, діопсидових або двопіроксенових гнейсів і кристалосланців. Відслонені також лейкократові тонкозернисті суттєво кварц-польовошпатові гнейси досить витриманого складу, %: калішпат – 30–50, кварц – 25–35, плагіоклаз – 10–20, біотит – 1–10, гранат – до 5.

Відслонення молібденітовмісного пегматиту в смт Буки (Маньківський р-н, Черкаська обл.). Петрографічна пам'ятка. У виробленому Антонівському кар'єрі відслонені породи уманського комплексу – сірі антонівські граніти з січними жилами сіро-рожевих молібденітовмісних пегматитів. Потужність жил коливається від 0,1 до 12,0 м.

Відслонення гранітів і монцонітів корсунь-новомиргородського комплексу в с. Хлитунівка (Городищенський р-н, Черкаська обл.). Петрографічна пам'ятка. Кар'єр, де розкриті сіро-рожеві середньозернисті біотитові граніти, які поступово переходять у темно-сірі, зеленкувато-сірі кварцові монцоніти. У гранітах трапляються шліри (2 × 2 м) крупноовоїдних гранітів рапаківі. Відслонені також зеленкувато-сірі, бурувато-сірі кварцові монцоніти з овоїдами. У місцях, де порода збагачена рожевими зернами калішпату й овоїдами, монцоніт поступово переходить у рапаківіподібний граніт або дрібнозернистий рапаківі. Усі породи розсічені жилами пегматитів та аплітоїдних гранітоїдів потужністю до 1,0 м. Зрідка в порожнинах жил наявні кристали моріону.

Відслонення анортозитів з ірizaцією у м. Городище (Черкаська обл.). Петрографічна пам'ятка. У покинутому кар'єрі розкриті анортозити корсунь-новомиргородського комплексу. Це темно-сірі масивні крупнозернисті породи з великою кількістю вкраплень плагіоклазу з ірizaцією, розмір якого досягає 5–7 см. Анортозит розсічений жилами сірих і рожево-сірих дрібнозернистих гранітів.

Відслонення гранітів рапаківі в м. Городище (Черкаська обл.). Петрографічна пам'ятка. У затопленому кар'єрі розкрито граніти рапаківі корсунь-новомиргородського комплексу. Це зеленкувато-сірі крупноовоїдні породи, у яких кількість овоїдів досягає 80–90 %. Овоїди мають зеленкувато-сіре до червоного забарвлення. Трапляються жили аплітоїдних гранітів рожево-сірого кольору потужністю 2,5–5,0 м. Дуже зрідка наявні жили (до 0,2 м) сірого кварцу з порожнинами, що виповнені дрібними кристалами моріону.

Відслонення метасоматитів у с. Стеблів (Корсунь-Новомиргородський р-н, Черкаська обл.). Петрографічна пам'ятка. Представлена виходами мігматитів звенигородського комплексу – рожево-сірих, рожевих, середньозернистих, смугастих. Серед них простежено зони катаклазитів і мілонітів потужністю 1,0–12,0 м. Місцями вони окварцьовані, насичені прожилками кварцу, епідоту. Подекуди розкриті метасоматити альбіт-кварцового складу з епідотом і хлоритом, а також сірі, рожево-сірі цукроподібні дрібнозернисті альбітити з невеликою кількістю епідоту і хлориту. Поміж альбітитами й мігматитами затиснута пачка змінених амфіболітів. Мігматити розсічені жилами пегматоїдних і аплітоїдних рожево-червоних гранітів.

Завалівське родовище графіту (Гайворонський р-н, Кіровоградська обл.). Стратиграфічна пам'ятка. Кар'єр з рудами графіту, на базі якого працює Завалівський комбінат. Родовище пов'язане з графітовмісними гнейсами різного складу, які представлені рудними породами, що чергуються з безрудними. Виділено п'ять рудних смуг потужні-

стю від 1,0 до 80,0 м. Середній вміст графіту по різних ділянках родовища – від 6,7 до 10,1 %.

Розріз кори звітрювання ультраосновних порід Липовеньківського родовища силікатних нікелевих руд (Голованівський р-н, Кіровоградська обл.). Кар'єр, у якому Побузький комбінат розробляє руди силікатного нікелю та хрому. Родовище, відкрите у 1950-х роках, пов'язане з площевою корою звітрювання перидотитів і серпентинітів (знизу догори): дезінтегровані перидотити, серпентиніти; нонтронізовані перидотити, серпентиніти; обвохрені нонтроніти, нонтроніти; бурі залізники, вохри. Перидотити й серпентиніти вміщують і хромові руди, поклади яких утворюють невеликі родовища.

Відслонення пегматоїдних гранітів у с. Лозуватка (Компаніївський р-н, Кіровоградська обл.). Петрографічна й геоморфологічна пам'ятка. Скельні виходи заввишки 20–25 м пегматоїдних гранітів – рожево-сірих, крупнозернистих, з гранатом, місцями вони переходять у пегматити з нечіткою графічною структурою. Граніти розсічені жилами молочно-білого кварцу потужністю 0,2–0,5 м.

Виходи турмаліновмісних гранітів у с. Добрянка (Вільшанський р-н, Кіровоградська обл.). Мінералого-петрографічна пам'ятка. Відслонення гранітів кіровоградського комплексу – бурувато-сірих, біотитових, нерівномірнотзернистих, озалізненних. Серед них трапляються жили потужністю до 6–7 м ясно-сірих середньо-дрібнозернистих мусковіт-біотитових гранітів з чорним турмаліном, вміст якого становить 10–15 %. Він утворює кристали шестигранної форми до 1 см у поперечнику і завдовжки до 2–3 см.

Відслонення жильного кварцу в с. Арсенівка (Новомиргородський р-н, Кіровоградська обл.). Чомусь петрографічна, а не мінералогічна пам'ятка. Невелика скеля у вигляді окремих брил завдовжки 50–60 м. Відслонений жильний кварц ясно-сірого, молочно-білого кольору, різнозернистий, тріщинуватий. За даними раніше проведених геологічних досліджень, кварц утворює потужну жилу (близько 300 м), простежену на глибину до 270 м. Кварцове тіло залягає на контакті між основними породами та порфіробластичними гранітами курсунь-новомиргородського комплексу.

Вихід порфіробластичних гранітів кіровоградського комплексу (Новоархангельський р-н, Кіровоградська обл.). Петрографічна і геоморфологічна пам'ятка. Це куполоподібний пагорб, у південно-західній частині якого розташований покинутий кар'єр, де розробляли граніти – рожево-сірі, біотитові, порфіробластичні, середньозернисті. Серед гранітів наявні жили червоних і сіро-рожевих гранатовмісних пегматоїдних гранітів потужністю від 0,5 до 2–3 м.

Шолохівський рожевий кварц (Нікопольський р-н, Дніпропетровська обл.). Жила рожевого кварцу розкрита серед інтенсивно мікроклінізованих плагіогранітів та плагіомігматитів саксаганського комплексу. Її потужність – 12–13 м, довжина – 183 м. Центральна частина складена рожевим кварцом, зальбанди – білим або сірим кварцом. Для нього характерна гранобластова мозаїчна структура з зубчастим обмеженням зерен розміром 0,3–0,5 мм. Деяке видовження мозаїчних агрегатів кварцу в одному напрямі та луски слюди зумовлюють паралельну текстуру. Кварц визнаний перспективним як декоративне каміння.

Опорний розріз рудоносної товщі новопетрівської та берецької світ у Самотканському кар'єрі (Дніпропетровський р-н). Є також стратиграфічною пам'яткою. Кар'єром розробляють одне з найбільших у світі родовищ титан-цирконієвих руд (Придніпровська титаноносна провінція). Руди – це кварцові піски з високим вмістом ільменіту, циркону, рутилу й лейкоксену.

Відслонення плагіогранітів сурського комплексу мезоархею (Дніпропетровський район). Петрографічна пам'ятка. Наявні доволі однорідні середньозернисті біотитові плагіограніти й тоналіти. Порооди мають масивну або слабо виражену гнейсоподібну текстуру, зумовлену плоскопаралельним розташуванням лусок біотиту, до яких приурочені включення ортиту, а також апатиту, циркону, магнетиту. Важливою діагностичною ознакою сурських плагіогранітоїдів є широкотабличчасті гломеробластові зростки біотиту розміром до 6 мм, до яких приурочені включення ортиту, апатиту, циркону й магнетиту.

Токівські граніти (Апостолівський р-н, Дніпропетровська обл.). Петрографічна пам'ятка. Червоні, зрідка сірі порфіробластові граніти Токівського масиву розробляють з 1932 р. Переважають рожеві порфіроподібні граніти з характерним бузковим відтінком. Крім нормальних гранітів, широко представлені сублужні відміни, які за мінеральним складом відповідають граносієнітам і навіть сієнітам. Численними є жиліподібні мономінеральні тіла, складені мікрокліном, альбітом або іншим плагіоклазом. Трапляються ділянки хлорит-біотитових сланців з кристалами гранату розміром до 10 см.

Єрастівський кар'єр (Верхівцівський р-н, Дніпропетровська обл.). Описаний як магматична і петрографічна пам'ятка. У щелеповому кар'єрі відслонений контакт низів розрізу сурської світи з плагіогранітами тоналіт-плагіогранітної формації (містять блакитний кварц). У будові сурської світи беруть участь метавулканіти основного складу: амфіболіти, метабазальти, зелені сланці, прошарки ультрамафічних метавулканітів (тремолітити), туфогенно-осадові утворення та комагматичні січні силікоподібні тіла метагабродів, метадіабазів і дайки діабазів. У метабазитах простежено потужні (1–3 м) зони скупчення біотиту і флогопіту.

Відслонення криворізької серії палеопротерозою (м. Кривий Ріг, Дніпропетровська обл.). Петрографічна і стратиграфічна пам'ятка. Відслонення фрагментів розрізу скелюватської й саксаганської світ криворізької серії, яке охоплює перешарування метапісковиків та кварц-біотит-серицитових сланців і товщу світло-сірих з зеленкуватим відтінком, добре розсланцьованих, масних на дотик хлорит-талькових сланців. Хлорит – у вигляді дрібних майже безбарвних або зеленкуватих лусок, дуже зрідка наявні розсіяні таблички біотиту. По тріщинах розвинуті гідроксиди заліза.

Присянівське родовище первинних каолінів (Покровський р-н, Дніпропетровська обл.). Зачислене до типу геоекономічних пам'яток (підтип мінеральних ресурсів). Кар'єром розкрито найбільше в Україні родовище каоліну, сформоване в корі звітрювання, що розвинута по докембрійських гнейсах, гранітах і мігматитах. Родовище представлено однорідними кварцовими каолінами середньою потужністю 12–15 м (максимальна – 42,0 м).

Корсак-Могила (Приморський р-н, Запорізька обл.). Є теж стратиграфічною пам'яткою. Представлена двома паралельними шарами горбів-останців, що складені породами дем'янівської світи центральноприазовської серії. Нижня частина світи утворена безрудними неясносмугастими кварцитами потужністю до 40 м з пачками біотит-піроксенових сланців, середня – чергуванням піроксен-магнетитових і магнетитових кварцитів з малозалізистими кварцитами й характерними прошарками біотит-плагіоклазових і графіт-гранат-біотит-мікроклінових гнейсів.

Золоторудні залізисті кварцити балки Собака (Бердянський р-н, Запорізька обл.). Є також стратиграфічною пам'яткою. Це скельний вихід і поряд розташована покинута штольня, яка перетинає пачку тремолітитів і шар залізистих кварцитів у контакті з метаосадовими відкладами крутобалківської світи. Залізисті кварцити є корінним виходом

потужністю до 5 м одного з золоторудних тіл Суразького родовища. Породи окиснені у верхній частині до інтенсивно лімонізованих “залізних шапок”. Мінералізовані золоторудні зони приурочені головню до тіл залізистих кварцитів. За складом руди належать до золото-сульфідно-кварцового типу.

Висока скеля над річкою Берестова (Бердянський р-н, Запорізька обл.). Геоморфологічна і петрографічна пам'ятка. Представлена скельними виходами гранітоїдів. За складом переважають рожеві й рожево-сірі біотитові та амфібол-біотитові граніти й мігматити анадольського комплексу з жилами ясних сіро-рожевих апліто-пегматоїдних гранітів і ксенолітами амфіболітів із жилами жовтувато-сірого кварцу. До тектонічної зони приурочені прояви кордієрит-силіманітової мінералізації та графіту.

Пасмо скель уздовж лівого берега р. Берестова (Бердянський р-н, Запорізька обл.). Петрографічна пам'ятка. Представлена відслоненнями рожево-сірих середньозернистих біотитових і амфібол-біотитових гранітів та мігматитів з ксенолітами амфіболітів і метаморфічних порід з підвищеним умістом силіманіту. У біотитових гнейсах є прояви графіту, жили кварцу і прошарки кварцитів. Часто трапляються жили апліто-пегматоїдних гранітів.

Гранітний масив Кам'яні Могили (Куйбишевський р-н, Запорізька обл.). Геоморфологічна і петрографічна пам'ятка. Представлена рожевими середньо- і крупнозернистими порфіроподібними біотитовими гранітами кам'яногогильського комплексу. У їхньому складі виявлено мікроклін, плагіоклаз, кварц, біотит, мусковіт, флюорит та акцесорні топаз, ксенотим, каситерит, циркон, титаніт, апатит, цинвальдит. Доволі часто трапляються жили й лінзи потужністю 0,5 м пегматиту з порожнинами, у яких є ідіоморфні кристали димчастого й молочно-білого кварцу, гірського кришталю та моріону.

Контакт гранітного масиву Кам'яні Могили з породами гнейсо-мігматитового комплексу (Куйбишевський р-н, Запорізька обл.). Тектонічна пам'ятка. Інтенсивно дислоковані різноманітні метаморфічні й магматичні породи. Серед них поширені біотитові, біотит-амфіболові, біотит-роговообманкові й біотит-гранатові гнейси і кристалічні сланці, мігматити різного складу, пегматоїдні граніти та ін. З корою зв'язане Кам'яногогильське родовище вермикуліту. Порфіроподібним аплітоїдним гранітам притаманний підвищений вміст кварцу, флюориту, мусковіту, цинвальдиту і топазу, а в аплітоїдних гранітах трапляються паризит, бастнезит і ортит.

Новоспасівська Кам'яна Могила (Приазовський р-н, Запорізька обл.). Стратиграфічна і петрографічна пам'ятка. Представлена породами дем'янівської світи центрально-приазовської серії. Її розріз утворений безрудними кварцитами з прошарками піроксен-гранат-біотит-кварцових, кумінгтоніт-гранат-біотит-кварцових та біотит-роговообманкових сланців і гнейсів (нижня підсвіта) та залізистими кварцитами з прошарками біотит-роговообманкових гнейсів. Кварцити за складом гіперстен-магнетитові й кумінгтоніт-магнетитові.

Зелена Могила (Єлисеївське пегматитове поле) (Приморський р-н, Запорізька обл.). Петрографічна пам'ятка, у якій зафіксовано безліч різновидів гірських порід і мінералів. Це відпрацьований кар'єр, у якому наявні жили пегматитів потужністю від 3–5 до 70–90 м. Місцями вони містять рідкісноземельну й рідкіснометалеvu мінералізацію, представлену колумбітом, танталітом, цирконом, берилом, монацитом, вольфрамітом. У кар'єрі чотири крутоспадні пегматитові жили січуть амфібол-біотитові й біотитові гнейси, мігматити, діорити з гранодіоритами. У жилах простежено зональність (від двох до п'яти зон).

Могила Куксунгур (Нововасильківський р-н, Запорізька обл.). Її зачислено до стратиграфічних пам'яток. Представлена відвалами і стінками давніх гірничих виробок. Нижня частина розрізу сформована геденбергіт-роговообманково-магнетитовими залізистими кварцитами з малопотужними прошарками й лінзами гнейсів. Верхня частина складена доломітовими мармурами, роговообманково-біотит-діопсидовими сланцями й амфібол-мікрокліновими, силіманіт-біотит-мікрокліновими і графітовими гнейсами.

Катеринівський гранітний масив (Волноваський р-н, Донецька обл.). Петрографічна пам'ятка. Група скель складена гранітами Катеринівського масиву кам'яногогильського комплексу. Найбільше поширені рожеві різнозернисті порфіробластові біотитові граніти з жилами і прожилками аплітів та пегматитів, у яких трапляються гнізда флюориту, топазу, зеленої слюдки.

Маріуполіти Октябрського лужного масиву (Волноваський р-н, Донецька обл.). Зачислені до петрографічної пам'ятки. У покинутому кар'єрі відслонені специфічні лужні породи – маріуполіти дрібно-середньозернистої, іноді нерівномірнотзернистої структури. Властивий унікальний набір мінералів, який характеризує їх як цінний мінералогічно-петрографічний об'єкт. Яскраво забарвлені мінерали – синій содаліт, оранжево-жовтий канкриніт, червоний шпреуштейн, густо-зелений нефелін та білий альбіт – надають породі своєрідне плямисте забарвлення. Содаліт придатний для виготовлення кабошнів, намиста тощо.

Курган “Могила Серединівка” (Волноваський р-н, Донецька обл.). Петрографічна пам'ятка. Два пагорби з виходами монзоніт-сієніт-гранітного інтрузиву південнокальцицького комплексу, для якого характерне значне розмаїття петрографічних типів порід та їхнього мінерального складу. Серед жильних утворень переважають аляскіти, у яких є кулеподібний кварц (до 5 мм у діаметрі), вміст якого 35–60 %, а також аксесорії – флюорит, бастнезит, чевкінит, бритоліт, циркон, магнетит і апатит.

