

Коротка історія відділу космоекології та космічної мінералогії (до 50-річчя Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка НАН України)

В. П. Семененко, 2019

Інститут геохімії, мінералогії та рудоутворення ім. М. П. Семененка
НАН України, Київ, Україна
Надійшла 24 січня 2019 р.

Рассмотрена история зарождения и развития в Украине минералогических исследований космических образцов, главным образом, метеоритов, а также основные этапы становления отдела космоекологии и космической минералогии в Институте геохимии, минералогии и рудообразования им. Н. П. Семененко и Институте геохимии окружающей среды НАН Украины. Показано, что основы минералогических и химических исследований метеоритов, а также их сбора и коллекционирования в Украине еще в 1930-х годах заложил академик В. И. Вернадский. С 1969 г. минералогические исследования метеоритов проводились во Львовском университете, а космохимические — в Институте геохимии и физики минералов АН Украины. Организаторами и идеологами этих исследований были академики Н. П. Семененко, Е. К. Лазаренко, Э. В. Собонович, доцент А. А. Ясинская. В 1987 г. Э. В. Собонович реализовал идею Е. К. Лазаренко и создал в отделе ядерной геохимии и космохимии лабораторию космической минералогии, которая со временем была трансформирована в отдел космоекологии и космической минералогии. Приведены данные о главных этапах развития отдела, его основных научных направлениях, важнейших результатах изучения космического вещества. Отмечена важность поддержки отдела известными научными центрами Запада, а также проведения совместных с ними научно-исследовательских проектов, реализованных на современной инструментальной базе. Отдельно акцентировано внимание на экспедиционных работах отдела по сбору метеоритов, перспективах их изучения, обозначены современные проблемы, связанные с ограниченными возможностями коллекционирования космических образцов прецизионным уровнем исследования и влиянием политико-социальных катастроф на развитие фундаментальной науки.

Ключевые слова: история отдела, основоположники, космическая минералогия, метеорит, минералогические исследования, новые разновидности космического вещества, новые минералы, метеоритные экспедиции.

З плином часу ювілейні дати традиційно надихають на підведення підсумків пройденого шляху. Ось і нині, з нагоди 50-річчя організації Інституту геохімії, мінералогії та рудоутворення (ІГМР) ім. М. П. Семененка НАН України слід відзначити головні віхи у розвитку космічної мінералогії, космохімії та метеоритики як у межах ІГМР НАН України, так і в Інституті геохімії навколишнього середовища (ІГНС) НАН України, де ці дослідження проводили. Оскільки 10-річчя створення ІГНС НАН України ознаменувалося ви-

пуском збірника наукових статей, у якому детально розглянуто головні досягнення у сфері космохімії та космічної мінералогії [Семененко, 2011], важливі їх положення використано з урахуванням нових наукових досягнень відділу космоекології та космічної мінералогії за останні роки.

Видатний український мінералог академік Євген Костянтинівич Лазаренко ще у 1960-х роках мріяв створити лабораторію космічної мінералогії. В 1971 р., працюючи на посаді директора Інституту геологічних наук АН УРСР, він запросив до себе

в аспірантуру єдину в СРСР випускницю вищого навчального закладу В. П. Семененко, курсові й дипломна робота якої під керівництвом талановитого викладача, доцента геологічного факультету Львівського університету ім. І. Франка Ангеліни Андріївни Ясінської були присвячені дослідженню метеоритів. Успішний захист кандидатської дисертації по темі «Мінералогія кам'яних метеоритів України» був би запорукою професійної здатності очолити в майбутньому лабораторію космічної мінералогії.

На жаль, через недовгий час Є.К. (як ми, семеро аспірантів, його називали) втратив посаду директора Інституту, а відповідно, і повноваження, як ідеологічні, фінансові, так і організаційні. Влітку 1972 р. на прохання Є. К. Лазаренка його відділ регіональної та генетичної мінералогії у повному складі був переведений в Інститут геохімії і фізики мінералів (ІГФМ) АН України, який очолював академік М. П. Семененко. Розуміючи неможливість створення космічної лабораторії в тих умовах, Є.К. посприяв переходу В. П. Семененко після закінчення аспірантури у відділ ядерної геохімії і космохімії професора Емлена Володимировича Соботовича з метою продовження роботи в галузі космічної мінералогії. Таким чином, постійна підтримка академіком Є. К. Лазаренком космічної мінералогії в період зверхнього ставлення до неї більшості геологів, як до інтелектуальної забави, є яскравим прикладом широти його наукового світогляду.

