

СТЕПАНЮК

Леонід Михайлович – член-кореспондент НАН України, заступник директора Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України

ПАВЛИШИН

Володимир Іванович – доктор геолого-мінералогічних наук, професор, старший науковий співробітник Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України

СЬОМКА

Людмила Василівна – науковий співробітник Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України



Олександр Миколайович Пономаренко

ТАЛАНОВИТИЙ ВЧЕНИЙ, МУДРИЙ КЕРІВНИК І ОРГАНІЗАТОР

До 70-річчя академіка НАН України
О.М. Пономаренка

14 січня 2020 р. виповнюється 70 років видатному вченому геологу-геохіміку, відомому фахівцю в галузі ізотопної геохронології та геохімії ізотопів, заслуженому діячу науки і техніки України (2008), лауреату Державної премії України в галузі науки і техніки (2014), академіку-секретарю Відділення наук про Землю НАН України (з 2015), директору Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України (з 2008), доктору геологічних наук (2003), професору (2013), академіку НАН України (2015) Олександру Миколайовичу Пономаренку.

Олександр Миколайович Пономаренко народився 14 січня 1950 р. у с. Положаїв Переяслав-Хмельницького району Київської області в сім'ї колгоспників. Після закінчення середньої школи вчився в Київському геологорозвідувальному технікумі, потім рік працював техніком-геофізиком у Сосновській геологорозвідувальній експедиції м. Іркутськ (РФ). З 1971 по 1973 р. служив у лавах Радянської армії. Після демобілізації нетривалий час працював старшим техніком-геофізиком в Інституті геохімії і фізики мінералів АН УРСР і, вирішивши продовжити навчання, вступив на геологічний факультет Київського державного університету ім. Т.Г. Шевченка.

У 1979 р., отримавши диплом за спеціальністю «геологічна зйомка і пошуки родовищ корисних копалин», Олександр Миколайович повернувся до Інституту геохімії і фізики мінералів АН УРСР (нині – Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України) на посаду старшого інженера. Відтоді його наукова кар'єра нерозривно пов'язана з цим провідним науковим центром рудо-петрографічного і мінералого-геохімічного спрямування. Спочатку працював молодшим науковим співробітником, потім завідував лабораторією комплексної діагностики порід і мінералів для ізотопного аналізу у відділі геохімії ізотопів і радіогеохронології, в якому продовжував роботу на посаді провідного наукового співробітника. Від 2002 р. очолює відділ геохімії ізотопів і мас-

спектрометрії. У 2004 р. Олександр Миколайович став заступником директора з наукової роботи, а в 2008 р. — директором Інституту.

Закінчивши аспірантуру за спеціальністю «геохімія», О.М. Пономаренко в 1988 р. захистив кандидатську дисертацію «Геохронологія докембрійських утворень Росинсько-Тікицького району Українського щита». У цій роботі він показав, що архейські породи в районі розвинені обмежено і приурочені до західної частини мегаблоку, а саме, до стику трьох мегаблоків: Волинського, Росинсько-Тікицького і Дністровсько-Бузького в межах Брусилівської міжблокової шовної зони. Породи тут мають неоархейський вік і представлені переважно порфіробластовими двопольовошпатовими мігматитами, характерною ознакою яких є збагачення (до 30%) калієвим польовим шпатом. О.М. Пономаренко дійшов висновку, що саме розломні зони відповідають за вихід на поверхню порід нижчих горизонтів архейського віку, які, можливо, представляють нижній структурний ярус цього мегаблоку.

У подальшому для геохронологічного вивчення О.М. Пономаренко розширив коло об'єктів дослідження, додавши метаморфічні породи і гранітоїди решти блоків Українського щита, і у 2003 р. успішно захистив докторську дисертацію на тему «Уран-свинцева геохронологія раннього докембрію Українського щита». Головна ідея дисертації полягала в розробленні геохронологічної шкали основних етапів геологічного розвитку Українського щита в ранньому докембрії на основі аналізу U-Pb-ізотопних датувань і комплексного геохімічного і мінералогічного вивчення циркону як мінералу-геохронометра.