Дніпровсько-Донецька западина. У цьому геологічному регіоні мінералогічні пам'ятки природи не виділені. До такої пам'ятки можна зачислити одну тектонічну.

Роменський соляний купол (Роменський р-н, Сумська обл.). Тектонічна пам'ятка. Це соляний шток (діапір). Соляне тіло, що утворює ядро структури, має девонський вік і грибоподібну форму, шапка якої розташована на глибині близько 50 м. У стінках старого кар'єру в товщі інтенсивно деформованих складчастих алевролітів та інших порід у значній кількості міститься гіпс, який був об'єктом видобутку довгі роки з моменту відкриття родовища.

Волино-Подільська плита. У її межах виділяють вісім мінералогічних (переважно комплексних) пам'яток, також до мінералогічних можна зачислити деякі пам'ятки, описані як геоморфологічні, стратиграфічні чи стратиграфічно-геоморфологічні.

Базальти в кар'єрах Івано-Долинського родовища в с. Базальтове (Костопільський район, Рівненська обл.). Їх уважають петрографічною пам'яткою. У кар'єрах є виходи базальтів трапової формації нижнього венду (ратинська світа волинської серії) з класичною стовпчастою окремістю. Базальти афанітові, дрібно-тонкозернисті, темно-сірі до чорних, масивні, висота стовпів – від 4 до 11 м, у поперечному перерізі – 0,4–1,2 м. У кар'єрі можна відшукати такі мінерали, як адуляр, хлорит, яніт, кварц, халцедон, кальцит, барит, гематит, пірит, марказит, псиломелан, борніт, азурит, мідь самородна.

Берестовецьке відслонення базальтів (Костопільський р-н, Рівненська обл.). Є також петрографічною пам'яткою. Базальти зі стовпчастою окремістю належать до трапової формації, їх розкрито в кар'єрах Янкової Долини, Берестовця, Мидська. У південній стінці кар'єру № 7 відслонені темно-сірі до чорних афанітові базальти, складені основ-

ним плагіоклазом, енстатитом-авгітом, вулканічним склом. Для них на довжині 50 м характерна вертикальна стовпчастість, стовпи мають чотири–шість граней, поперечний переріз – 0,4–0,7 м. Можна відшукати кварц, халцедон, агат, кальцит, барит, хлорит, гематит, селадоніт, різноманітні цеоліти. Зрідка виявляють ісландський шпат, аметистоподібний кварц, аметист. Часто трапляються жили, складені кальцитом з домішками зеленого селадоніту й інших мінералів, іноді – вкраплення самородної міді.

Нирківський каньйон та водоспад (Заліщицький р-н, Тернопільська обл.). Є також стратиграфічною, палеонтологічною і геоморфологічною пам'яткою. У меандрі р. Джурина в урвистих скелях відслонені червоноколірні відклади нижнього девону; у верхній частині розрізу є 30-сантиметровий прошарок алевролітів з мідною мінералізацією. Мінерали міді представлені малахітом, азуритом, халькопіритом.

Печера Джурина (Заліщицький р-н, Тернопільська обл.). Є також петрографічною пам'яткою. Печера закладена у верхній частині 16-метрового пласта гіпсів тираської світи і є лабіринтом із субпаралельних галерей. Вони прикрашені друзами кристалів гіпсу, довжина яких сягає 70–80 см.

Печера Оптимістична (Борщівський р-н, Тернопільська обл.). Є теж геологічною пам'яткою. Печера закладена у 20-метровому пласті гіпсу тираської світи і є дуже складним лабіринтом ходів, галерей, залів, які утворюють кілька ярусів. Довжина печери – 215 м, площа – 350 тис. м², об'єм – 720 тис. м³. Це найбільша печера в сульфатних породах і друга за довжиною з усіх печер світу. У ній значно поширені вторинні мінеральні утворення гіпсу, кальциту, целестину (друзи кристалів, сталактити тощо).

Відслонення гіпсів тираської світи в с. Кривче (Борщівський р-н, Тернопільська обл.). Описана як стратиграфічна і геоморфологічна пам'ятка. Скельні виходи представлені білими дрібнозернистими гіпсами. У верхній частині простежують гігантокристалічні шаблеподібні гіпси бурого кольору, які утворюють величезні (до 10 м у діаметрі) напівсферичні радіально-променеві агрегати. У гіпсах є численні гrotи карстового походження. Тут розташований вхід до печери Кришталевої (окрема власне мінералогічна пам'ятка).

Кар'єр у с. Кам'янка (Теребовлянський р-н, Тернопільська обл.). Є також стратиграфічною пам'яткою. У кар'єрі розкриті відклади нижнього девону з лінзоподібними пачками сірих пісковиків, для яких характерна велика скісна шаруватість. У розрізі простежено лінзоподібні прошарки темних алевролітів потужністю 10 см, насичених малахітом і азуритом.

Відслонення нагорянської світи з конкреціями фосфоритів у с. Миньківці (Дунаєвецький р-н, Хмельницька обл.). Є також стратиграфічною пам'яткою. У лівому схилі долини р. Ушиця відслонені аргіліти з лінзами вапняку й конкреціями фосфоритів, а також аргіліти, що перешаровані з аркозовими пісковиками, які містять конкреції фосфоритів. Фосфорити діаметром до 18 см розміщені рядами на відстані від 0,5 до 1,5 м. У середині конкрецій фіксують агрегати кальциту, кварцу, халцедону й сидериту.

Відслонення колюських верств нагорянської світи (венд) з фосфоритами в с. Миньківці (Дунаєвецький р-н, Хмельницька обл.). Є також стратиграфічною пам'яткою. Розкрито темно-сірі слабкослюдисті аргіліти з рідкісними прошарками алевролітів. Фосфорити чорні, у верхніх трьох рядах ниркоподібні з кількома центрами кристалізації. подекуди вони утворюють суцільні фосфоритові лінзи до 1–3 м завдовжки. У порожнинах фосфоритів простежується багата сульфідна мінералізація – галеніт, сфалерит, ковелін, халькозин, церусит, англезит.

Медова печера (на околиці Львова). Зачислена до геоморфологічної пам'ятки. Розташована в товщі хомогенних ратинських вапняків. Вапняки жовто-сірі, щільні, пеліто-морфні, де-не-де кавернозні, підстелені глауконіт-кварцовими пісками й пісковиками з лінзоподібними прошарками водоростевих (багрянкових) вапняків. Перекриті глинами, мергелями й пісковиками з прошарками бентоніту.

Фосфоритоносні відклади нижньої–верхньої крейди, стратотип незвиської світи (Городенківський р-н, Івано-Франківська обл). Стратиграфічна пам'ятка. Фосфоритоносний горизонт потужністю 0,4–0,5 м насичений уламками фосфатизованих губок. Вміст P_2O_5 – до 30 %. Фосфорити розробляли штольнями від початку ХХ ст. до середини 1950-х років.

Донецька складчаста споруда. Тут виділяють три власне мінералогічні, три комплексні та дві стратиграфічні пам'ятки, які можна зачислити до мінералогічних.

Кислий Бугор на південному борті Бахмутської улоговини (Артемівський р-н, Донецька обл.). Є також стратиграфічною пам'яткою. У пісковиках і алевролітах наявне нерівномірно розподілене мідне зруденіння. Найвищий вміст міді приурочений до середньої частини верств. Потужність мінералізованих ділянок змінюється від 0,1 до 5,0 м. Мінерали міді представлені скупченнями й нальотами азуриту і малахіту. В окремих місцях трапляються дрібні вкраплення галеніту, зрідка – сфалериту.

Відслонення гіпсів у Східнопокровському кар'єрі (Артемівський р-н, Донецька обл.). Описане як стратиграфічна пам'ятка, хоча є суто мінералогічною. У кар'єрі відслонені гіпси Східнопокровського родовища, яке представлено пластом гіпсу потужністю до 21,8 м. Зафіксовано декілька різновидів гіпсу: дрібнозернисті агрегати (алебастр), середньокристалічні чисті різновиди (цукроподібні), волокнисті з шовковистим блиском (селеніт).

Відвали порід біля с. Єсаулівка (Антрацитівський р-н, Луганська обл.). Знайдено близько 30 гіпогенних і понад 15 гіпергенних мінералів. У породних відвалах можна відшукати мінерали, які майже не зазнали процесів звітрювання (сфалерит, галеніт, буланжерит, кварц, анкерит, кальцит та ін.). У зонах звітрювання найчастіше трапляються гетит, церусит, смітсоніт, малахіт, азурит та ін. Виявлено рідкісні з естетичного погляду кристали гірського кришталю з голчастими включеннями буланжериту.

Родовище золота біля с. Бобриків (Антрацитівський р-н, Луганська обл.). Є також петрографічною пам'яткою. Це кар'єр, де колись добували донбаське золото. Разом із золотом на родовищі трапляються численні мінерали гідротермального походження. Золото локалізоване в кварц-анкерит-сульфідних жилах і прожилках, а також у вмісних гідротермально змінених породах. Воно простежується в різних морфологічних типах піриту, а також наявне в метакристалах арсенопіриту. У зоні окиснення золото є в піщано-глинистих сланцях. Золото асоціює з піритом, кварцом, анкеритом, сфалеритом, халькопіритом, бурнонітом, бляклими рудами, буланжеритом, флоренситом.

Центральнагольчанські рудні жили (Антрацитівський р-н, Луганська обл.). Родовище поліметалів, яке складене з двох ділянок – Центральної і балки Шевцової. Рудні жили мають потужність від 5 см до 1 м. Вони представлені головню сфалеритом і галенітом. Трапляються також пірит, арсенопірит, бурноніт, халькопірит, бляклі руди, буланжерит, герсдорфіт, мілерит, ковелін, азурит, церусит. Жильні мінерали представлені кварцом, анкеритом, кальцитом, дикітом, каолінітом, хлоритом і пірофілітом. Тут збереглися фундаменти споруд з часів промислового видобування свинцево-цинкових руд (кінець ХІХ–початок ХХ ст.).

Відслонення біля с. Попівка (Краснодонський р-н, Луганська обл.). Єдине місце в Донбасі, де в київських мергелях палеогену потужністю 27 м відомі баритові конкреції, приурочені до двох горизонтів. Вони мають кулясту або трохи звужену за вертикальною віссю форму, рідше трапляються подовгасті й коржеподібні стягнення. Їхня поверхня рівна, гладка, розмір – від 3 до 20 см. Для конкрецій характерні радіальні тріщини, які цілком або частково виповнені кристалами безбарвного бариту.

Відвали порід біля смт Нагольно-Тарасівка (Свердловський р-н, Луганська обл.). Одне з найбагатших на Донбасі місць за кількістю мінералів гідротермального походження. У відвалах трапляються такі мінерали: сфалерит, галеніт, халькопірит, тетраедрит, пірит, арсенопірит, бурноніт, піротин, кварц, анкерит, пістомезит, кальцит, дикіт, каолініт, тарасовіт, донбасит. Тут відшукали кристали сфалериту й галеніту розміром понад 2–3 см.

Кар'єр біля с. Волнушине (Луганський р-н). Є також палеонтологічною пам'яткою. Це кар'єр, у якому розробляли вапняки мандриківської світи середнього карбону. У них трапляються включення, прожилки й жили білого кальциту, до яких приурочена флюоритова мінералізація. Флюорит виявляють у поодиноких зернах, його виділення в кальциті мають гніздоподібну форму, розмір – від 1 мм до декількох сантиметрів. Він безбарвний або рожевий, ясно-фіолетовий, майже чорний. У кальцитових жилах флюорит часто асоціює з дикітом.

Карпатська складчаста область. Тут виділено 12 мінералогічних пам'яток, окремі з них комплексні.

Квасівське відслонення вторинних кварцитів (Берегівський р-н, Закарпатська обл.). Воно є і морфологічною пам'яткою, бо наявна серія скель заввишки 5 м, складених стійкими до ерозії вторинними кварцитами. Породи вміщують срібно-барит-поліметалеве зруденіння. Квасівський рудопрояв срібла є продуктом гідротермальної діяльності глибинних рудогенерувальних розчинів на післявулканічній стадії неогенової тектономагматичної активізації.

Стародавній каоліновий рудник “Кукля” на горі Велика Берегівська (Берегівський район, Закарпатська обл.). Це кар'єр на схилі гори і дві стародавні штольні з видобутку первинних каолінів. Родовище розробляли ще в XVII–XVIII ст. Поширені сніжно-білі глиноподібні агрегати, складені каолінітом. Породи сформувалися внаслідок гідротермально-метасоматичних змін ріолітових туфів.

Перлітові кар'єри (Берегівський р-н, Закарпатська обл.). Це мінералогічна, магматична й тектонічна пам'ятка – два кар'єри, на яких розробляють цінну мінеральну сировину – перліти. У старому кар'єрі простежують велике тектонічне порушення, виражене інтенсивним подрібненням порід та їхніми вторинними змінами (лімонітизація, каолінітизація, опалолітизація).

Стародавня штольня (напівзруйнована) у с. Добросілля (Бене) з розробки залізних руд, вірогідно, протягом XVII–XVIII ст. (Берегівський р-н, Закарпатська обл.). Мінералогічна і магматична пам'ятка. У штольні наявні гідротермально-змінені і звітрілі вулканіти з підвищеним вмістом заліза (гідрогетит, лімоніт).

Зачарована Долина (Іршавський р-н, Закарпатська обл.). Це також геоморфологічна й магматична пам'ятка. Тут серед заповідного лісу наявні скелі заввишки до 70 м дивовижних форм, які нагадують руїни давніх замків. Вони є ерозійними останцями, що сформувалися завдяки стійкості до звітрювання гідротермально змінених андезитових туфів (вторинні монокварцити) з підвищеним вмістом Ві, Мо, Ау (рудопрояв Смерековий Камінь).

Ільницьке відслонення бурого вугілля (лігніту) (Іршавський р-н, Закарпатська обл.). Є також стратиграфічною пам'яткою. Представлене Ільницьким родовищем лігніту і кар'єром завглибшки до 10 м (найбільше в Закарпатті штучне відслонення лігніту). Серед вугілля збереглися фрагменти кори дерева (берези) та стовбурів, зрідка трапляються шишки хвойних дерев.

Сокириницьке відслонення цеолітів (Хустський р-н, Закарпатська обл.). Представлене кар'єром з видобутку цеолітів завдовжки понад 250 м та завглибшки до 10 м, у якому відслонені поклади цеолітів (птілоліт, морденіт та інші мінерали цеолітової групи). Їх використовують як мінеральну домішку для підвищення родючості ґрунтів, а також як домішку до кормів худобі й птиці. Завдяки високій сорбційній здатності цеоліти широко застосовують як високоефективний ізоляційний матеріал для захисту від радіоактивних речовин.

Виходи кам'яної солі в Солотвинській западині (Тячівський р-н, Закарпатська обл.). Вони є і морфологічною пам'яткою. Це ділянка з дивовижним рельєфом, який виник над соляним діапіром (штоком) завдяки інтенсивним явищам соляного карсту. Виходи заввишки до 5 м складені кристалічною кам'яною сіллю (галітом).

Скелі Тростянець-Поркулецької зони (Рахівський р-н, Закарпатська обл.). Магматична пам'ятка. Діабази і спіліти тростянецької світи в 150-метровому пошаровому розрізі утворюють до десяти лавових потоків. Місцями в них фіксують жеоди з опалом.

Кар'єр Сауляк і штольня (Рахівський р-н, Закарпатська обл.). Тут серед інтенсивно розсланцьованих кварц-польовошпат-хлорит-серицитових сланців, що розвинені в зоні контакту Діловецького й Білопотіцького покривів, наявна лінза кварц-карбонатних порід з видимим золотим і сульфідним зруденінням.

Відслонення метаморфічних порід у Чивчинських горах (Верховинський р-н, Івано-Франківська обл.). Є також стратиграфічною пам'яткою. Відслонені серицитові й серицит-хлоритові сланці баласинівської світи. Сланці пронизані численними жилами молочно-білого кварцу, який містить поліметалеvu й золоторудну мінералізацію.

Скеля Надвірнянська (Бориславсько-Покутський покрив Передкарпатського прогину) (Надвірнянський р-н, Івано-Франківська обл.). Є також стратиграфічною пам'яткою. У лівому урвистому схилі р. Бистриця-Надвірнянська (заввишки 60–70 м і завдовжки 250 м) простежується товща ритмічного перешарування червоно-бурих, зелено-сірих аргілітів та алевролітів стебницької світи нижнього міоцену, серед яких є лінзи пісковиків, що вміщують у підшві лінзоподібні прошарки мідистих пісковиків. У складі пісковиків виявлено малахіт, азурит, халькопірит.

Добруджа. Тут описано дві мінералогічні пам'ятки.

Відслонення тріасових відкладів біля Ферапонтійського монастиря (Прутський виступ Північної Добруджі). Мінералого-петрографічна пам'ятка. Відслонення представлене скельними виходами мармуризованих вапняків, які мають прихованокристалічну будову, сіре, ясно-сіре, майже біле, інколи рожеве забарвлення, містять прожилки кальциту. Подекуди трапляються доломітизовані або брекчіювані різновиди порід.

Прояв гіпсу біля с. Колчева (Болградський р-н, Одеська обл.). Відслонення рожево-сірих і червонувато-бурих глин з великою кількістю агрегатів гіпсу (троянди та кристали). Троянди гіпсу, особливо великі, мають цінність як красивий колекційний матеріал. Трапляються окремі кристали напівпрозорого до прозорого гіпсу.