Український щит займає лише третину території України, але тут зосереджено близько 90% усіх рудних корисних копалин, а тому він є головною рудною сировинною базою України. Уточнення особливостей його будови, безсумнівно, є актуальним з практичної точки зору завданням. Крім того, оскільки для безпосереднього вивчення на Українському щиті доступний практично повний розріз ранньодокембрійських утворень земної кори, починаю-



Олександр Пономаренко — випускник Київського геологорозвідувального технікуму. 1971 р.

чи з давніх палеоархейських утворень і закінчуючи палеопротерозойськими, геохронологічні дослідження на основі U-Pb-ізотопного датування акцесорного циркону з реконструкцією ранніх етапів історії геологічного розвитку Українського щита з наукової точки зору мають планетарне значення.

У працях О.М. Пономаренка на основі комплексного вивчення циркону фізичними, ізотопно-геохімічними та мінералогічними методами дослідження було розроблено детальну геохронологічну шкалу архею Українського щита; запропоновано морфогенетичну та ізотопно-геохімічну класифікацію цирконів; встановлено природу поліфазного формування циркону в геологічних комплексах зі складною поліциклічною історією розвитку і доведено можливість виявлення відповідності окремих фаз циркону конкретним геологічним подіям. Олександр Миколайович обґрунтував перспективність використання циркону як чутливого індикатора конкретних геологічних процесів, що відбувалися в поліциклічних породних комплексах; запропонував об'єктивні критерії інтерпретації U-Pb-геохронометричних даних щодо цього мінералу.

Працюючи під керівництвом академіка М.П. Щербака і займаючись геохронологією докембрію, О.М. Пономаренко керувався дво-

ма головними завданнями, які ставив основоположник радіогеології В.І. Вернадський, — встановлення віку «німих товщ» та визначення тривалості перебігу геологічних процесів. При цьому, за словами В.І. Вернадського, особливе значення має точне визначення віку найдавніших ділянок земної кори.

Виділивши генетичні типи цирконів, Олександр Миколайович встановив, що лише синпетрогенний циркон відповідає віку порід, тоді як інші генетичні типи цирконів відображують процеси чи вказують на вік реліктових утворень. На основі морфолого-анатомічного аналізу цирконів із гранітоїдів і гнейсів Росинсько-Тікицького мегаблоку він показав, що вони можуть належати до генетично однотипних або різнотипних порід. Мікрокристаломорфологічні дослідження засвідчили, що ізотопний вік циркону без селективного відокремлення вторинних домішок мікроелементів може бути некоректним. Генерації мінералів — це різні зародження (покоління) одного й того самого мінералу, розділені перервами кристалізації, а отже, формування мінеральних родовищ є тривалим багатостадійним процесом. Один і той самий мінерал на різних стадіях мінералоутворення виділяється неодноразово, утворюючи кілька генерацій, які віддзеркалюють зміну хімічного складу середовища, його температуру, тиск тощо. Нові порції речовини кристалізуються насамперед на затравках свого ж мінералу.

За результатами комплексних геологічних досліджень та вивчення мінералів-геохронометрів фізичними, ізотопно-геохімічними і мінералого-петрологічними методами О.М. Пономаренко разом з колегами удосконалили геохронологічну шкалу архею Українського щита, що дало можливість провести міжрегіональну кореляцію головних стратиграфічних підрозділів окремих геоблоків, а також кореляцію оновленої хроностратиграфічної схеми Українського щита з Міжнародною шкалою геологічного часу.

Розроблене О.М. Пономаренком реперне ізотопне датування використовується нині в Кореляційній стратиграфічній схемі Україн-

ського щита Національного стратиграфічного комітету України і в роботах з державного геологічного картування (ГДП–200) на основних геоблоках. Запропоновані ним методики застосовують зараз під час проведення робіт з ізотопного визначення віку та генезису геологічних формацій докембрію і фанерозою.

У 2006 р. О.М. Пономаренка було обрано членом-кореспондентом НАН України а у 2015 р. — академіком НАН України, в тому самому році він став академіком-секретарем Відділення наук про Землю НАН України.

У науковому доробку Олександра Миколайовича близько 300 наукових праць, у тому числі 7 монографій, кілька патентів і винаходів.