Кримський півострів. Серед описаних геологічних пам'яток у Криму до мінералогічних (комплексних) зачислено тільки дві. Також мінералогічною можна вважати одну геоморфологічну пам'ятку.

Мис Алчак (землі м. Судак). Є також геоморфологічною пам'яткою. Гірський масив Алчак – це рифовий масив з плоскою рівнинною вершиною, складений мармуризованими кораловими вапняками, які прорвані жилами кальциту білого й іншого забарвлення. Іноді трапляється ісландський шпат.

Карадазький природний заповідник. Є також магматичною і геоморфологічною пам'яткою. Гірський масив вулканічного походження складений головню вулканічними породами з вертикально спадними пластами туфів і туфобрекчій. Туфобрекчії внаслідок звітрянання утворюють останці-моноліти; найбільше вони поширені на Хоба-Тепе, де наявне велике інтрузивне тіло натрових дацитів. Тут трапляється багато цінних мінералів – опал, сердолик, агат, халцедон та ін.

Печера Кизил-Коба (Червона) (Сімферопольський р-н). Геоморфологічна пам'ятка. Печера утворилась у червонуватих вапняках верхньої юри. Виявлено шість поверхів, які є субгоризонтальними галереями, іноді вони прямолінійні, іноді лабіринтові з високими залами, що прикрашені сталактитами і сталагмітами, гронами кристалів, кам'яними квітами.

Зазначимо, що багато з описаних мінералогічних пам'яток не має юридично оформленого статусу пам'ятки природи і тому їх ніхто не охороняє.

Звичайно, в надрах України є ще дуже багато мінералогічних пам'яток, і вони потребують популяризації, юридичного оформлення та головне – збереження. Це особливо стосується найбільшої геоструктурної одиниці України – Українського щита. У його межах відкрито низку родовищ благородних, рідкісних і рідкісноземельних металів (у тім числі нових промислово-генетичних типів), які містять величезне розмаїття мінеральних видів і різновидів. Яскравими прикладами є такі переважно комплексні родовища з рідкісними мінералами, як Пержанське (головний мінерал Ве – гентгельвін), Полохівське родовище літію (петаліт), рідкісноземельне Азовське з бритолітом і цирконом, Жовторіччянське й Першотравневе родовища (Sc в егірині й рибекіті) [10]. До унікальних природних геологічних пам'яток, які є й мінералогічними, належать ультрабазити Капітанівської групи, у яких видобувають силікатний нікель та хромові руди і в яких виявлено золото, платиноїди та металевий реній [11], а також Сурозьке золоторудне родовище. Металевий реній є першою знахідкою в Україні.

Сьогодні з погляду оприлюднення й популяризації природних мінералогічних пам'яток найліпше виглядає Кримська мінералогічна провінція, територія якої, на превеликий жаль, нині анексована Росією. Стосовно мінералогічних пам'яток вона досить детально вивчена вже згадуваним кримським мінералогом О. Тищенком. У його публікації “Мінералогічні пам'ятки природи Криму” [12] виділено декілька підтипів мінералогічних пам'яток з місцем знаходження, а саме: рідкісних мінералів і самородних металів, коштовного й декоративного каміння, парагенезисів з великою різноманітністю мінералів та їхніх різновидів, рідкісних парагенезисів мінералів, добре огранених і/або великих кристалів і їхніх друз, рідкісних і добре виражених псевдоморфоз мінералів, мінералів з характерними і/або унікальними типоморфними особливостями, ділянки сучасного й техногенного мінералоутворення.

До таких перших для Криму й України мінералогічних пам'яток природи зачислено сім геологічних об'єктів. Стисло схарактеризуємо їх за даними цього дослідника.

Гірський масив Аю-Даг. У названих вище довідниках його описано як магматичну і геоморфологічну пам'ятку природи, хоча вона є й мінералогічною пам'яткою. Це складне багатофазове і поліхронне інтрузивне утворення, складене головню роговообманково-біотитовими, двопіроксеновими кварцовими долеритами, габро-долеритами й

діоритами. На Аю-Дазі виявлено понад 40 мінералів. Найвідомішими з них є пірит у вигляді добре огранених кубічних кристалів розміром до 2–3 см, дуже рідкісний для Криму піротин, турмалін, близький до дравіту, та багато інших.

Карадазька гірська група. У довіднику-путівнику “Геологические памятники Украины” [1] її зачислено до тектонічних пам’яток природи, хоча розмаїття мінералів Карадагу відоме давно і стало однією з причин створення тут державного заповідника [12]. Він є одним з найвідоміших мінералогічних об’єктів Криму. Тут виявлено понад 90 мінералів. Серед них найпопулярніші кварц, аметист, халцедон, різноманітні агати, яшми, цеоліти.

Керченське залізорудне родовище. Це один із найвідоміших з мінералогічного погляду об’єктів Криму, України і, мабуть, світу. Головні рудні мінерали тут – залізистий смектит, гідроферихлорит, залізний алофанод. Відомо понад 90 мінералів, серед них відкрито нові – мітридатит і гідроферихлорит, уперше в колишньому СРСР знайдено смайтит, уперше в Криму відшукано понад 30 мінералів. Популярність і колекційну значимість навіть у світі мають віваніт, мітридатит, гіпс, барит, анапат, оксикерченіт.

Першотравневий кар’єр. У ньому на бут і щебінь розробляли кварцові мікродіорити, мікрогабро-діорити й інші утворення, прорвані жерловиною лавових брекчій, дайками базальтів, долеритів та андезитів. У метасоматичних міаролових порожнинах наявна пізня гідротермальна мінералізація, представлена рідкісними для Криму й України мінералами – окенітом, гіролітом, бабінгтонітом в асоціації з пренітом, гідроксилапофілітом, актинолітом, датолітом, кальцитом, ломонтитом, натролітом, анальцимом, гмелінітом та ін.

Північний Курцівський кар’єр. У ньому розробляли на бут і щебінь вулканіти, розбиті численними тріщинами з різноманітними гідротермально зміненими мінеральними асоціаціями. Тут відомі одні з кращих у світі кристали барієвого філіпситу, який виділено раніше як самостійний мінеральний вид – уельсит (друга знахідка у світі), та кристали гмелініту (друга знахідка на території колишнього СРСР), що асоціюють з філіпситом, анальцимом, пренітом, гейландитом, ломоносовітом, кальцитом та іншими мінералами.

Кислотнагромаджувач заводу “Титан”. Тут у відходах сірчаноокислого виробництва на дні утворився шар нонтроніту потужністю до 10–50 см, під яким є затверділі оксиди заліза, зцементовані гіпсом, що утворює щільні кристалічнозернисті кіркоподібні агрегати і зростки добре огранених кристалів розміром до 1–5 см.

У праці О. Тищенка “Огляд мінералогічних пам’яток природи Криму” [13] виділено і дуже стисло описано 46 мінералогічних пам’яток природи Криму. Серед них наведено тільки місцезнаходження окремих рідкісних і унікальних мінералів, перших знахідок для Криму і деяких для України: *жильний кальцит* – до 1–3 м потужністю, у роздувах – до 4–5 м та *скаленоедричні й ромбоедричні кристали ісландського шпату* розміром до 20 см (мис Алчак); *датоліт* – кристали до 1–2 см, друзи (Андезитова сопка); кубічні кристали *піриту* – до 5 см, заміщені гетитом (Арчин); *гагат* – ліпший у Криму і в Україні (Бешуйське родовище вугілля); *найдовший сталактит* у печерах Криму (6 м) (Геофізична шахта, масив Ай-Петрі).

Наприкінці статті О. Тищенко зазначив: “Сумно, але згадки про багато зразків-мінералів, які характеризують вище згадані утворення як мінералогічні пам’ятки природи Криму, залишилися лише на сторінках видань. І до таких утворень можна застосувати назву “історико-мінералогічні пам’ятки природи” [13].

Геологічним пам'яткам природи присвячено багато важливих публікацій В. Манюка. У статті “Геологічні пам'ятки Криму” [9] в історичній послідовності наведено результати вивчення геологічних пам'яток природи по території України загалом та Криму, зокрема. Автор оцінив сучасний стан ПЗФ півострова і склав авторський “Перелік територій та об'єктів, геологічна цінність яких очевидна”. У праці зазначено про потребу ретельного вивчення та включення до переліку об'єктів ПЗФУ стратотипових і опірних розрізів як винятково важливих об'єктів геологічної спадщини, а також як об'єктів, що мають важливе історичне значення. На жаль, серед таких об'єктів чомусь не згадані мінералогічні пам'ятки, на які надзвичайно багатий Крим і які описані в працях О. Тищенко. На них навіть нема посилань.

Останніми роками з'явилися надзвичайно важливі й цікаві дані про геологічні пам'ятки України в матеріалах чотирьох міжнародних науково-практичних конференцій “Геотуризм: практика і досвід” [6, 7 та ін.]. Перша конференція була пов'язана з виконанням міжнародного проекту “Геокарпати” – створення польсько-українського туристичного шляху”, який реалізовано Кросненською Державною вищою професійною школою (RWSZ Krosno) і Львівським національним університетом імені Івана Франка за фінансування Європейського Союзу в рамках Програми прикордонного співробітництва Польща–Білорусь–Україна 2007–2012 рр. (проект виборів за конкурсом завідувач кафедри мінералогії ЛНУ імені Івана Франка доц. Л. Скакун).

У зазначених матеріалах наведено й незначні відомості про мінералогічні пам'ятки, головню в комплексі з іншими (петрографічними, стратиграфічними тощо). У публікації В. Мельничука, М. Криницької, Г. Мельничука “Геотуристичний потенціал Західного Полісся” [6] серед геологічних пам'яток виділено чотири комплексні – дві стратиграфічно-петрографічно-мінералогічні, петрографічно-мінералогічну і стратиграфічно-мінералогічну:

– кар'єри, у яких розкрито толейтові базальти, вулканокластичні брекчії, базальтові туфи (верхньопріп'ятський траповий комплекс нижнього венду) з цеолітовою, хлорофейтовою й халцедоною мінералізацією, з гніздами аметисту, агату, самородної міді (с. Іваничі Володимирецького р-ну Рівненської обл.);

– фанеритові базальти зі стовпчастою окремістю (біловецько-подільський траповий комплекс нижнього венду) з колекційним халцедоном і яшмою (с. Базальтове Костопільського р-ну Рівненської обл.);

– фанеритові базальти зі стовпчастою й кулястою окремістю, туфіти й інші породи біловецько-подільського трапового комплексу нижнього венду з халцедоном, яшмою, аметистом, цеолітами, гізінгеритом (с. Берестовець Костопільського р-ну);

– колюські верстви верхнього венду на заплаві р. Горинь, представлені аргілітами з жовновими фосфоритами, що містять галенітову і сфалеритову мінералізацію (с. Хотинь Рівненського р-ну).

У матеріалах третьої конференції [7] геологічні пам'ятки розглянуто в понад десятках публікацій, проте серед них не названо жодної власне мінералогічної. Однак до них можна зачислити такі: Бурштиновий шлях Європи (О. Ремезова, О. Комлев), камерні пегматити Волині (І. Наумко, О. Вовк, В. Яковлева), гніздо-вкраплена прожилкова мінералізація в озокеритовмісних породах Передкарпаття (І. Наумко, Ю. Колтун, Л. Телепко), унікальні поклади пірофіліту, лабрадору з іризацією, розсипного ільменіту, апатит-ільменітових руд, самоцвітів і кварцитів Житомирщини (Н. Демчик, Т. Андрійчук), Завалівський графітовий кар'єр (О. Ситник, О. Хлевнюк), велике розмаїття мор-

фологічних типів гіпсів у глинистій товщі урвища Азовського моря (Д. Приходченко, О. Поляшов, А. Мунтян).

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Геологические памятники Украины : справочник-путеводитель / [отв. ред. А. И. Зарицкий]. – Киев : Наук. думка, 1985. – 156 с.
2. Геологічні пам'ятки України. Т. 1 / [за ред. В. І. Калініна, Д. С. Гурського, І. В. Антакової]. – К. : ДІА, 2006. – 320 с.
3. Геологічні пам'ятки України. Т. 2 / [за ред. В. І. Калініна, Д. С. Гурського]. – К., 2007. – 320 с.
4. Геологічні пам'ятки України. Т. 3 / [за ред. В. І. Калініна, Д. С. Гурського]. – Львів : Панорама, 2009. – 200 с.
5. Геологічні пам'ятки України. Т. 4 / [за ред. В. І. Калініна, Д. С. Гурського]. – Львів: ЗУКЦ, 2011. – 280 с.
6. Геотуризм: практика і досвід : міжнар. наук. конф. : матеріали / [ред. Л. З. Скакун, І. М. Бубняк]. – Львів : НВФ “Карти і атласи”, 2014. – 152 с.
7. Геотуризм: практика і досвід : Третя міжнар. наук. конф. : матеріали. – Львів : Каменярь, 2018. – 256 с.
8. *Квасница В. Н.* Природные кристаллы Украины / В. Н. Квасница, В. И. Павлишин, О. И. Матковский. – Львов : Изд-во при Львов. ун-те, 1990. – 144 с.
9. *Манюк В. В.* Геологические памятники Крыма / В. В. Манюк // Геологія і рудоносність України. – Дніпропетровськ, 2015. – Т. 1, вип. 1. – С. 51–54.
10. *Матковський О.* Мінералогія України : [підручник] / О. Матковський, В. Павлишин, Є. Сливко. – Львів : Видав. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2009. – 856 с.
11. Металевий реній у природних геологічних системах: перший світовий досвід опису на прикладі ультрабазитових масивів Середнього Побужжя (Український щит) / О. Б. Бобров, Д. С. Гурський, С. В. Гошовський та ін. // Зб. наук. праць УкрДГРІ. – 2007. – № 2. – С. 60–82.
12. *Тищенко О.* Мінералогічні пам'ятки природи Криму / О. Тищенко // Мінерал. зб. – 2002. – № 52, вип. 1. – С. 36–45.
13. *Тищенко О.* Огляд мінералогічних пам'яток природи Криму / О. Тищенко // Зап. Укр. мінерал. т-ва. – 2006. – Т. 3. – С. 181–188.

*Стаття: надійшла до редакції 07.10.2020
прийнята до друку 25.11.2020*

Orest Matkovskiy

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

MINERALOGICAL GEOSITES OF UKRAINE

Information on mineralogical geosites (landmarks) of Ukraine is given. It is noted that today there is no clear definition of the term *mineralogical geosite*. In general, mineralogical geosites are considered to be the location of minerals (both typical for Ukraine and unique) that have scientific and cognitive interest.

A brief description (according to main geological structures of Ukraine) of mineralogical geosites according to the data of mainly various digests is given. In these books, they are characterized as mineralogical, mineralogical-petrographic and complex (geomorphological-mineralogical, stratigraphic-mineralogical, tectonic-mineralogical, etc.) geosites.

It is noted that in Ukraine there are many more mineralogical geosites. They need to be made public, popularized, given the legal status of a geosite and especially preserved.

Today, in terms of the study and promotion of mineralogical geosites, the Crimean mineralogical province looks the best, which, according to the Crimean mineralogist O. Tyshchenko, has more than 45 actual mineralogical geosites.

The Ukrainian Shield is an extremely promising structure for the allocation of mineralogical geosites. It contains a number of deposits of precious, rare and rare earth metals (including new industrial-genetic types) with a huge variety of mineral species and varieties. Bright examples are such mainly complex deposits with rare minerals as Perzhanske deposit of beryllium (genthelvine), Polokhivske deposit of lithium (petalite), rare-earth Azov deposit (britholite, zircon), Zhovtorichnianske and Pershotravneve deposits (Sc in aegirine and riebeckite).

Key words: geosites, mineralogical geosites (landmarks), nature reserve fund, Crimea, Ukraine.

ІСТОРІЯ НАУКИ

УДК 001-057.4(477)

Петро Білоніжка

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

МАЛОВІДОМІ СТОРІНКИ З ЖИТТЯ І ДІЯЛЬНОСТІ ЄВГЕНА ЛАЗАРЕНКА

Наведено маловідомі факти з життя, науково-організаційної та громадської діяльності видатного українського вченого, академіка АН УРСР Євгена Лазаренка. Схарактеризовано громадянську позицію Є. Лазаренка в часи радянської влади та його внесок у збереження культурної й історичної спадщини українського народу.

Ключові слова: Євген Лазаренко, Львівський університет, наукові здобутки, організаційна і громадська діяльність, Україна.

У 2020 р. виповнюється 75 років геологічному факультету Львівського національного університету імені Івана Франка, заснованому Євгеном Костянтиновичем Лазаренком. Це видатний український учений, який зробив вагомий внесок у розвиток регіональної, генетичної і теоретичної мінералогії. Його ім'я ввійшло в історію світової науки [23, 25]. Сьогодні проводять наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка [27, 29 та ін.]. Відомий російський кристалограф, дослідник історії мінералогії і кристалографії І. Шафрановський визначив такий послідовний ряд світових корифеїв мінералогічної науки ХХ ст. [1]: Володимир Вернадський, Олександр Ферсман, Микола Белов, Володимир Соболев, Євген Лазаренко

Життєвий шлях, наукові, педагогічні, організаційні здобутки і громадську діяльність Є. Лазаренка описано в монографіях [1, 10, 15], енциклопедіях [4, 7, 19–21], довідково-інформаційних і довідково-бібліографічних виданнях [13, 14], у численній періодичній літературі. Нижче наведено маловідомі факти з життя й діяльності вченого.