Геологічна історія докембрію — найскладніша проблема в геологічній науці. Для її висвітлення академік М.П. Щербак сформував колектив висококваліфікованих фахівців (серед них О.М. Пономаренко), який напрацював унікальний матеріал з датування докембрійських утворень Українського щита уран-свинцевим і рубідій-стронцієвим методами [1]. Ці дослідження дали змогу виділити на Українському щиті утворення, древніші за 3,6 млрд років, виявити новий тип геологічних структур докембрію, які мають неперервний розвиток від архею до верхньої межі раннього протерозою. Нові дані уточнюють послідовність геологічних подій у докембрії Українського щита, яку раніше було встановлено менш точними методами хімічного та ізотопного аналізу кристалічної речовини. На основі отриманої інформації точніше інтерпретовано ізотопне датування, виконане калій-аргоновим методом.

Запропонована геохронологічна шкала принципово відрізнялася від наявних на той час. Було встановлено три етапи кратонізації, які розділяють великі стратиграфічні і геохронологічні одиниці: 3400–3150; 2830–2600; 1970–1770 млн років. Межі коливань ізотопних дат стратиграфічних рубежів вказують на зміщення меж у часі початкових і кінцевих стадій кратонізації на окремих мегаблоках Українського щита.

В одній зі своїх принципово важливих статей (1995) [2] О.М. Пономаренко розглянув

аспекти мінералогічних характеристик цирконів з кристалічних порід Українського щита і зробив спробу їх генетичної інтерпретації. Популярність використання цирконового геохронометра спричинена його поширенням у породах різного генезису і складу. Стійкість цирконів до механічного і хімічного впливу сприяє їх збереженню і часовому поширенню від ранньоархейських до сучасних геологічних утворень. Широкий спектр морфологічних форм цирконів відображує їх високу чутливість до зміни фізико-хімічних і термодинамічних параметрів середовища мінералоутворення. Зміни умов кристалізації віддзеркалюються й на забарвленні, типі зональності, наявності включень, досконалості структури та інших характеристиках цирконів.

Учений показав, що найбільшу здатність зберігати замкненість U-Pb-системи при накладених процесах мають циркони магматичних порід, насамперед основних і ультраосновних. Циркони кислих порід при накладеному процесі і в гіпергенних умовах, як правило, втрачають радіогенний свинець, що пояснюється великим радіаційним порушенням їхньої структури порівняно зі збідненими ураном цирконами основних порід. Однак є і винятки. О.М. Пономаренко виділив три генетичних типи акцесорних цирконів: реліктові, синпетрогенні і накладені, час утворення яких відображує конкретний час прояву аналізованої події.

До реліктових належать мінерали, що утворилися до формування головних асоціацій породотвірних мінералів породи і залишилися стійкими і незмінними як мінеральний вид в умовах останнього накладеного процесу (метаморфізм, метасоматоз та ін.). За морфологічними особливостями і внутрішньою будовою серед реліктових цирконів виділяють детритові (кластогенні) і магматичні. Сингенетичні акцесорні циркони кристалізуються в головному петрогенетичному процесі. Вони можуть утворюватися раніше, одночасно або пізніше сингенетичних з ними породоутворювальних мінералів породи. Накладені акцесорні циркони виникають під час перетворення породи під



У керносховищі Інституту геологічних наук. Варшава, Польща. 2010 р.

дією посткристалізаційних процесів. Інформаційним критерієм при визначенні генетичних типів акцесорних цирконів є цирконій-гафнієве співвідношення.

Кількісне та якісне збільшення ізотопних дат, насамперед реперних, логічно привело О.М. Пономаренка і колег до їхньої систематики, прив'язки до геологічних структур і отримання нового фундаментального узагальнення хроностратиграфічної схеми раннього докембрію Українського щита [4], яка стала основою для створення геологічних, прогнозних та інших карт. Запропоновані в ній зміни до чинної тоді хроностратиграфічної схеми з уточненням усіх вікових меж між стратиграфічними підрозділами відповідно до Міжнародної шкали докембрію сприяли напрацюванню обґрунтованіших прогнозів щодо перспективності архейських утворень на корисні копалини.

Подальшими дослідженнями констатовано [5], що умови формування палеопротерозою більш різноманітні порівняно з археем. Складність надійного датування геологічних подій зумовлена поліциклічним проявом процесів формування породних асоціацій докембрію Українського щита, через що ізотопні системи навіть таких стійких мінералів, як циркон, змінюються. Циркон архейських утворень зазнав як прогресивного, так і регресивного метаморфізму, що супроводжувалося його ізотопними і геохімічними змінами.