Євген Лазаренко народився 26 грудня 1912 р. у Харкові. В автобіографії він написав, що його батько працював вантажником, помер 1939 р., мати – домогосподарка. Протягом 1920–1927 рр. навчався в семирічній школі, 1927–1931 – працював кур'єром, технічним робітником, помічником ученого архівіста в архівних установах Харкова й учився на вечірніх курсах підготовки до вступу у вищі навчальні заклади, 1930–1934 – навчався на геолого-географічному факультеті Харківського університету. Там же вчилася й майбутня дружина Євгена – Катерина Сидоренко. Якимось у розмові з доцентом кафедри мінералогії ЛНУ А. Ясинською Катерина Федорівна зазначила, що Євген Лазаренко виділявся серед інших студентів інтелігентністю.

Після закінчення університету Є. Лазаренко навчався в аспірантурі в Харківському науково-дослідному інституті геології. У 1937 р. захистив дисертацію і здобув науковий ступінь кандидата геолого-мінералогічних наук. Він успішно склав три конкурсні екзамени на заміщення вакантної посади наукового працівника цього інституту, проте чомусь його на цю роботу не взяли. Натомість на цю посаду прийняли геолога-виробничника, який узагалі не складав іспитів, а його куратора А. Коновалова звільнили з роботи. Напевно, була якась “провина” Є. Лазаренка або його батька. Молодому вченому довелося працювати інженером-геологом харківського “Водоканалпроект”.

Професор Харківського університету Д. Соболев узявся допомагати Є. Лазаренку: він написав листа колегам з Воронежського університету з проханням прийняти на роботу Є. Лазаренка й А. Коновалова. У 1938 р. оголосили конкурс і Євгена Костянтиновича обрали доцентом кафедри мінералогії і петрографії Воронежського університету; 1939 р. йому присвоєно вчене звання доцента. З того часу почалася активна наукова й педагогічна діяльність Є. Лазаренка.

У 1942 р. сім'ю Лазаренків евакуювали на Урал у м. Свердловськ, де Євген Костянтинович працював старшим науковим співробітником Гірничо-геологічного інституту Уральської філії АН СРСР. Він досліджував мінералогію колчеданово-поліметалевих родовищ Уралу, адже фронту потрібні були танки, гармати й інша військова техніка, а для її виробництва – кольорові метали.

Після звільнення України від німецьких загарбників уряд направляв у Західну Україну партійних працівників, діячів науки і культури для підтримки радянської влади, відбудови зруйнованих війною промислових підприємств та відновлення навчальних закладів. У жовтні 1944 р. Управління вищої школи УРСР скерувало Є. Лазаренка на роботу у Львівський університет; він став доцентом природничого факультету, на якому тоді було геологічне відділення. З великим ентузіазмом 32-річний доцент узявся за відбудову зруйнованих війною кафедри мінералогії та мінералогічного музею [13, 22]. Уже через півтора–два місяці на базі природничого факультету було засновано геолого-географічний факультет, а наступного року його розділили на геологічний і географічний факультети. Євген Костянтинович швидко налагодив зв'язки з місцевою інтелігенцією та виробничими геологічними організаціями. Він шукав молодь, яка вже мала певну геологічну підготовку, і запрошував її на геологічний факультет. У 1946 р. його закінчили три студенти – Б. Мерліч, Є. Свірська та І. Смолянська, а 1947 р. – п'ять: О. Анастасєва, С. Белякова, І. Венглінський, В. Гвоздева, С. Мартинова і О. Пресняков [13].

В описувані часи була гостра потреба в кадрах, у швидкому розвитку геологічної науки та гірничорудної промисловості в нашому краї. Зазначимо, що до вересня 1939 р. геологічні дослідження в Західній Україні провадили розрізнені приватні акціонерні товариства й державні організації. Звичайно це були роботи петрографічного спрямування, тоді як мінералогічні дослідження – другорядними [18]. Євген Лазаренко вирішив об'єднати зусилля геологів Львівського університету, нафтового та геологорозвідувального факультетів Львівського політехнічного інституту, трестів “Західукргеологія”, “Укрнафтогазрозвідка”, Львівської геологорозвідувальної експедиції та інших геологічних організацій і створити Львівське геологічне товариство (ЛГТ). Загальні збори геологів відбулися 19 липня 1945 р. З доповіддю про завдання щодо відновлення й розвитку народного господарства УРСР виступив тодішній ректор Львівського університету І. Білякевич. На зборах обрали організаційне бюро, яке очолив Є. Лазаренко. Відтоді почалася регулярна робота ще юридично не оформлено, проте фактичного

товариства. Двічі в місяць відбувалися засідання, на яких заслуховували й обговорювали доповіді з актуальних питань геологічної будови та мінерально-сировинної бази Карпатського регіону, а також з теоретичних проблем геологічних наук. Працювали і над розробкою статуту ЛГТ, проєкт якого з листопада 1945 р. почали всебічно обговорювати на різних рівнях. У травні 1947 р. Управління у справах вищої школи при Раді Міністрів УРСР (згідно з указом Головного управління університетів Міністерства вищої освіти СРСР) затвердило статут ЛГТ.

Цілком вірогідно, на створення ЛГТ Є. Лазаренка надихав той факт, що до другої світової війни у Львівському університеті працювало Польське товариство природознавців ім. М. Коперника, організоване 1875 р. з ініціативи проф. Ф. Крейтца [34]. Товариство мало відділи в Станіславові (нині Івано-Франківськ), Варшаві, Познані, Вільнюсі, Бидгощі та інших містах. Перед війною воно налічувало близько 2 тис. членів. Товариство організовувало наукові конференції, засідання комісій тощо, 1876 р. заснувало науковий журнал “Kosmos”, який обмінювали на зарубіжні наукові видання для наукової бібліотеки університету. Це було одне з найцінніших у Польщі спеціалізованих зібраних літератури [34].

Львівське геологічне товариство на чолі з Є. Лазаренком провадило активну наукову, видавничу, фінансово-господарську діяльність [2]. З 1946 р. почали видавати невеликі наукові праці геологічної, петрографічної та палеонтологічної серії, а згодом – тематичні збірники. Швидко набув популярності Мінералогічний збірник, у якому друкували праці не тільки членів ЛГТ, а й мінералогів з усіх куточків країни. Євген Лазаренко прийняв на роботу Уляну Ситницьку, яка добре знала польську й німецьку мови; вона склала досить великий список іноземної мінералогічної літератури і переклала його українською мовою. У статті Є. Лазаренка “О минералогической изученности Западных областей УССР” на вісім сторінок тексту припадає десять сторінок списку літератури, який налічує 264 назви, з них 94 російські й 170 польських та німецьких [18]. Євген Костянтинович також організував обмін геологічною літературою ЛГТ з бібліотеками України, інших республік СРСР та багатьох зарубіжних країн. З часом бібліотека товариства стала чи не найліпшою в країні бібліотекою вітчизняної й іноземної геологічної літератури [2, 13]. Євген Лазаренко очолював ЛГТ майже 23 роки і за цей час організував чимало всесоюзних і міжнародних наукових конференцій, засідань, нарад, які завершувалися багатоденними геологічними екскурсіями в Передкарпаття, Карпати й Закарпаття.

Не менш важлива роль належить Є. Лазаренку в розбудові геологічного факультету Львівського університету. Будучи деканом, він запрошував на роботу молодих учених з Москви, Харкова, Ленінграда, Одеси, допомагав їм з житлом, сприяв їхньому творчому зростанню. Вони стали докторами геолого-мінералогічних наук, професорами, завідувачами кафедр [1].

У 1949 р. Є. Лазаренко став проректором з наукової роботи, а 1951 – ректором Львівського університету і членом-кореспондентом АН УРСР. Ось тоді й розквітнув його всебічний творчий та організаторський талант. Геологічний факультет Є. Лазаренко перетворив у кузню висококваліфікованих геологічних кадрів. На кожній кафедрі працювали наукові гуртки, у вихідні дні викладачі виїжджали зі студентами на геологічні екскурсії в околиці Львова та інші райони. Євген Костянтинович організував для студентів старших курсів багатоденну геологічну екскурсію на поліметалеві родовища Уралу. Випускники факультету були дуже добре професійно підготовлені, тому їх радо запрошували на роботу в різні виробничі організації й наукові установи СРСР. На одній

з нарад у Москві тодішній міністр геології акад. О. Сидоренко зазначив, що майже вся алмазна промисловість Радянського Союзу “перебуває в руках львів’ян”. Серед десятків геологічних факультетів та інститутів країни випускники геологічного факультету Львівського університету за рейтингом професійної підготовки посідали друге місце після Ленінградського гірничого інституту.



Біля літературно-меморіального музею Івана Франка в Криворівні. Праворуч: М. Коцюбинська (перша), Є. Лазаренко (другий), Т. Франко (третій), П. Хоткевич (друга ліворуч), 1958 р. [15].

Євген Лазаренко мав хорошу пам’ять, знав усіх студентів факультету, відвідував студентські вечори. З випускників факультету він згуртував навколо себе творчий науковий колектив, який зробив неоціненний внесок у розвиток регіональної, генетичної, теоретичної і розшукової мінералогії та геохімії в Україні [8, 9, 13, 30, 31, 33]. Відомий кристалограф І. Шафрановський зазначив, що Євген Костянтинович створив у Львівському університеті життєздатний центр мінералогічної науки, який привертав увагу мінералогів і кристалографів з усієї країни [1].

У 1953 р. на пленумі Львівського обкому партії обговорювали постанову Президії ЦК КПРС “Питання західних областей УРСР”. У постанові було зазначено, що Львівський обком партії допустив перекручення національної політики комуністичної партії у ставленні до місцевої інтелігенції, ігноруванні української мови та ін. Євген Лазаренко сприйняв цю постанову як серйозну зміну в національній політиці партії. У виступі він зазначив, що “політика партії, яка проводиться у Львівській області, подібна до політики, яку проводять колонізатори” [17]. Цей сміливий і різкий виступ Є. Лазаренка секретарі обкому партії ніколи не забували й чекали нагоди, щоб звільнити його з посади ректора.

Як ректор Є. Лазаренко опікувався розвитком усіх факультетів університету. Він значно розширив підготовку педагогічних і наукових кадрів через аспірантуру й докторантуру, у тім числі з нових спеціальностей, та подбав, щоб періодичні й тематичні

видання були з усіх природничих і гуманітарних наук. Велику увагу він приділяв розширенню і зміцненню матеріально-технічної бази університету, забезпеченню кафедр і лабораторій новими приладами й обладнанням, створив належні умови для естетичного й фізичного розвитку студентів. Методом народної будови на вул. Черемшини спорудили великий стадіон, постали нові гуртожитки для студентів; відкрито спортивно-оздоровчий табір “Карпати” в с. Чинадієве Закарпатської обл. Тоді в університеті працювало 12 гуртків художньої самодіяльності, оркестр народних інструментів, гурток вокалістів, симфонічний оркестр, студія живопису, літературна студія для поетів, прозаїків і критиків. У літературній студії пройшли творчу підготовку Д. Павличко, Р. Братунь, Р. Лубківський, Р. Іваничук.



Зустріч з літературознавцями, 1963 р. Зліва направо: Ф. Неборачок, Є. Лазаренко, І. Ощипко, О. Дейч, М. Рильський, Л. Міщенко [15].

За часів ректорства Є. Лазаренка в університеті ожила не тільки наука, а й духовно-мистецьке життя [3, 5–7, 9, 28]. Євген Костянтинович підтримував дружні стосунки з багатьма поетами, прозаїками, композиторами – Р. Братунем, І. Вільде, О. Гончаром, Є. Кирилюком, А. Кос-Анатольським, А. Малишком, Д. Павличком, М. Рильським, П. Тичиною та іншими, запрошував їх на зустрічі зі студентами університету. Ці зустрічі незабутні! В університеті щорічно влаштовували Шевченківські вечори, на які приходили студенти з інших навчальних закладів і представники творчої інтелігенції Львова. До 100-річчя від дня смерті Тараса Шевченка саме з ініціативи Є. Лазаренка Шевченківську аудиторію оформлено прекрасними художніми розписами з історико-літературної тематики.

У 1956 р. в університеті широко відзначали 100-річчя від дня народження Івана Франка з виїздом у Дрогобич, Нагуєвичі та Криворівню. До цієї дати у Криворівні, де любив відпочивати І. Франко, Євген Костянтинович організував музей, а в парку на-

впроти головного корпусу університету встановили обеліск, на місці якого 1964 р. споруджено з граніту монументальний пам'ятник І. Франкові. У 1960 р. в університеті відбулося урочисте засідання, присвячене 100-річчю від народження видатного російського письменника А. Чехова. У зв'язку зі 150-річчям від народження великого будителя Галичини Маркіяна Шашкевича стараннями Є. Лазаренка в с. Підлисса 1962 р. встановлено пам'ятник та відкрито музей-кімнату.

До 300-річчя ЛДУ імені Івана Франка, яке широко відзначали 1961 р., Є. Лазаренко опублікував книгу "300 років Львівського університету" українською й російською мовами. Ми відшукали різноманітні матеріали, пов'язані зі святкуванням цієї історичної події. Зокрема, на ім'я ректора Є. Лазаренка надійшли численні вітальні телеграми від Міністерства вищої і середньої спеціальної освіти (ВССО) СРСР, УРСР, РРФСР, колегії Комітету ВССО, Ради міністрів Киргизької РСР, Ради міністрів Латвійської РСР, президій АН СРСР, АН Азербайджану, Грузії, Казахстану, Латвії, президії та президента АН Узбецької РСР Х. Абдуллаєва, президента АН УРСР О. Палладіна, Сибірського відділення АН СРСР, а також від ректорів Єреванського, Київського, Казанського, Кишинівського, Ленінградського, Московського, Петрозаводського, Тбіліського, Томського, Туркменського, Ужгородського університетів та ін. [5].

У грудні 1962 р. в університеті урочисто відзначали 50-річчя від дня народження Є. Лазаренка. В урочистостях взяли участь представники багатьох університетів та інститутів України й Радянського Союзу, країн народної демократії, творчих спілок та мистецьких організацій Львівщини й інших областей України, студентська молодь. У вірші "Ректор" поет Д. Павличко тоді написав: "Прийшов-таки один за триста літ Великий ректор у мою святиню..." [32]. Усе це дуже не подобалося партійному керівництву і Львова, і України, яке час від часу організовувало перевірку роботи університету з намаганням виявити різні недоліки.

Є. Лазаренко був людиною ерудованою, добре знав історію, літературу, музику, мистецтво, зібрав колекцію картин українських художників. У геологічні експедиції не раз брав з собою "Кобзар" Т. Шевченка чи збірку поезій Л. Українки. У часи занепаду гуманітарної освіти він всіляко підтримував гуманітарні факультети, особливо українську філологію. У пам'яті виринає спогад про наш випускний вечір, організований 1958 р. у ресторані "Москва". Тоді ж в іншій залі ресторану зібралися випускники факультету журналістики. Згадуючи цю подію у 1993 р., доцент факультету журналістики, письменник, поет, політв'язень радянських концтаборів Михайло Осадчий розповів мені таке: до них підійшов Є. Лазаренко і запитав, чи вони знають вірш Л. Українки, написаний російською мовою. Усі мовчали, бо не знали. Тоді Євген Костянтинівич прочитав напам'ять її поезію "Impromptu": "Когда цветет никотиана и точно светит из тумана, как будто падшая звезда..."

У 1963 р. Є. Лазаренко організував наукову конференцію до 50-річчя смерті Лесі Українки з виїздом на Волинь. Три дні вирували урочистості в Луцьку, Ковелі, Колодязному, Скуліні. На конференцію приїхали діячі науки і культури з різних областей України, Москви, навколишніх сіл, було багато журналістів. У палкій промові в Колодязному Є. Лазаренко висловив невдоволення станом функціонування української мови, недбалим ставленням до збереження культурної й історичної спадщини українського народу. Цей виступ тодішня влада сприйняла вороже. Ще до закінчення конференції Є. Лазаренка і секретаря парткому Львівського університету П. Челака терміново викликали в ЦК КПУ. На засіданні ЦК Є. Лазаренка гостро критикували за те, що не підтримує генеральну лінію комуністичної партії щодо національної політики, збуджує

національні почуття українського народу, звинуватили ректора в тому, що львівська інтелігенція називає його захисником української мови і культури. Як наслідок, 23 травня 1963 р. ЦК КПУ звільнив Є. Лазаренка з посади ректора Львівського університету, офіційна версія – “за порушення фінансової дисципліни”.

До Львова Євген Костянтинович повертався поїздом в одному купе з секретарем Львівського обкому партії Маланчуком, а 9 вересня 1963 р. в університеті відбулися закриті партійні збори. Мені вдалося ознайомитися зі стенограмою тих зборів, на яких з доповіддю виступив саме Маланчук. Виявилось, що він надіслав у ЦК КПУ доповідну записку обсягом понад 100 сторінок про “недоліки” роботи ректора Є. Лазаренка, які збирав протягом багатьох років. Тобто травневе засідання ЦК було добре підготовлене, на нього запросили завідувачів відділами ЦК, міністрів, редакторів республіканських газет; це була спланована розправа над непокірним ректором. На закритих партійних зборах викладачі природничих факультетів, очевидно, співчували Євгену Костянтиновичу. Фактично вони його не критикували, говорили про відсутність нової лабораторної бази для проведення наукових досліджень і підготовки висококваліфікованих кадрів, про відсутність квартир для молодих учених і педагогів тощо. Члени парткому задавали ректорові питання на кшталт того, чому львівська інтелігенція називає його захисником української мови та ін. Дуже зневажливо поставився до Є. Лазаренка доцент кафедри філософії О. Ковальов. Навіть Маланчук зауважив, що нема межі для критики, проте є межа для висловлювання. Євген Костянтинович сидів один у першому ряді актовій зали, біля нього вже ніхто не сидав...

Під час однієї з експедицій у розмові з Уляною Феношин Є. Лазаренко з боєм зазначив, що є прикра несправедливість: у разі, якщо росіянин любить свою мову, свій народ, то його називають патріотом, а коли українець любить свою мову, захищає культурну та історичну спадщину свого народу, то його називають націоналістом, та ще й буржуазним [1, 11]. Професор Санкт-Петербурзького гірничого інституту І. Шафрановський з великою теплою згадував про Є. Лазаренка [1]: “Особенно важно подчеркнуть то, что будучи горячим патриотом Украины, её истории, поэзии и искусства (он любил мастерски декламировать стихи Тараса Шевченко, петь народные украинские песни, коллекционировал картины карпатских живописцев), Евгений Константинович относительно науки никогда не воздвигал национальных границ. Наоборот, он всемерно содействовал всеобщему объединению и союзу минералогов по возможности всех стран”.

Ще до літа 1969 р. Є. Лазаренко працював завідувачем кафедри мінералогії, а влітку зайшов до нас у Проблемну геохімічну лабораторію і радісно повідомив, що ЦК КПУ запрошує його в Київ на посаду директора Геологічного інституту АН УРСР. Та ми його радості не розділяли, бо знали, що ліпше йому там не буде, адже тоді в Геологічному інституті був занепад наукової роботи, перевитрата зарплати. Проте Євген Костянтинович навів в Інституті лад, його обрали академіком АН УРСР, а через два роки звільнили з роботи разом з відділом регіональної і генетичної мінералогії, який він там заснував. На щастя, тодішній директор Інституту геохімії і фізики мінералів АН УРСР акад. М. Семененко прийняв Є. Лазаренка разом з його відділом у свій інститут [26].

Ще до від'їзду в Київ Євген Костянтинович запланував провести в університеті у вересні 1969 р. Третю всесоюзну вулканологічну нараду з супровідною багатоденною геологічною екскурсією в Передкарпаття, Карпати й Закарпаття. На нараду приїхало близько 300 учасників зі всієї країни. Організаційної роботи було дуже багато, і секретаріат оргкомітету з нею не справлявся. Євген Костянтинович і декан факультету Л. Колтун попросили мене допомогти голові оргкомітету М. Фішкіну, що я успішно

виконав. Для екскурсантів (а їх було близько 150) замовив п'ять автобусів "ЛАЗ". Було й чимало транспорту, який надали геологічні організації Львова. Обслуговували транспорт 12 водіїв. Утворився дивовижний караван! Екскурсія завершилася в Закарпатті святковою вечерею в спортивно-оздоровчому таборі "Карпати". Прикро, що цього вечора вчені, які знали Євгена Костянтиновича, чомусь забули про нього...

Євген Лазаренко був керівником моєї дисертації (1972). Після її захисту я зателефонував йому в Київ і подякував за допомогу. Несподівано почув: "Петре, я Вам не допомагав". Після короткої паузи я відповів йому: "Але Ваше ім'я мені допомагало". Євген Костянтинович попросив ще раз повторити ці слова, і я повторив. Очевидно, давно він не чув добрих, щирих і вдячних слів.

Не можу не згадати й те, що після від'їзду Є. Лазаренка до Києва роботу над завершенням "Мінералогічного словника" продовжувала Оксана Винар. Офіційно вона працювала за темою, яка стосувалася досліджень мінералогії і геохімії родовищ калійних солей Передкарпаття, а я був відповідальним виконавцем. Тодішнє керівництво факультету намагалася перешкоджати роботі над словником. Коли ж робота була завершена і словник здали до друку, з'явилася рецензія акад. О. Поваренних, який загалом дав позитивну оцінку словникові, проте наприкінці рецензії зауважив: "Нет надобности доказывать о нецелесообразности подобного издания на украинском языке" [1]. Проте завдяки старанням Є. Лазаренка і допомозі акад. Л. Ткачука "Мінералогічний словник" вийшов 1975 р.



Євген Лазаренко вітає колектив Інституту геологічних наук АН УРСР з прийдешнім 1970 роком [15].

Євген Костянтинович був фізично і духовно дуже сильною людиною, проте тривалі цькування і зневага не минули безслідно... Незадовго до смерті Є. Лазаренка до нього в Київ приїжджав проф. Д. Резвой, який, очевидно, відчував певну провину за несправедливе ставлення до нього після зняття з посади ректора. А 20 грудня 1978 р. академік О. Вялов написав йому листа (його передала мені донька Євгена Костянтиновича Оксана), у якому подякував за допомогу в організації Українського палеонтологічного това-

риства і привітав з новим роком. Першого січня 1979 р. Євгена Костянтиновича не стало...

Діячі на кшталт маланчуків пішли у небуття, а Ректор нині Львівського національного університету імені Івана Франка увійшов у світову історію мінералогічної науки і заслуговує на добру пам'ять сучасних і прийдешніх поколінь [12, 24, 35 та ін.]. Після здобуття незалежності України Євген Костянтинович Лазаренко навічно в бронзі повернувся до Львова і зустрічає студентів на вході в університет.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Академік Євген Лазаренко. Нарис про життєвий і творчий шлях, спогади, фотоальбом / автори й упорядники О. Матковський, П. Білоніжка, В. Павлишин. – Львів : Видав. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2005. – 304 с.
2. *Білоніжка П. М.* Вклад Е. К. Лазаренко в організацію, наукову и издательскую деятельность Львовского геологического общества / П. М. Білоніжка // *История минералогических исследований на Украине.* – Киев : Наук. думка, 1991. – С. 138–142.
3. *Білоніжка П.* Меценат української культури / П. Білоніжка // *Каменяр. Спецвипуск, грудень 2012.* – С. 3–4.
4. *Білоніжка П.* Лазаренко Євген Костянтинович / П. Білоніжка // *Літопис.* – 2012. – Т. 4. – С. 17–18.
5. *Білоніжка П.* Ректор Євген Лазаренко в історії Львівського університету / П. Білоніжка, Ю. Гудима // *Мінерал. зб.* – 2012. – № 62, вип. 2. – С. 294–304.
6. *Білоніжка П.* Євген Лазаренко – великий ректор Львівського університету, меценат української культури (до 100-річчя від народження) / П. Білоніжка, О. Матковський // *Вісник НТШ.* – 2013. – Ч. 49. – С. 35–38.
7. *Білоніжка П.* Лазаренко Євген Костянтинович / П. Білоніжка, О. Матковський // *Encyclopedia. Львівський національний університет імені Івана Франка.* – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – Т. 2. – С. 21–22.
8. *Білоніжка П. М.* Є. К. Лазаренко і розвиток геохімії в Україні / П. М. Білоніжка // *Наук. конф., присвячена 80-річчю від дня народження акад. Є. К. Лазаренка : матеріали.* – Львів, 1992. – С. 21–23.
9. *Білоніжка П. М.* Євген Лазаренко – вчений, педагог, громадський діяч / П. М. Білоніжка. – Львів, 2002. – 38 с. (Серія "Дрібненька бібліотека", ч. 8.).
10. *Білоніжка П. М.* Євген Лазаренко – вчений, педагог, громадянин (до 90-річчя від дня народження) / П. М. Білоніжка // *Вісник НТШ.* – 2002. – Ч. 28. – С. 36–38.
11. Великий тлумачний словник сучасної української мови / укл. і гол. ред. В. Т. Бусел. – К. ; Ірпінь : ВТФ Перун, 2009. – 1736 с.
12. *Галабурда Ю.* Слово про Вчителя / Ю. Галабурда // *Каменяр. Спецвипуск, грудень 2012.* – С. 8.
13. Геологічний факультет Львівського національного університету імені Івана Франка (1945–2010) : довідково-інформ. видання / П. Білоніжка, О. Матковський, М. Павлунь, Є. Сливко. – Львів : Вид. центр ЛНУ імені Івана Франка, 2010. – 520 с.
14. Євген Костянтинович Лазаренко / упорядник Н. Р. Калмикова, відп. ред. В. І. Павлишин. – К. : Наук. думка, 1992. – 54 с.

15. Євген Лазаренко – видатна постать ХХ століття / автори доповідей і упорядники О. Матковський, П. Білоніжка, В. Павлишин. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2012. – 242 с.
16. Жуковський А. Україна в 1917–1980 роках / А. Жуковський // Енциклопедія Українознавства. Перевид. в Україні. – 2000. – Т. 9. – С. 3308–3325.
17. Культурне життя в Україні: Західні землі, документи і матеріали / відп. ред. Ю. Сливка. – Львів, 1996. – Т. 2 (1953–1966).
18. Лазаренко Е. К. О минералогической изученности Западных областей УССР / Е. К. Лазаренко // Минерал. сб. – 1952. – № 6. – С. 3–20.
19. Лазаренко Евгений Константинович // Горная энциклопедия. – М. : Советская энциклопедия, 1987. – Т. 3. – С. 166.
20. Лазаренко Євген Костянтинівич // Українська радянська енциклопедія. – К., 1981. – Т. 6. – С. 49.
21. Лазаренко Євген Костянтинівич // Історія академії наук Української РСР / гол. ред. Б. Є. Патон. – К. : Наук. думка, 1982. – С. 692–693.
22. Матковський О. І. Вклад Е. К. Лазаренко в розвиток Мінералогічного музею Львівського університета / О. І. Матковський, П. М. Білоніжка // Шестой междунар. симпозиум “Минералогические музеи”. – СПб, 2008. – С. 43–45.
23. Матковський О. Академік Євген Лазаренко – вчений світової величини / О. Матковський // Каменяр. – 2012. – № 7. – С. 6.
24. Матковський О. Євген Лазаренко в моєму житті / О. Матковський // Каменяр. Спецвипуск, грудень 2012. – С. 1–2.
25. Матковський О. Мінералогічна школа академіка Євгена Лазаренка та її внесок у розвиток сучасної мінералогії / О. Матковський // Мінерал. зб. – 2016. – № 66, вип. 2. – С. 3–23.
26. Матковський О. Внесок академіка Євгена Лазаренка у розвиток мінералогії в Інституті геохімії і фізики мінералів АН УРСР / О. Матковський // Здобутки і перспективи розвитку геологічної науки в Україні : наук. конф., присвячена 50-річчю Ін-ту геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М. П. Семененка НАН України. – К., 2019. – Т. 1. – С. 23–25.
27. Матковський О. Наукові читання імені академіка Євгена Лазаренка / О. Матковський, П. Білоніжка // Мінерал. зб. – 2000. – № 50, вип. 2. – С. 137–140.
28. Матковський О. Круглий стіл “Академік Євген Лазаренко – ректор, учений, громадянин” / О. Матковський, П. Білоніжка // Вісник НТШ. – 2012. – Ч. 47. – С. 79.
29. Матковський О. Про стан реалізації задуманих і розпочатих Євгеном Лазаренком наукових праць з мінералогії України та Карпато-Балканської гірської системи / О. Матковський, Є. Сливко // Десяті наукові читання імені акад. Є. Лазаренка : матеріали. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2016. – С. 3–8.
30. Матковський О. Внесок Є. К. Лазаренка в розвиток генетичної мінералогії / О. Матковський, П. Білоніжка, А. Ясинська // Мінерал. зб. – 2000. – № 50, вип. 2. – С. 4–10.
31. Матковський О. І. Внесок Є. К. Лазаренка у вивчення мінералогії і металогенії Карпатського регіону / О. І. Матковський, П. М. Білоніжка // Записки Укр. мінерал. т-ва. – 2012. – Т. 9. – С. 110–119.
32. Павличко Д. Ректор / Д. Павличко // Поезії. – К. : Дніпро, 1989. – Т. 2. – С. 421.
33. Павлишин В. Засновник української регіонально-мінералогічної школи / В. Павлишин // Каменяр. Спецвипуск, грудень 2012. – С. 6–7.

34. *Перит Т.* Польське товариство природознавців ім. М. Коперника / Т. Перит, П. Білоніжка // Encyclopedia. Львівський національний університет імені Івана Франка. – Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2014. – Т. 2. – С. 306–307.
35. *Шаблій О.* Це було зовсім недавно / О. Шаблій // Каменяр. Спецвипуск, грудень 2012.

*Стаття: надійшла до редакції 12.09.2020
прийнята до друку 25.11.2020*

Petro Bilonizhka

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

LITTLE KNOWN PAGES ON THE LIFE AND ACTIVITY OF YEVHEN LAZARENKO

Little-known facts from the life, scientific-organizational and public activity of the outstanding Ukrainian scientist, academician of the Academy of Sciences of the Ukrainian SSR Yevhen Lazarenko are given. His role in the establishment and development of the Faculty of Geology of Lviv University and Lviv Geological Society, in the development of science and education at the University and training of highly qualified personnel is noted.

Yevhen Lazarenko had a good memory, knew all the students of the Faculty, and attended student evenings. He maintained friendly relations with many poets, prose writers, and composers – R. Bratun, I. Wilde, O. Honchar, Ye. Kyryliuk, A. Kos-Anatolskyi, A. Malyshko, D. Pavlychko, M. Rylskyi, P. Tychyna and others, invited them to meetings with University students.

Among the graduates of the Faculty, he gathered around him a creative team that has made an invaluable contribution to the development of regional, genetic, theoretical, exploratory mineralogy and geochemistry in Ukraine.

Yevhen Lazarenko's civic position during the soviet rule and his contribution to the preservation of the cultural and historical heritage of the Ukrainian people are characterized.

Key words: Yevhen Lazarenko, Lviv University, scientific achievements, organizational and public activity, Ukraine.

УДК 001-057.4(477)

Орест Матковський¹, Микола Павлунь¹, Ігор Наумко²

¹Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005,
mineral@franko.lviv.ua

²Інститут геології і геохімії горючих копалин НАН України,
вул. Наукова, 3а, Львів, Україна, 79060,
igggk@mail.lviv.ua

**АНДРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ ПІЗНЮР –
ОДИН ІЗ ЗАЧИНАТЕЛІВ ТЕРМОБАРОГЕОХІМІЧНОЇ ШКОЛИ
ПРОФЕСОРА МИКОЛИ ЄРМАКОВА
(до 90-річчя від народження)**

Андрій Васильович Пізнюр (1930–2003) – доктор геолого-мінералогічних наук, професор геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка. З його іменем пов'язане започаткування й розвиток у Львівському університеті всесвітньо відомої наукової термобаро-геохімічної школи професора Миколи Єрмакова. Він автор першого підручника з курсу “Основи термобарогеохімії”.

Десятого грудня 2020 р. йому виповнилося би 90 років.

Майже півстоліття науково-педагогічна, навчально-методична, організаторська і громадська діяльність А. Пізнюра була пов'язана з університетом, у якому він пройшов шлях від студента до професора, завідувача кафедри.

Андрій Васильович став знаним фахівцем у галузі термобарогеохімії та геології рудних родовищ, організатором навчального процесу й наукової роботи.

Народився Андрій Пізнюр 10 грудня 1930 р. у с. Хорів Острозького району Рівненської області. Середню освіту здобув в Острозькій середній школі № 1, а 1948 р. поступив на геологічний факультет Львівського державного університету імені Івана Франка. Після його закінчення працював на геологічному факультеті на різних посадах: 1953–1957 – лаборант кафедри геології СРСР, 1957–1960 – лекційний асистент, 1960–1964 – в. о. доцента цієї ж кафедри; 1965–1983 – доцент, 1983–1990 – професор, 1991–1996 – завідувач кафедри методів пошуків та розвідки родовищ корисних копалин, 1996–1999 – професор цієї ж кафедри; 1999–2003 – професор кафедри екологічної та інженерної геології і гідрогеології. Першого березня 2003 р. після важкої хвороби Андрій Васильович відійшов у вічність, залишивши багатий науково-педагогічний спадок.

У 1962 р. А. Пізнюр захистив кандидатську дисертацію на тему “Особенности генезиса хрусталеносных кварцевых жил Приполярного Урала и Алдана (по включениям в



минералах)”, а 1982 р. – докторську на тему “Термобарогеохимические условия формирования молибденовых месторождений”. Через рік йому присвоєно вчене звання професора.



Андрій Пізнюр –
випускник 1953 р.

Андрій Васильович читав профільні курси “Геологія металевих корисних копалин”, “Термобарогеохімічні методи пошуків родовищ корисних копалин”, “Вимоги промисловості до мінеральної сировини”, спецкурси “Основи термобарогеохімії”, “Прикладна термобарогеохімія”, “Мінералого-термобарогеохімічні методи досліджень”. З усіх курсів і спецкурсів він розробив програми й методичні рекомендації, опублікував декілька навчальних посібників і підручник “Основи термобарогеохімії” (1986).

Андрій Пізнюр брав активну участь у започаткуванні геоecологічного напрямку на факультеті; очолювану ним кафедрі 1994 р. було перейменовано на кафедру корисних копалин та геоecології. Після відкриття 1999 р. нової кафедри – екологічної та інженерної геології і гідрогеології – він став професором цієї кафедри й розробив низку важливих навчальних програм геоecологічного профілю, підготував і опублікував “Методичні рекомендації до вивчення курсу “Екологія видобутку та переробки корисних копалин””, “Основи екології і неоекології”, “Методичні рекомендації з проходження виробничої практики для студентів спеціальності “Екологія та охорона навколишнього середовища””.

Багатогранні наукові здобутки А. Пізнюра. У його творчому доробку близько 170 публікацій, серед яких шість монографій, низка рецензій, три конспекти лекцій: “Методи термометрії” (1973), “Методи барометрії” (1975), “Исследования состава и концентрации растворов” (1975), посібник “Использование результатов исследований включений в теории рудообразования, практике поисков и разведки месторождений” (1976). Андрій Васильович – співавтор низки науково-методичних розробок, пов’язаних з вивченням включень у мінералах (визначення тиску, ерозійного зрізу та вертикального розмаху зруденіння, розшуково-оцінних критеріїв).