Фахівці з ізотопії часто фіксують вплив мікро- і макротріщинуватості, деформації мінералів, взаємодії інфільтруючих флюїдів на збереження в мінералах елементів, які утворюються внаслідок розпаду ізотопів і за якими розраховують ізотопний вік. Доведено, що калій-аргонова ізотопна система калійвмісних мінералів дуже чутлива до тектонічних процесів у гірських породах. Втрата радіогенного аргону через міграційну відкритість ізотопних систем, процеси термального, динамічного та метасоматичного впливу на окремі мінерали призводять до спотворення результатів визначення часу утворення цих мінералів та гірських порід у бік значного їх «омолодження». Подібні проблеми виникають і при датуванні кристалічних порід уран-свинцевим методом. Тектонічні процеси супроводжуються формуванням катаклазитів, інфільтрацією по системі тріщин флюїдів, підвищенням температури, метасоматичними процесами. І лише в окремих випадках у тектонітах можна приблизно встановити час формування й перетворення циркону. Це пояснює суперечливість ізотопних дат, отриманих різними методами на різних мінералах.

У результаті проведених під керівництвом О.М. Пономаренка досліджень у межах Волинського мегаблоку Українського щита встановлено взаємозв'язок результатів геохронометричного ізотопного датування з конкретними етапами тектоно-метаморфічних подій [6], що привели до діафторинного перетворення гранітоїдів докембрію, виконано комплексний аналіз результатів калій-аргонової та уран-

свинцевої радіогеохронології палеопротерозойських гранітоїдів Волинського мегаблоку, а також проведено ретроспективний моніторинг тектоно-метаморфічних подій. Було переконливо показано, що поєднання петрогенетичних мікротектонічних та ізотопних геохронометричних досліджень порід Українського щита є дієвим механізмом для простеження у часі та просторі метаморфічних і тектонічних подій, що відбувалися у докембрії. Отримані результати є основою для подальшого вирішення як геологічних завдань на окремих об'єктах, так і фундаментальних геологічних проблем геології докембрію Українського щита.

З роками коло наукових інтересів О.М. Пономаренка розширюється. Його фундаментальні напрацювання (наприклад, колективна монографія [7] (2012)) сприяли вирішенню завдань з практичного виявлення ендегенних ільменіт-апатитових родовищ у межах Українського щита, які до того ж у значній кількості містять рідкісні землі, ванадій, фтор. В Україні для підтримання родючості чорноземів потрібно постійно вносити в ґрунт комплексні фосфатно-азотно-калійні добрива, і якщо для виробництва калійних добрив необхідні ресурси є, то заводи з випуску фосфатних добрив працюють виключно на імпортованій сировині. Проте Україна має значні ресурси апатитових і фосфоритових руд, причому ресурси фосфоритів переважають ресурси апатиту, але технологія перероблення фосфоритів дещо складніша, ніж апатитів ендегенних родовищ. Запаси фосфору пов'язані з двома генетичними типами родовищ: магматичними і седиментаційними. Близько 87 % світового видобутку фосфатів припадає саме на седиментаційні родовища.

В Україні наявні розвідані як комплексні апатит-ільменітові, так і, власне, апатитові, титаномагнетит-ільменітові або майже чисто ільменітові корінні родовища та рудопрояви. Вони пов'язані переважно з магматичними породами (габроїди, ультрамафіти, карбонати). Для детально розвіданих родовищ (Стремигородського та Федорівського) розроблено технологію вилучення апатиту, ільменіту та

Представники Відділення наук про Землю НАН України на виставці (зліва направо: О.В. Кендзера, В.І. Осадчий, В.О. Ємельянов, В.І. Лялько, О.М. Пономаренко). 2011 р.



титаномагнетиту, проте деякі труднощі економічного та технологічного характеру стримують їх експлуатацію.

О.М. Пономаренко зі співавторами дійшли висновку [7], що кристалічні породи Українського щита різної формаційної належності можуть утворювати комплексні або мономінеральні родовища на фосфор, титан, рідкісні землі, ітрій, ванадій, скандій, фтор, тобто в Україні є достатня кількість розвіданих родовищ ільменіту і апатиту різних генетичних типів, необхідних для металургійної (виробництво титану) і хімічної промисловості (виробництво мінеральних добрив, титанових білил, кераміки тощо).