Перші науково-дослідні роботи вченого пов’язані з дослідженням кристаленосних кварцових жил. Він започаткував термобарогеохімічне вивчення жильних мінералів, працював над типізацією флюїдних включень. Уперше за результатами вивчення включень у мінералах виявив генетичний зв’язок п’єзокварцового родовища Барсукчі з гранітним інтрузивом.

Важливе значення мали дві проблемні публікації А. Пізнюра у співавторстві з Є. Лазьком, Є. Лазаренком та Ю. Ляховим, які стосувалися пневматолітового процесу; у них доведено наявність пневматолізу під час формування мінералів та виявлено подвійну роль газової фази післямагматичних розчинів в ендегенному мінералоутворенні.

Протягом 1960–1970 рр. А. Пізнюр брав участь у вивченні фізико-хімічних умов формування післямагматичних родовищ Східного Забайкалля та визначенні *PT*-параметрів і складу розчинів золоторудних, молібденових та станум-вольфрамових родовищ із застосуванням термометричних, кріо- і термобаричних методів, методів декрепітації флюїдних включень та водних витяжок. Протягом 1970–1980 рр. Андрій Васильович разом з колегами провадив важливі термобарогеохімічні дослідження в Центральному Казахстані, Узбекистані й Україні.

Результати цих робіт висвітлені в численних наукових статтях, докторській дисертації та фундаментальних монографічних працях “Физико-химические основы прогнозирования постмагматического оруденения” (соавт. Е. М. Лазько, Ю. В. Ляхов, 1981) і “Термобарогеохимия золота” (соавт. Ю. В. Ляхов, Н. Н. Павлунь, И. В. Попивняк, 1995). У першій монографії проаналізовано теоретичні питання фізико-хімічних умов формування й термобарогеохімічної зональності зруденіння родовищ різних рудних формацій (золота, поліметалів, ртуті тощо), схарактеризовано прикладні (прогнозні та розшуково-оцінні) завдання, які можна вирішити за даними термобарогеохімії. У другій монографії наведено теоретико-методологічні й прикладні матеріали, які стосуються прогнозування, розшуків та оцінювання золотого зруденіння різних формаційно-генетичних типів.



Андрій Васильович серед делегатів геологічного факультету на VI всесоюзній нараді з термобарогеохімії. Владивосток, 1978. Зліва направо: Л. Колгун, А. Пізнюр, Н. М'язь, М. Єрмаков, І. Попивняк, Ю. Дорошенко.

Андрій Васильович досліджував і родовища алмазів Західної Якутії. На підставі термобарогеохімічного вивчення мінералів кімберлітів вирішено низку важливих проблемних мінералогічних, петрологічних і прикладних завдань, які стосувалися нових підходів до розшуків алмазоносних кімберлітів.

Досить активною була науково-організаторська діяльність А. Пізнюра. Він був членом Всесоюзного та Українського мінералогічних товариств, членом редакційних колегій періодичних видань “Мінералогічний збірник” та “Вісник Львівського університету. Серія геологічна”, членом спеціалізованих учених рад із захисту докторських та кандидатських дисертацій, офіційним опонентом дисертацій.

Андрій Васильович – учасник багатьох наукових форумів різного рівня, брав активну участь у проведенні наукових нарад з різних проблем геологічної науки й освіти, які організував геологічний факультет.

Науково-педагогічний доробок Андрія Васильовича Пізнюра і нині широко використовують у навчальному процесі та науково-дослідній роботі.

*Стаття: надійшла до редакції 12.10.2020
прийнята до друку 25.11.2020*

ХРОНІКА

ПРОФЕСОР ВОЛОДИМИР ПАВЛИШИН – ЛІДЕР СУЧАСНОЇ УКРАЇНСЬКОЇ МІНЕРАЛОГІЇ (до 80-річчя від уродин)

Третього січня 2020 року виповнилося 80 років від дня народження і 60 років науково-педагогічної діяльності одного з ліпших випускників геологічного факультету Львівського державного (нині національного) університету імені Івана Франка – Володимира Івановича Павлишина – видатного вченого в галузі мінералогії, доктора геолого-мінералогічних наук, професора, академіка АН Вищої школи України, лауреата Державної премії в галузі науки і техніки України, заслуженого діяча науки і техніки України, почесного президента Українського мінералогічного товариства, почесного члена Всеросійського мінералогічного товариства, корифея і лідера української мінералогічної науки.



У життєвому і творчому шляху Володимира Івановича можна виділити два основні періоди: короткочасний львівський і тривалий київський, між якими був півторарічний період праці на Кольському півострові в Інституті хімії й технологій рідкісних елементів і мінералогічної сировини АН СРСР (м. Мончегорськ Мурманської обл.).

Народився Володимир Павлишин 3 січня 1940 р. у с. Зашковичі Городоцького р-ну Львівської обл. Тут минули його дитячі та юнацькі роки, навчання в середній школі. У 1955–1960 рр. навчався на геологічному факультеті Львівського державного університету імені Івана Франка. Після закінчення університету з присвоєнням кваліфікації геолога-геохіміка він вступив до аспірантури при кафедрі мінералогії, у якій навчався під науковим керівництвом проф. Є. Лазаренка. У 1965 р. успішно захистив кандидатську дисертацію на тему “Исследования магнезиально-железистых и литиево-железистых слюд Украины”.

У науково-популярній праці “Спогади мінералога. Львівський період” (2009) Володимир Павлишин зазначив, що виняткову відданість вибраній ним науці, глибокі професійні знання та широкий світогляд природодослідника він успадкував від своїх знаменитих учителів – Є. Лазаренка, В. Соболева, Г. Піотровського, М. Сливка, А. Ясинської та інших, коли навчався на геологічному факультеті Львівського університету. Ще в студентські роки Володимир зацікавився наукою. Мінералогічні дослідження кам’яної солі Солотвинського родовища на Закарпатті стали основою його дипломної роботи та першої наукової публікації – тез доповіді “Про галіт та гідроліоду Солотвинського родовища кам’яної солі Закарпаття” (1961).

Під час навчання в аспірантурі та після її закінчення В. Павлишин, працюючи на посадах молодшого і старшого наукового співробітника науково-дослідного сектора, брав активну участь у розпочатих на кафедрі мінералогії під керівництвом Є. Лазаренка регіонально-мінералогічних дослідженнях. Він був учасником експедиційних виїздів мінералогічного загону, очолюваного О. Матковським, у Чивчинські гори Карпат, де тісно

співпрацював з геологами Московського університету, які виконували геологічне картування в цьому регіоні. Згодом його залучили до госпдоговірних науково-дослідних робіт, виконуваних на замовлення виробничого об'єднання "Західукрсамоцвіти", які стосувалися мінералогічних досліджень камерних пегматитів Волині з п'єзокварцовою й коштовно-кам'яною (топаз, берил) мінералізацією.

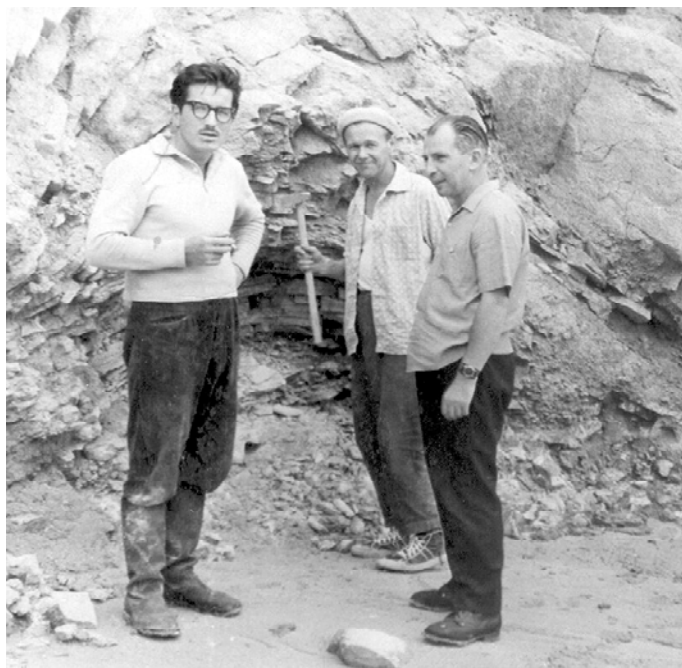


В. Павлишин (у центрі другого ряду) серед випускників кафедри мінералогії 1960 р. та викладачів геологічного факультету на чолі з Є. Лазаренком, червень 1960 р.

У цей час з'явилися перші публікації молодого дослідника (власні й у співавторстві), які стосувалися ізоморфізму Ca, Mg, Fe, Mn у тригональних карбонатах, колчеданових і поліметалевих рудопроявів Чивчинських гір, слюд різного складу і хлориту, умов їхнього утворення в камерних пегматитах Волині. У 1966 р. В. Павлишин брав активну участь в організації й проведенні Першої всесоюзної наради з мінералогічної кристалографії, яка завершилася екскурсією на ці знамениті волинські пегматити, з якими він і нині не пориває зв'язку.

Надзвичайно стрімкий науковий, а згодом і педагогічний та організаторський злет В. Павлишина розпочався в київський період. Він пов'язаний з двома академічними інститутами та Київським національним університетом імені Тараса Шевченка. На запрошення Є. Лазаренка вчений 1970 р. повернувся з Мончегорська в Україну й до 1972 р. працював на посаді старшого наукового співробітника відділу регіональної та генетичної мінералогії Інституту геологічних наук АН УРСР, з 1972 по 1991 р. – старшого наукового співробітника, завідувача лабораторії та головного наукового співробітника Інституту геохімії і фізики мінералів АН УРСР (згодом Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України), 1991–2000 рр. – завідувача відділу регіональної та генетичної мінералогії. У цей час Володимир Павлишин

активно долучився до регіонально-мінералогічних досліджень, підготовки фундаментальних монографічних зведень, опублікованих за участю й редакцією Є. Лазаренка: “Мінералогія и генезис камерных пегматитов Волини” (1973), “Мінералогія Донецького басейна” (1975), “Мінералогія Криворожського басейна” (1977), “Мінералогія Приазов'я” (1981). Одночасно він працював над підготовкою докторської дисертації “Типоморфізм кварца, слюд и полевых шпатов в ендегенных образованиях”, яку захистив 1981 р.



В. Павлишин, М. Сливко та О. Матковський під час польових робіт на Волині, 1967 р.

Володимир Іванович причетний до створення з ініціативи Є. Лазаренка Українського мінералогічного товариства (1970) і заснування давно омріяного Є. Лазаренком “Мінералогічного журналу” (1979). Він – перший учений секретар і перший віце-президент УМТ, а згодом його президент (1991–2001), брав активну участь в організації низки симпозіумів, нарад і виїзних сесій УМТ з різних проблем мінералогії. Він також перший відповідальний секретар, а згодом заступник головного редактора “Мінералогічного журналу”. За його президентства УМТ увійшло до складу Європейського мінералогічного союзу (1993), стало членом Міжнародної мінералогічної асоціації (1994).

Педагогічна діяльність Володимира Івановича пов'язана з Київським національним університетом імені Тараса Шевченка. У цьому навчальному закладі він з 1988 р. працював на посаді професора (за сумісництвом) кафедри мінералогії, геохімії та петрографії, а 2001–2016 рр. – штатного професора геологічного факультету (нині Навчально-науковий інститут (ННІ) “Інститут геології”). Тут він, маючи великий досвід науковця, швидко адаптувався і став відомим педагогом та організатором навчального

процесу й наукової роботи. Поряд з читанням основного профільного курсу мінералогії та деяких спецкурсів розпочав роботу над створенням сучасних навчальних видань. За короткий час з'явилося п'ять підручників, а саме: "Генезис мінералів" (2003, 2007; співавт. О. Матковський, С. Довгий), "Мінералогія" (2008, ч. 1; 2013, ч. 2, співавтор С. Довгий), "Основи мінералогії України" (2009, співавт. О. Матковський, Є. Сливко), "Основи кристалографії і кристалохімії", "Рентгенографія кристаллов" (2011, соавтор Ю. Ворошилов), "Мінералогія. Короткий курс для бакалаврів" (2017, співавт. Ю. Ворошилов, І. Квасниця); чотири навчальні посібники з основ кристалохімії, морфології та анатомії мінералів, "Вступ до мінералогії" та "Мінералогія в особах". Ці праці високо оцінені науковцями й педагогами в низці рецензій у вітчизняних і зарубіжних виданнях. Володимира Івановича запрошували читати лекції з окремих проблем мінералогії у Вроцлавському університеті (2006, 2008), на геологічному факультеті Московського університету (2013). З ініціативи та за активною участю В. Павлишина в Київському університеті відкрито унікальну спеціалізовану аудиторію імені академіка Володимира Вернадського, реформовано мінералогічну частину геологічного музею.



Володимир Павлишин серед учасників міжнародної наукової конференції, присвяченої 140-річчю кафедри мінералогії Львівського університету, Шацьк, 2004 р. Зліва направо: В. Павлишин, П. Білоніжка, І. Попівняк, Н. Лазаренко, О. Матковський, Б. Пирогов, Б. Панов, О. Зінченко, Л. Скакун.

Останніми роками вчений знову повернувся в ІГМР імені М. П. Семененка і став радником його директора. Одночасно він читає лекції в ННІ "Інститут геології" Київського університету.

Надзвичайно багатогранним є науковий доробок Володимира Павлишина. Він стоїть майже всіх напрямів сучасної мінералогії, її історії. Учений опублікував самостійно та зі співавторами понад 500 науково-педагогічних та історіографічних праць, у тім числі 46 книг, серед яких уже згадані вище навчальні й регіонально-мінералогічні видання, а також чимало фундаментальних монографій, науково-популярних, довідкових і літературно-публіцистичних видань. Серед монографій наведемо такі: "Типоморфизм кварца, слюд и полевых шпатов в эндогенных образованиях" (1983), "Онтогени-

ческий метод в минералогии” (1983, соавт. Н. Юшкин, В. Попов), “Природные кристаллы Украины” (1990, соавт. В. Квасница, О. Матковский), “Минералы Украины. Краткий справочник” (1990, соавт. Н. Щербак, А. Литвин, В. Мельников и др.), “Стан і перспективи розвитку регіонально-мінералогічних досліджень в Україні” (1988, співавтор О. Матковський), “Як оцінювати коштовності з дорогоцінного каміння і металів” (2001, співавт. В. Індутний, В. Татарінцев, Т. Індутна), “Методи генетичної мінералогії” (2002, співавт. О. Пономаренко, Д. Возняк), “Екологічна мінералогія” (2003, співавтор С. Довгий), “Типоморфизм и поисково-оценочное значение пирита (пирометрический метод в минералогии)” (2004, соавт. А. Жабин, А. Китаенко), “Самородна мідь України” (2009, співавт. І. Квасниця, Я. Косовський), “Топаз в надрах України та в історії народів” (2017, співавт. С. Довгий, Є. Пашенко, О. Вовк), “Сто мінералів України” (2018, співавт. С. Довгий, І. Квасниця).



Володимир Павлишин головує на засіданні міжнародної наукової конференції “Мінералогія і мінералогія Карпатського регіону”. Спортивно-оздоровчий табір “Карпати” ЛНУ імені Івана Франка, с. Чинадієве, жовтень 2009 р.

Вражаючою є англійська публікація “Mineralogy of the Volynian chamber pegmatites of Ukraine” (V. I. Pavlishyn, S. A. Dovgyi. Mineralogical Almanac. Vol. 2007) з унікальними кольоровими фотографіями мінералів – берилу, топазу, кварцу, польових шпатів та ін. Ученому належить публікація “Очерк истории минералогических исследований на Украине” (1991), низка історіографічних статей про мінералогічні дослідження в Київському університеті та видатних науковців – Івана Пулюя, Володимира Вернадського, Євгена Лазаренка. Володимир Іванович – співавтор низки монографічних праць з історії науки, а деяких – відповідальний редактор. Серед них “Академік Євген Лазаренко. Нарис про життєвий і творчий шлях, спогади. Фотоальбом” (2005), “Геологія в Київському

університеті” (2011), “Євген Лазаренко – видатна постать ХХ століття” (2012), “Кристаллографія в лицах. Етюди по історії науки” (2013), “Мінералогічна спадщина Володимира Івановича Вернадського” (2016), “Здобутки мінералогії в Україні. До 100-річчя геологічної служби України та Національної академії наук України” (2018), “Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення імені М. П. Семененка НАН України. 50 років” (2019), “Історія мінералогії в Україні. Від глибокої давнини до 90-х років ХХ ст.” (2019). Остання праця, написана в співавторстві з О. Матковським і С. Довгим, є першою книгою з історії мінералогії в Україні. Нині автори працюють над завершенням другої книги.

Дуже важливою була ініціатива Володимира Івановича 2001 р. щодо створення давно задуманого Є. Лазаренком монографічного зведення з мінералогії України у вигляді “Мінералогічної енциклопедії” (МЕУ) у п’яти томах. Учений підготував словник МЕУ для обговорення, розробив схему опису статей, створив редакційну колегію в такому складі: С. Довгий – відповідальний редактор, В. Павлишин – науковий редактор, О. Зінченко – відповідальний секретар. Перший том уже наближався до завершення, однак через інертність і безвідповідальність деяких авторів статей та фінансові труднощі робота сповільнилася. Проте керівники підготовки МЕУ продовжують збирання нової мінералогічної інформації, яку висвітлюють у низці публікацій. Згодом В. Павлишин у статті “Українська мінералогія у ХХІ ст., від теорії до практики” (2011) зазначив, що підготувати енциклопедію можна тільки на рівні наукової тематики в ІГМР імені М. П. Семененка НАН України, що і сталося.