Великий інтерес проявив Олександр Миколайович і до вивчення родовищ заліза. Це пов'язано з поширеністю цього елемента в природі, його роллю у виробничих потребах людини та забезпеченні життєдіяльності живих організмів. Для розуміння природи магнетизму, виготовлення матеріалів для постійних магнітів, магнітодіелектриків та носіїв інформації особливо важливим є дослідження високодисперсних (нанорозмірних) магнітовпоряд-

кованих систем на основі заліза. З'ясування розбіжностей фізико-хімічних мікро- та макроскопічних властивостей твердого тіла і використання їх для практичних потреб сприяли становленню і розвитку різнопрофільних нанонаук – наномінералогії, нанофізики, нанотехнологій та ін.

О.М. Пономаренко спільно з науковцями Інституту особливу увагу звернули [8] на дослідження структури і складу залізних руд, переважно залізистих кварцитів Українського щита, що пов'язано з їх використанням у металургії. Необхідність удосконалення технологій перероблення та збагачення природних залізистих кварцитів потребує поглиблення знань про їхні фізико-хімічні властивості із застосуванням, зокрема, месбауерівської спектроскопії.

Останнім часом Олександр Миколайович зацікавився таким актуальним напрямом, як створення магнітних наноматеріалів. Так, наночастинки магнітовпорядкованих оксидів заліза мають багато медико-біологічних застосувань – гіпертермія, спрямована доставка ліків, магнітна сепарація ДНК/РНК, білків та

ін. Серед об'єктів наномінералогії на особливу увагу заслуговують фізіогенні залізовмісні біомінерали, що утворюються в результаті життєдіяльності біологічних об'єктів. Наприклад, біомагнетит, який формується в організмі людини і тварин та локалізується в тканинах мозку, має низку унікальних властивостей. Він відіграє важливу роль у роботі мозку як елемент системи оброблення і зберігання інформації, як навігатор для орієнтування у просторі птахів, риб, бджіл, бактерій. На біомагнетиті з тканин мозку зафіксовано наявність за кімнатної температури макроскопічних квантових осциляцій, що відкриває нові можливості щодо створення технічних пристроїв для оброблення і зберігання інформації з використання принципів роботи мозку, а також для вивчення механізмів функціонування цієї біологічної тканини та її захорювань.

Крім того, штучні наночастинки магнітвпорядкованих оксидів заліза використовують як магнітні носії даних, магнітні чорнила для принтерів тощо. Для цих застосувань важливо, щоб наночастинки мали чітко визначені параметри, які можна контролювати за допомогою месбауерівської спектроскопії.

Багато уваги приділяє О.М. Пономаренко використанню інформації про поведінку та властивості біогенних і штучних нанорозмірних оксидів та гідроксидів заліза для розроблення нових способів перетворення слабомагнітних мінералів (гетит, гематит) на сильномагнітні (магнетит, маггеміт). Інтерес до цього напряму зумовлений тим, що такі перетворення відкривають широкі перспективи для розроблення нових технологій збагачення залізорудної сировини. Добре відомо, що через виснаження запасів високоякісних та легкозбагачуваних залізних руд наявні технології виробництва залізорудних концентратів часто стають неефективними, особливо під час роботи з окисненими залізними рудами, а також з рудами, в яких залізовмісні мінерали перебувають у високодисперсному стані. Зараз немає ефективних технологій збагачення бідних окиснених залізних руд, поклади яких розміщені поблизу денної поверхні, а тому

величезна кількість невикористаних гірських порід накопичується у відвалах та хвостосховищах і створює багато екологічних проблем. Для їх вирішення слід розробити нові енергетичні та матеріалоощадні технології виробництва залізорудних концентратів з некондиційних залізних руд та відходів гірничозбагачувальних фабрик.

Розроблені О.М. Пономаренком спільно з колегами нові способи перетворення структури і магнітних характеристик залізовмісних мінералів під впливом зовнішніх факторів дозволяють на основі нових ідей та принципів вирішувати зазначені вище завдання. Причому із зовнішніх факторів найбільшу роль відіграють електромагнітні хвилі дециметрового діапазону, окисно-відновлювальні умови і температура.

У лабораторних умовах було продемонстровано, що нагрівання мікрохвилями (до $-95\text{ }^{\circ}\text{C}$) слабомагнітних мінералів (гетит, гематит) у водному середовищі за присутності відновника приводить до перетворення цих мінералів на сильномагнітний магнетит. Такого типу перетворення можна реалізувати і в безводному середовищі за температури $\sim 600\text{ }^{\circ}\text{C}$. Завдяки зміні структури намагніченість оброблених зразків істотно збільшується. Розроблені методи омагнічування економічні, не потребують великих витрат енергії і дорогих допоміжних матеріалів. Ці методи можна використовувати й для вирішення інших технологічних, мінералогічних та екологічних завдань. Зокрема, для створення високоякісних бокситових концентратів, пігментів, а також для очищення водного середовища від різного роду забруднень.

Олександр Миколайович паралельно з науковою та педагогічною діяльністю, а він викладає у ННІ «Інститут геології» Київського національного університету імені Тараса Шевченка, багато часу приділяє науково-організаційній роботі, бере активну участь у міжнародних проектах, наукових нарадах, симпозіумах, конференціях тощо. Разом з академіком НАН України П.Ф. Гожиком він є співголовою Національного стратиграфічного комітету України,

заступником голови Комісії з хроностратиграфії, класифікації, термінології та номенклатури фанерозою, членом Архейської комісії, очолює спеціалізовану вчену раду із захисту дисертацій при Інституті геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М.П. Семененка НАН України, є головним редактором «Мінералогічного журналу» та членом редколегій кількох інших наукових видань. З 2015 р. активно працює на посаді академіка-секретаря Відділення наук про Землю НАН України.

До 150-річчя від дня народження В.І. Вернадського було підготовлено фундаментальне видання «Вибрані наукові праці академіка В.І. Вернадського». О.М. Пономаренко входив до складу редакційної ради під головуванням президента НАН України академіка Б.Є. Патона і йому було доручено підготувати п'ятий

том «Мінералогічна спадщина В.І. Вернадського». Разом зі співробітниками Інституту цю роботу було успішно виконано.

Досягнення О.М. Пономаренка, які сприяють вирішенню актуальних наукових і практичних проблем та пріоритетному розвитку вітчизняної науки, високо оцінено державою — він має багато нагород та відзнак.

Олександр Миколайович не лише відомий учений і організатор науки, а й насамперед мудра, терпляча і дипломатична людина, вихователь молодих дослідників, яких він вміє зацікавити наукою. За працьовитість і розсудливість, небайдужість і вболівання за долю Інституту та його співробітників О.М. Пономаренка щиро люблять і поважають учні та колеги, які й бажають ювіляру міцного здоров'я і подальших творчих успіхів на благо нашої держави!

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Бартницький Е.Н., Пономаренко А.Н. и др. *Геохронологическая шкала докембрия Украинского щита*. К.: Наук. думка, 1989.
2. Пономаренко А.Н. Генетические типы цирконов магматических и метаморфических пород Украинского щита. *Геохимия и рудообразование*: сбор. науч. тр. 1995 № 21. С. 24–34.
3. Павлишин В.І., Пономаренко О.М., Возняк Д.К. *Методи генетичної мінералогії*. К.: Наук. думка, 2002.
4. Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М., Пономаренко А.Н. *Геохронология раннего докембрия Украинского щита (Архей)*. К.: Наук. думка, 2005.
5. Щербак Н.П., Артеменко Г.В., Лесная И.М., Пономаренко А.Н., Шумлянський Л.В. *Геохронология раннего докембрия Украинского щита (Протерозой)*. К.: Наук. думка, 2008.
6. Пономаренко О.М., Павлова О.О., Павлов Г.Г. *Структурогенез та геохронологія палеопротерозойських гранітоїдів Волинського мегаблоку Українського щита*. К.: Наук. думка, 2014.
7. Пономаренко О.М., Кривдік С.Г., Дубина О.В. *Ендогенні апатит-ільменітові родовища Українського щита (геохімія, петрологія та мінералогія)*. Донецьк: Ноулідж, 2012.
8. Іваніцький В.П., Брик О.Б., Дудченко Н.О. *Властивості природних, синтетичних та біогенних оксидів і гідроксидів заліза за даними месбауєрівської спектроскопії*. К.: Наук. думка, 2013.