Надзвичайно активною є організаторська діяльність Володимира Павлишина. Вона виявилася в підготовці та проведенні наукових форумів різного рівня, у тім числі міжнародних симпозіумів: виїзних сесій і з’їздів УМТ, XXVII Міжнародного геологічного конгресу; він очолював Оргкомітет школи для молодих учених і спеціалістів “Пошукова мінералогія: досягнення, проблеми, завдання”, був учасником з’їздів КБГА, конгресів ММА та багатьох інших. Йому належать опонування численних докторських і кандидатських дисертацій, участь у редакційних колегіях різних видань та спеціалізованих учених радах з захисту докторських і кандидатських дисертацій.

Науково-педагогічна й організаторська діяльність В. Павлишина високо оцінена не тільки на державному та відомчому рівнях, а й на міжнародному. Учений відзначений Республіканською комсомольською премією імені М. Островського в галузі науки і техніки та виробництва і Державною премією України в галузі науки і техніки, срібним дипломом XXVII Міжнародного геологічного конгресу, дипломом Всесоюзного мінералогічного товариства, медалями В. Лучицького і Є. Лазаренка, Петра Могили, золотим і срібним знаками Спілки геологів України та багатьма іншими нагородами. Його іменем названо коштовний берил Волинського родовища. Всесвітня мінералогічна організація присвоїла В. Павлишину нагороду Award Prize за вагомий внесок у розвиток світового мінералогічного процесу.

Усе це засвідчує, що Володимир Іванович Павлишин є справді лідером не тільки української, а й світової мінералогії. Редакційна колегія “Мінералогічного збірника”, колеги і друзі щиро й сердечно вітають свого земляка, вихованця геологічного факультету зі славним ювілеєм, зичать міцного здоров’я та подальшої творчої наснаги.

*Орест Матковський, Ігор Наушко, Микола Павлунь,
Петро Білоніжка, Леонід Скакун, Євгенія Сливко*

АКАДЕМІК ОЛЕКСАНДР ПОНОМАРЕНКО (до 70-річчя від дня народження)

Чотирнадцятого січня 2020 р. виповнилося 70 років Олександрові Миколайовичу Пономаренку – відомому науковцю й організатору науки, талановитому учневі акад. М. Щербака, доктору геологічних наук, професору, академіку НАН України, директорові Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення (ІГМР) імені М. П. Семененка НАН України, академіку-секретарю Відділення наук про Землю НАН України.

Народився Олександр Миколайович 14 січня 1950 р. у с. Положаї Переяслав-Хмельницького р-ну Київської обл. у сім'ї колгоспників. Після закінчення середньої школи він поступив у Київський геологорозвідувальний технікум (нині – Коледж геологорозвідувальних технологій Київського національного університету імені Тараса Шевченка), який закінчив 1970 р. Після служби в армії недовго працював в Інституті геохімії і фізики мінералів (ІГФМ) АН УРСР на посаді старшого техника-геофізика. Згодом навчався на геологічному факультеті Київського державного університету (нині Київський національний університет імені Тараса Шевченка), який закінчив 1979 р. за спеціальністю *геологічна зйомка і пошуки родовищ корисних копалин* та отримав кваліфікацію інженера-геолога.

Олександр Миколайович продовжував працювати в ІГФМ АН УРСР (згодом ІГМР імені М. П. Семененка НАН України) на різних посадах, що засвідчує його стрімкий професійний ріст: інженер, молодший науковий співробітник, завідувач лабораторії, науковий співробітник, провідний науковий співробітник, завідувач відділу (2002), заступник директора Інституту (2004), член-кореспондент НАН України (2006), директор Інституту (2008), академік НАН України і академік-секретар Відділення наук про Землю (2015).

Ще до закінчення університету студента О. Пономаренка закріпив акад. М. Щербак (Олександр недовго працював у його відділі), тож запросив молодого фахівця на роботу на посаду старшого інженера й навчання в аспірантурі. Відтоді Микола Петрович став керівником і наставником перспективного науковця, залучав його до спільної праці з вивчення докембрійських щитів та участі в геологічних експедиціях відділу, пов'язаних з дослідженнями найдавніших порід Дністровсько-Бузького й Росинсько-Тикицького мегаблоків Українського щита (УЩ).

Зібраний під час експедицій матеріал став підґрунтям для підготовки й захисту О. Пономаренком кандидатської дисертації “Геохронологія докембрійських образований Росинско-Тикицького району Українського щита” (1988) зі спеціальності *геохімія*. Після захисту Олександр Миколайович працював молодшим науковим співробітником та завідувачем лабораторії комплексної діагностики порід і мінералів для ізотопного аналізу. Йому вдалося коректно поєднати ізотопні дослідження з мінералогічними. Головну увагу науковець приділяв циркону – чи не найпоширенішому акцесорному мінералу різних типів порід, незамінному під час геохронологічних досліджень завдяки



високому вмісту радіоактивних елементів-домішок і стійкості до хімічного й механічного впливу. В очолюваній О. Пономаренком лабораторії кристали циркону вперше почали розділяти на генетичні типи (синпетрогенні, реліктові, накладені), кожен з яких датували окремо, що дуже важливо для точного визначення віку.



Олександр Пономаренко виступає на XIX читаннях академіка В. І. Вернадського “Учення про ноосферу В. І. Вернадського і духовна культура XXI століття”, березень 2009 р.

Подальші комплексні дослідження вченого із застосуванням новітніх методів завершилися підготовкою й захистом докторської дисертації “Уран-свинцева геохронологія раннього докембрію Українського щита” за спеціальністю *геохімія* (2003). Новизна цієї праці полягала у створенні геохронологічної шкали основних етапів геологічного розвитку УЩ протягом раннього докембрію за результатами U-Pb ізотопних датувань і комплексного геохімічного й мінералогічного вивчення циркону. На підставі визначеної поліфазової природи давнього циркону О. Пономаренко обґрунтував пропозиції щодо удосконалення геохронологічної шкали архею УЩ, розробив морфогенетичну й ізотопно-геохімічну класифікацію циркону. Науковець поєднав геохронологію з ученням про типоморфізм мінералів, довівши, що різним елементам анатомії кристалів відповідають певні геологічні події.

Ці вагомні результати висвітлено в численних статтях і колективних монографіях, серед яких “Геохронологія раннього докембрія Українського щита. Архей” (2005), “Геохронологія раннього докембрія. Протерозой” (2008), “Методи генетичної мінералогії” (2012). Зазначено про важливість морфолого-анатомічного аналізу кристалів акцесорного циркону під час ізотопно-геохронологічних досліджень. У докембрійських породах Росинсько-Тікицького району УЩ вивчено кристаломорфологію й анатомію кристалів циркону з використанням гоніометричних досліджень і методів електронної растрової мікроскопії. Прості форми на кристалах циркону представлені у вигляді аксонометрич-

них і стереографічних проєкцій, наведено типові форми кристалів, загальний вигляд і мікрорельєф поверхні. Доведено, що морфолого-анатомічний аналіз під час геохронологічних досліджень сприяє з'ясуванню головних питань про стан циркону: ступінь збереження, наявність реліктових складових і нових генерацій тощо.



Акад. О. Пономаренко (праворуч) з проф. В. Павлишиним у мінералогічному музеї Інституту геохімії, мінералогії і рудоутворення імені М. П. Семененка НАН України.

Досліджено також головні морфологічні типи кристалів циркону з основних петротипів гранітоїдів Кудашівського, Токівського, Опрільського й Мокромосковського масивів Середньопридніпровського мегаблока УЩ (Пономаренко, Курило, Коваленко, 2014). Визначено розмаїтість зовнішньої і внутрішньої морфології кристалів. Їм притаманна значна неоднорідність внутрішньої будови, що зумовлено концентричною зональністю, наявністю овальних, рідше ізометричних ядер та включень таблитчастої й овальної форми, які розташовані хаотично або вздовж граней призми.

Згодом Олександр Миколайович почав приділяти більше уваги проблемам рудоутворення і прикладним дослідженням. За його редакцією опубліковано такі монографії: “Азовское редкоземельное месторождение Приазовского мегаблока Украинского щита” (2012), “Петрография, геофизика и рудоносность редкометалльных гранитов Приазовья (Украинский щит)” (2013), “Перспективы обнаружения месторождений редкометалльного типа в Приазовье Украинского щита” (2017). З прикладного погляду важливою стала монографія “Властивості природних, синтетичних та біогенних оксидів і гідроксидів заліза за даними мессбауерівської спектроскопії” (Пономаренко, Іваницький, Брик, Дудченко, 2013). Олександр Миколайович як керівник і виконавець сприяв дослідженню гематитових (гетитових) кварцитів (нині нікому не потрібних) з метою відшукати спосіб перетворення їх на корисні залізні руди. У монографії “Ендогенні ільменіт-апатитові родовища Українського щита (геохімія, петрологія та мінералогія)” (Пономаренко, Кривдік, Дубина, 2012) зроблено висновок, що в Україні є достатня кількість розвіданих родовищ ільменіту й апатиту, так потрібних металургійній і хімічній промисловості; вони належать до різних генетичних типів і містять достатню кількість супутніх рідкісноземельних елементів. О. Пономаренко докладає значних зусиль для впровадження прогресивних технологій переробки й збагачення окиснених залізних

руд; ці технології забезпечують найповнішу і комплексну переробку мінеральної сировини, максимальну утилізацію відходів та зменшення їхнього шкідливого впливу на довкілля.

У центрі уваги вченого перебуває й історія науки. За керівництва і редакцією Олександра Миколайовича вийшов підготовлений науковцями Інституту п'ятий том серії "Вибрані наукові праці академіка В. І. Вернадського до 150-річчя від дня його народження" – "Мінералогічна спадщина В. І. Вернадського". Він підтримав ініціативу В. Павлишина про організацію в ІГМР мінералогічного музею на базі наявної мінералогічної колекції та присвоєння йому ім'я Володимира Вернадського (акад. В. Вернадський задумався над цим ще далекого 1918 р. під час створення Української академії наук). За редакцією і співавторства О. Пономаренка опубліковано науково-популярне видання "Мінерали рудопрооявів та родовищ корисних копалин України. Зразки мінералогічної колекції ІГМР імені М. П. Семененка НАН України" (2019). Олександр Миколайович допомагає діяльності Українського мінералогічного товариства (УМТ); він підтримав ідею підготовки "Мінералогічної енциклопедії України", задуманої ще Є. Лазаренком, і активно сприяє втіленню її в життя, що відображено в низці публікацій у співавторстві з Г. Кульчицькою та Д. Черниш на сторінках "Мінералогічного журналу".



Директор ІГМР НАНУ акад. О. Пономаренко з книгою про геологічний факультет ЛНУ імені Івана Франка, яку вручив йому проф. О. Матковський (ліворуч) на науковій конференції "Здобутки і перспективи розвитку геологічної науки в Україні", присвяченій 50-річчю ІГМР імені М. П. Семененка НАН України, 2019.

О. Пономаренко є автором і співавтором близько 300 наукових праць, серед яких сім монографій та кілька патентів і винаходів.

Надзвичайно багатогранна організаторська діяльність Олександра Миколайовича: директор ІГМР, академік-секретар Відділення наук про Землю НАН України, голова секції "Рациональне природокористування", член Комітету з Державних премій України

в галузі науки і техніки, співголова Національного стратиграфічного комітету України, заступник голови Комітету з хроностратиграфії, класифікації, термінології та номенклатури фанерозою, голова спеціалізованої вченої ради з захисту докторських дисертацій, головний редактор “Мінералогічного журналу”, член Президії Ради УМТ, ініціатор і голова оргкомітету низки наукових форумів різного рівня. О. Пономаренко був одним з ініціаторів створення Центру колективного користування приладами при Інституті. Мас-спектрометричний центр твердофазового, газового ізотопного та мікроелементного аналізу нині успішно функціонує й виконує прецизійні аналітичні дослідження для всіх установ НАН України.

Наукові здобутки О. Пономаренка високо оцінені на державному й відомчому рівнях. Він удостоєний почесного звання “Заслужений діяч науки і техніки”, знака ордена Святого Володимира III ступеня, Державної премії України в галузі науки і техніки, пам’ятної відзнаки на честь 100-річчя НАН України, відзнаки НАН України “За наукові досягнення”. За особистий внесок у розвиток науки і освіти його нагороджено започаткованою до 100-річчя НАН України медаллю НАН і Малої академії НАН “Вернадський Володимир Іванович”, відзначено низкою нагород Всеукраїнської громадської організації “Спілка геологів України”, подяками, дипломами і грамотами Президії НАН та уряду України.

Редколегія “Мінералогічного збірника” і колектив геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка щиро вітають Олександра Михайловича Пономаренка зі славним ювілеєм, бажають міцного здоров’я, подальших творчих звершень та здійснення нових задумів на благо розвитку геологічної науки в Україні.

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

ВТРАТИ НАУКИ

СВІТЛОЇ ПАМ'ЯТІ ОЛЕКСАНДРА ВАЛЕНТИНОВИЧА ЧЕПІЖКА



Десятого листопада 2020 р. болем у серці вся освітньо-наукова спільнота України сприйняла прикру звістку – несподівану смерть професора Олександра Валентиновича Чепіжка.

Неочікувано й передчасно на 69-му році життя відійшов у Засвіти відомий український учений-геолог, знаний в Україні фахівець у галузі мінералогії, морської геології, геофізики й тектоніки, доктор геологічних наук, професор кафедри загальної та морської геології геолого-географічного факультету Одеського національного університету (ОНУ) імені І. І. Мечникова.

Олександр Чепіжко народився 3 лютого 1952 р. у с. Безименка Татарбунарського р-ну Одеської обл. в учительській родині. Родовід Чепіжків корінням сягає часів козацької слави отамана Чепиги, і Олександр через усе життя гідно проніс дух козацького роду й українського патріотизму. У 1967 р. він закінчив середню школу в с. Миколаївка Білгород-Дністровського р-ну Одеської обл. і вступив до Одеського морехідного училища, де навчався до 1971 р., а вже з 1972 р. працював на посаді моториста Чорноморського морського пароплавства.

Однак романтика професії геолога й бажання отримати вищу освіту в галузі геології та досконало пізнати світ мінералів і порід пересилили морську романтику та покликали юнака в геологію: 1973 р. він став студентом геолого-географічного факультету Одеського державного університету (ОДУ) ім. І. І. Мечникова. Трудову діяльність Олександр Валентинович розпочав на посаді молодшого наукового співробітника Одеського відділення Морського гідрофізичного інституту АН УРСР 1978 р., а 1979 р. перейшов на посаду інженера до ОДУ ім. І. І. Мечникова. З цим вищим навчальним закладом пов'язане все наукове і творче життя вченого й педагога (а це понад сорок років!).

У 1980–1983 р. О. Чепіжко навчався в університеті в аспірантурі з відривом від виробництва у проф. І. Носирева. Після захисту кандидатської дисертації на тему “Акцесорные минералы гранитов центральной части Украинского щита” (на спеціалізованій раді при Львівському державному університеті імені Івана Франка) здобув науковий ступінь кандидата геолого-мінералогічних наук (1986) та займався викладацькою й науковою діяльністю на посадах молодшого наукового співробітника (1983–1986), наукового співробітника (1987–1988), старшого наукового співробітника (1988–1989), завідувача сектора університету (1989–1991), провідного наукового співробітника (1991–1993), доцента (з 1993). У 1993 р. вступив до докторантури ОДУ за спеціальністю *геологія океанів і морів*. Дисертацію на здобуття наукового ступеня доктора геологічних наук на тему “Система моніторингу геодинамічних зон шельфу Чорного моря – теорія, мето-

ди, моделі” захистив на спеціалізованій раді при Інституті геологічних наук НАН України (2005).



Олександр Чепіжко у лютому 2017 р.

З 2006 р. О. Чепіжко – професор кафедри загальної та морської геології ОНУ імені І. І. Мечникова. Він читав лекції і проводив практичні заняття в таких напрямках кафедри, як морська геологія, геохімія морів і океанів, мінеральні ресурси та екологічна геологія океанів, морів і узбережжя, мінералогія і петрографія, геотоксикологія тощо, зробивши значний внесок у підготовку висококваліфікованих геологічних кадрів.

У творчому науково-педагогічному доробку О. Чепіжка понад 180 наукових праць: монографії, статті, навчально-методичні видання, матеріали й тези доповідей нарад і конференцій різного рівня, а також науково-дослідні й науково-виробничі звіти. Їхній стислий аналіз свідчить про багатовекторність зацікавлень ученого.

Передусім це праці монографічного плану, а саме: *Чепіжко О. В.* Моніторинг напруженого стану в структурно-тектонічних полях (на прикладі вивчення північно-західної частини Скіфської плити) (1997); *Толстой М. І., Костенко М. В., Кадурін В. М., Чепіжко О. В.* та ін. Петрографія, акцесорна мінералогія гранітоїдів Українського щита та їх речовинно-петрофізична оцінка (2008); *Адаменко О. М., Рудько Г. І., Чепіжко О. В., Крочак М. Д.* Геологія та основи геоморфології (2010); *Сафранов Т. А., Коніков Є. Г., Чепіжко О. В.* та ін. Оцінка техногенного впливу на геологічне середовище (2012).

За авторства О. Чепіжка опубліковано такі навчально-методичні видання: “Основи екологічної геології” (2002), “Еколого-гігієнічні основи життєдіяльності” (2007), “Геотектоніка” (2012), “Моніторинг техногенних систем” (2012), “Техногенно-геологічні системи і управління надрокористуванням” (2019).

Цінною для виробничих організацій стала книга *Аврамець В. М., Какаранза С. Д., Кадурін В. М., Чепіжко О. В., Кадурін С. В.* Організація і проведення геологічної зйомки на шельфі Чорного та Азовського морів М 1:200 000, складання та підготовка до видання комплекту геокарт-200 Українського шельфу. – К., 2008. – 86 с.



Одна з останніх світлин Олександра Чепіжка – з дружиною Тамарою, 24 жовтня 2020 р.

Серед статей виділимо такі: “Кадастры и атласы карт медико-геологических аномалий на территории Одесской области” (1991), “Мониторинг тектонических напряжений зоны шельфа в пределах Скифской плиты методами сейсмотомографии” (1996), “Мониторинг напряженного состояния в структурно-тектонических полях (на примере изучения северо-западной части Скифской плиты)” (1997), “Мониторинг механических напряжений у геотектонических зонах” (2000), “Філогенія акцесорних мінералів (магматичні породи)” (2001), “Мониторинг геологического объекта как инструмент решения экологических проблем Украинского побережья Черного моря” (2001), “Особенности геодинамики и тектоники акваториального обрамления Северочерноморской континентальной окраины” (2002), “Моніторинг екологічних систем рекреаційних зон Чорноморського регіону України” (2002), “Необходимость эколого-геологического мониторинга

динамики формування сучасних відкладів на шельфі Чорного моря” (2004), “Еколого-статистична модель розподілу елементів-токсикантів в донних відкладах північно-західної частини Чорного моря” (2004), “Парагенетические ассоциации элементов в донных отложениях древнечерноморского возраста переходной зоны от северо-западного шельфа к глубоководной впадине Чорного моря” (2005), “Генераційний аналіз акцесорного циркону магматичних порід і його філогенія” (2012), “Становлення техно-геологічних систем в управлінні геодинамічними процесами” (2013), “Перспективи видобутку вуглеводнів у південно-західній частині Одеського регіону Північного Причорномор’я України” (2014), “Формування середовища життєдіяльності біоти на шельфі Чорного моря під впливом геодинамічних факторів” (2016), “Окреслення перспектив використання газогідратів у Чорному морі як критерій пошуку природного газу” (2016), “Формування ефективного управління техно-геологічних систем у надрокористуванні: реальність і перспективи” (2017), “Забезпечення раціонального використання ресурсів моря шляхом впровадження керованої техно-геологічної системи шельфу” (2017), “The role of the Black sea shelf techno-geological system in the integrated management of rational resource use” (2017), “Моніторинг і прогнозування еколого-геологічної ситуації в басейні моря” (2002), “Значимість мінералогічного та літолого-петрографічного рангу в ранжуванні геологічної інформації” (2020) та ін.

Олександр Валентинович брав активну участь у громадській діяльності. Він очолював Одеський осередок Українського мінералогічного товариства, був членом редколегії “Записок Українського мінералогічного товариства” та “Мінералогічного збірника”, членом Спільки геологів України та міжнародної організації International Network of Engineers and Scientists (INES).

Як учасник багатьох вітчизняних і міжнародних наукових форумів, щедро ділився своїми науковими надбаннями й ідеями, сприяв молодим ученим і аспірантам у виборі напрямку досліджень, інтерпретації й опублікуванні їхніх результатів, уміло передавав їм свій педагогічний і методичний досвід. Багато працівників вдячні професору Олександру Чепіжку за отриману з його рук путівку в наукове життя: офіційне опонування їхніх дисертацій, наукове керівництво та підтримку як експерта Вищої атестаційної комісії України.

Олександр Валентинович був на рідкість скромною людиною. Наприклад, мало хто знав, що в молодості він брав участь у військових конфліктах і був ветераном бойових дій. Проте головні його моральні якості – це виняткова порядність і така сама обов’язковість та надійність.

За наполегливу працю, спрямовану на розвиток геологічної науки в Україні, Олександра Чепіжка 2004 р. нагороджено Срібним нагрудним знаком Всеукраїнської громадської організації “Спілька геологів України”.

Відомий учений, талановитий педагог, сповнена життєвого оптимізму, доброзичливості й чуйності людина, непересічна особистість – таким Олександр Валентинович Чепіжка назавжди залишиться в пам’яті друзів і колег, усіх, хто знав його, спілкувався і працював з ним, поважав і любив.

Гірко сумуємо з приводу трагічної події й висловлюємо щирі співчуття родині Чепіжків, друзям та колегам Олександра Валентиновича.

*Володимир Кадурін, Орест Матковський, Ігор Наушко,
Микола Павлунь, Леонід Скакун, Євгенія Сливко, Валентина Янко*

ІГОР ТИМОФІЙОВИЧ БАКУМЕНКО



Сьомого грудня 2020 р. на 85-му році життя відійшов у вічність відомий науковець і педагог, кандидат геолого-мінералогічних наук, доцент Ігор Тимофійович Бакуменко.

Народився Ігор Бакуменко 19 листопада 1936 р. у м. Урумчі (тепер – Діхуа, провінція Сінцзян, Західний Китай), де в радянському консульстві старшим військовим радником працював його батько. У післявоєнні роки навчався в початкових класах сільської Кисилівської школи на Чернігівщині та школах м. Потсдам у Німеччині. У 1949 р. разом з батьками переїхав до Львова, де 1954 р. закінчив середню школу № 6 і поступив на геологічний факультет Львівського державного університету імені Івана Франка. Під час навчання Ігор разом з іншими студентами додатково прослухав цикл провідних геохімічних курсів, які з ініціативи проф. В. Соболева читали для спеціально організованої на конкурсних засадах групи. У 1953 р. він завершив навчання за спеціальністю *геологічна зйомка і розвідка родовищ корисних копалин* і отримав кваліфікацію інженера-геолога.

У життєвому і творчому шляху І. Бакуменка можна виділити два періоди: новосибірський (1959–1993) і львівський.

Після закінчення Львівського університету молодого фахівця запросили на роботу в Інститут геології і геофізики Сибірського відділення (СВ) АН СРСР його колишні педагоги – проф. В. Соболев і доц. Ю. Долгов. В Інституті Ігор Тимофійович працював до 1993 р. на посадах старшого лаборанта, молодшого і старшого наукового співробітника, а з 1977 р. – завідувача мінералогічної лабораторії. У 1965 р. успішно захистив кандидатську дисертацію, а 1989 р. став провідним науковим співробітником та керівником лабораторії термобарогеохімії Інституту мінералогії і петрографії, що увійшов до складу об'єднаного Інституту геології, геофізики і мінералогії СВ РАН. Водночас І. Бакуменко працював за сумісництвом на посадах доцента і професора (1969–1993) кафедри мінералогії, петрографії і геохімії геолого-геофізичного факультету Новосибірського державного університету, де читав кристалографію, мінералогію, спецкурси “Ріст кристалів”, “Вступ до мінералогії і петрографії”, керував геологічними практиками, курсовими й дипломними роботами. У 1973 р. йому присвоєно вчене звання доцента.

У 1993 р. Ігор Тимофійович повернувся до Львова й до виходу на заслужений відпочинок (2013) працював у Львівському національному університеті імені Івана Франка на посадах провідного наукового співробітника науково-дослідної частини, доцента кафедри геології корисних копалин, а з 2000 р. – кафедри мінералогії. Читав такі дисципліни, як “Термобарогеохімія”, “Геохімічні методи розшуків”, “Кристалографія і кристалохімія”, “Онтогенія мінералів”, “Гемологія”, керував магістерськими, дипломними й курсовими роботами, консультував аспірантів і студентів з різних методів дослідження мінеральної речовини. Водночас він не поривав зв'язок з Новосибірським державним університетом і майже щорічно виїжджав туди для читання лекцій і проведення лабораторних занять з мінералогії й кристалографії.

Наукові здобутки І. Бакуменка надзвичайно важливі й багатогранні. Вони стосуються, передусім, проблем мінералогічної кристалографії й ендегенного мінералоутворення. Результати висвітлені в понад 150 публікаціях, серед яких чотири монографії, словник-довідник і навчальний посібник з геометричної кристалографії.

Під час роботи в Новосибірську молодий науковець почав досліджувати включення, особливо розплавні, у мінералах та кварц-польовошпатових графічних і скелетно-графічних зрощеннях у пегматитах. Новий підхід до вивчення морфології утворень скелетної графічної структури заперечив думку про роль якихось “проникних зон” у польовому шпаті в ході формування скелетного кварцу, а розробка теорії динамічних вершинних, реберних і гранних форм росту дала змогу передбачити можливі форми скелетного росту будь-яких кристалів. Ці дослідження стали основою кандидатської дисертації І. Бакуменка “Закономерные кварц-полевошпатовые сростания в пегматитах и их генезис” й опублікованої під такою ж назвою монографії (1966).

У 1963 р. на Першій всесоюзній нараді з термобарогеохімії молодий учений продемонстрував піонерні дослідження з гомогенізації дрібних склуватих включень методом загартовування, а 1967 р. експериментально довів правомірність використання методу гомогенізації розплавних включень для геологічних інтерпретацій завдяки дослідженню включень у штучно вирощених кристалах. Подальші дослідження включень у мінералах магматичних порід, пегматоїдів і гранітних пегматитів підсумовано в трьох колективних монографіях: “Минералогия и геохимия метаморфогенных и сегрегационных пегматоидов” (1975); “Магматогенная кристаллизация по данным изучения включений расплавов” (1975); “Магматогенный этап формирования гранитных пегматитов” (1984). У цих працях викладено важливі нові наукові результати. Зокрема, вивчення базальтоїдів андезитової формації та кислих продуктів їхньої диференціації дало змогу зробити висновок, що фенокристали цих порід починають кристалізуватися за високої температури (інколи вище 1 300–1 350 °С) у разі інтрателуричних, а не поверхневих умов, як уважали деякі вулканологи. У складних комплексах ультраосновного лужного складу за температурою гомогенізації розплавних включень визначено таку послідовність мінералоутворення: форстерит (від 1 450 до 1 360–1340 °С) – піроксен (від 1 200 до 1 150–1 040) – апатит (1 220–1 120) – нефелін (від 1 200–1 170 до 1 100–830) – карбонати (750–690 °С). Найнижчі значення температури зафіксовано в мінералах гранітоїдів: 990 (зрідка 1 000)–950 °С – в інтрузивних гранітах, від 900–870 до 780–760 °С – в анатектичних гранітах.

За даними термобарогеохімічних досліджень розплавних включень у кварці виявлено дещо відмінні термодинамічні характеристики під час формування різних гранітних пегматитів. Пегматити анатектичного (метаморфогенного) походження кристалізуються за найвищої температури – 850–820 °С – за умов гранулітової фації і 830–700, інколи до 640 °С – за умов амфіболітової фації. Заніркові (камерні) гранітні пегматити, пов’язані з диференціацією гранітних магм, формуються за дещо нижчої температури: мінімальні значення $T_{\text{гом}}$ розплавних включень у кварці становлять 620–640 °С, а максимальні зрідка досягають 750–760 °С.

У Львівському університеті Ігор Тимофійович брав активну участь у виконанні науково-дослідних робіт, які стосувалися термобарогеохімії благороднометалевого зруденіння в різних породних комплексах Українського щита й Українських Карпат. На підставі термобарогеохімічних досліджень, виконаних І. Бакуменком, визначено флюїдний режим процесів петро- й рудогенезу і термобарогеохімічні критерії золоторудних зон Майського родовища на щиті, яке зачислено до вперше у світі виділеної рудної форма-

ції біотит-кварц-олігоклазових метасоматитів. Результати цих досліджень висвітлені у спеціальній публікації 2001 р. у співавторстві з О. Бобровим, М. Павлуном та А. Сівроновим.

Ігорю Бакуменку належить перше вивчення первинних розплавних включень у плагіоклазі з афанітових базальтів ратинської світи міденосної трапової формації нижнього венду (Бакуменко, Федоришин, 2005), а також нові оригінальні дані щодо термометрії розплавних включень у кварці алунітизованих туфів Березівського рудного району (Бакуменко, Словотенко, Медвідь, 2011). У цих туфах визначено достатньо низьку температуру солідусу (близько 640 °С) і температуру гомогенізації герметичних розплавних включень (825–860 °С), що зумовлено втратою високотемпературними включеннями герметичності, а отже, флюїдної складової.

Разом з колегами Ігор Тимофійович брав участь у підготовці “Словника-довідника ювелірного і коштовного каміння”, який опубліковано 2006 р. (співавт. Р. Вовченко, О. Матковський, Л. Бохорська, О. Полубічко). Протягом останніх років роботи на кафедрі мінералогії та після виходу на пенсію він активно працював з Н. Словотенко над навчальним посібником “Геометрична кристалографія” у трьох частинах (2015. Ч. 1; 2016. Ч. 2, 3).

Досить активною була науково-організаторська діяльність Ігоря Тимофійовича. Йому належить заснування й організація діяльності авторитетної школи дослідників розплавних включень у мінералах, яка є складовою всесвітньовідомої новосибірської школи термобарогеохімії, очолюваної Ю. Долгим та В. Соболевим. Він брав участь у численних міжнародних і всесоюзних наукових форумах, в організації заходів з відзначення 90- і 100-річчя акад. В. Соболева і 100-річчя проф. Ю. Долгова. Неперевершеними є його унікальні колекційні зібрання природних кристалів мінералів, які він використовував у навчальному процесі й у пропаганді знань про мінеральні багатства земних надр.

Колектив геологічного факультету Львівського національного університету імені Івана Франка та редакційна колегія “Мінералогічного збірника” висловлюють глибоке співчуття рідним, колегам і друзям Ігоря Тимофійовича Бакуменка. Світла пам’ять про нього як теплу й сердечну людину, ученого, педагога, колегу назавжди збережеться в серцях усіх, хто його знав.

ЗМІСТ

<i>Орест Матковський, Микола Павлунь, Євгенія Сливко</i> НАЙЯСКРАВІШІ СТОРІНКИ 75-РІЧНОЇ ІСТОРІЇ ГЕОЛОГІЧНОГО ФАКУЛЬТЕТУ ЛЬВІВСЬКОГО НАЦІОНАЛЬНОГО УНІВЕРСИТЕТУ ІМЕНІ ІВАНА ФРАНКА	5
<i>Nataliia Bilyk, Iryna Poberezhska, Yevheniia Slyvko</i> PECULIARITIES OF X-RAY LUMINESCENCE OF APATITE FROM CARBONATITES AND POSSIBILITIES OF THEIR USE FOR SEARCH PURPOSES	24
<i>Николай Зинчук</i> МИНЕРАЛОГИЧЕСКИЕ И ФОРМАЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРХНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ АЛМАЗОНОСНЫХ ТОЛЩ ...	32
<i>Мирон Ковальчук, Віталій Сукач, Олексій Вишневський</i> ТИПОМОРФНІ ОСОБЛИВОСТІ САМОРОДНОГО ЗОЛОТА У ВЕРТИКАЛЬНОМУ РОЗРІЗІ ГІДРОХЛОРИТ-КАОЛІНІТОВОЇ КОРИ ЗВІТРЮВАННЯ РОДОВИЩА БАЛКА ЗОЛОТА	48
<i>Олександр Костюк</i> ТЕРМОЕЛЕКТРИЧНІ ВЛАСТИВОСТІ ДІАГЕНЕТИЧНОГО ПІРИТУ У ВІДКЛАДАХ ПАЛЕОЦЕНУ (СКИБОВА ЗОНА УКРАЇНСЬКИХ КАРПАТ) .	54
<i>Nadiia Slovotenko, Leonid Skakun, Roman Serkiz</i> HYDROTHERMAL REGIME OF QUARTZ VEINS FORMATION AT THE EPITHERMAL DEPOSITS	60
<i>Орест Матковський</i> МІНЕРАЛОГІЧНІ ПАМ'ЯТКИ ПРИРОДИ УКРАЇНИ	64

ІСТОРІЯ НАУКИ

<i>Петро Білоніжка</i> МАЛОВІДОМІ СТОРІНКИ З ЖИТТЯ І ДІЯЛЬНОСТІ ЄВГЕНА ЛАЗАРЕНКА .	82
<i>Орест Матковський, Микола Павлунь, Ігор Наумко</i> АНДРІЙ ВАСИЛЬОВИЧ ПІЗНЮР – ОДИН ІЗ ЗАЧИНATEЛІВ ТЕРМОБАРОГЕОХІМІЧНОЇ ШКОЛИ ПРОФЕСОРА МИКОЛИ ЄРМАКОВА (до 90-річчя від народження)	93

ХРОНІКА

<i>Орест Матковський, Ігор Наумко, Микола Павлунь, Петро Білоніжка, Леонід Скакун, Євгенія Сливко</i> ПРОФЕСОР ВОЛОДИМИР ПАВЛИШИН – ЛІДЕР СУЧАСНОЇ УКРАЇНСЬКОЇ МІНЕРАЛОГІЇ (до 80-річчя від уродин)	97
---	----

116

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

АКАДЕМІК ОЛЕКСАНДР ПОНОМАРЕНКО (до 70-річчя від дня народження) 103

ВТРАТИ НАУКИ

СВІТЛОЇ ПАМ'ЯТІ ОЛЕКСАНДРА ВАЛЕНТИНОВИЧА ЧЕПІЖКА 108

ІГОР ТИМОФІЙОВИЧ БАКУМЕНКО 112