Згадавши минуле, зазначимо, що активні дослідження космічної речовини в Академії наук України продовжувалися внаслідок цілеспрямованої праці багатьох учених, які вирвалися за межі земного тяжіння і зуміли осмислити Землю лише як одну з планет астрофізичного об'єкта — Сонячної системи. Академік В. І. Вернадський першим виявив нерозривний зв'язок у системі Земля—космос і визначив дослідження космічних зразків як пріоритетний напрям у вивченні походження Сонячної системи і Землі. В 1937 р. співробітник Інституту геологічних наук АН

УРСР П. Й. Сушицький створив метеоритну колекцію, а в 1939 В. І. Вернадський організував Комітет по метеоритах АН УРСР. Саме з того часу в результаті організації збору метеоритів в Україні і популяризації знань про них серед населення розпочалося активне поповнення метеоритної колекції, а також системне вивчення будови, хімічного і мінерального складу метеоритів та їх фізичних властивостей. Цікаво зазначити, що невдовзі після закінчення Другої світової війни П. Й. Сушицький уперше в СРСР захистив кандидатську дисертацію по метеоритах «Кам'яні метеорити України», а в 1955 р. О. М. Алексєєва — «Фізические свойства каменных метеоритов и некоторых магматических горных пород».

З 1969 р. розвиток космічної мінералогії і метеоритики в Україні продовжували переважно в ІГФМ АН УРСР і на геологічному факультеті Львівського університету ім. І. Франка, де доцент А. А. Ясінська проводила мінералогічні дослідження метеоритів і читала єдиний в СРСР курс «космічної мінералогії». Значна заслуга в організації вивчення космічної речовини в Україні належить академіку М. П. Семененку, який в 1969 р. очолив Комітет по метеоритах АН УРСР. Важливим результатом космічних інтересів М. П. Семененка була розробка киснево-водневої моделі Землі [Семененко, 1990]. Якісні зміни в розвитку науки завжди пов'язані з яскравими дослідниками. У М. П. Семененка була добре розвинута інтуїція не тільки на нові наукові напрями, а й на неординарних дослідників, здатних їх реалізувати. Микола Пантелеймонович зміг розгледіти в молодому енергійному, незакомплексованому і цілеспрямованому докторі геолого-мінералогічних наук Е. В. Соботовичі з Радієвого інституту м. Ленінграда перспективного дослідника і запросив його на наукову роботу в Академію наук України.

Таким чином, з появою Е. В. Соботовича в ІГФМ АН УРСР у 1969 р. розпочалося вивчення космічної речовини на більш глибокому, а саме космохімічному рівні. Завдяки ізотопним дослідженням якісна характеристика еволюції космічних мі-

нералів і тіл була прив'язана до кількісної основи. Космохімічні дослідження у відділі ядерної геохімії та космохімії, очолювані Е. В. Соботовичем, були спрямовані на розробку фундаментальної проблеми первинного складу і походження Землі, вивчення речовинного зв'язку Землі з космосом.

У відділі ядерної геохімії і космохімії з 1974 р. космічні дослідження проводили у двох напрямках: космохімія і космічна мінералогія. Як наслідок, переплетіння цих досліджень були написані і опубліковані монографії «Изотопная космохимия» [Соботович, 1974], «Ранняя история Земли» [Рудник, Соботович, 1984], «Вещество метеоритов» [Соботович, Семененко, 1984], «Происхождение метеоритов» [Соботович, Семененко, 1985], «Метеориты Украины» [Семененко и др., 1987], низка збірників за матеріалами космохімічних і метеоритних симпозиумів, які раз у два роки організовували в Україні відділ ядерної геохімії і космохімії та Комітет по метеоритах АН УРСР, а також статті в союзних і республіканських журналах. Активне використання сучасних методів дослідження дало змогу отримати детальні відомості про гетерогенність мінерального, хімічного й ізотопного складу метеоритів, систематизувати літературні та оригінальні дані щодо космогенних процесів мінералоутворення, визначити їх роль і послідовність у різні періоди еволюції метеоритної речовини та умови існування мінералів у газопиловій протопланетній туманності.

Після захисту в ІГФМ 1987 р. В. П. Семененко докторської дисертації «Допланетная история минерального вещества (генетическая минералогия обыкновенных хондритов)» Е. В. Соботович реалізував мрію Є. К. Лазаренка і на основі групи метеоритних досліджень (В. П. Семененко, Б. В. Тертична, Ю. В. Бондар, А. Л. Гіріч, В. М. Сливінський) організував лабораторію космічної мінералогії. Не можу сказати, що посаду завідувача лабораторії сприйняла відразу з ентузіазмом, адже творча свобода закінчується там, де починається рутинна. В 1993 р., після обрання Емлена Володимировича дійсним членом

Національної академії наук України, лабораторії Відділення були трансформовані у відділи. Переді мною стояло завдання сформулювати назву відділу з космічних досліджень, яка б відповідала суті робіт, а також органічно вліталась у наукову тематику Відділення. Як наслідок, у листопаді 1993 р. лабораторію космічної мінералогії було трансформовано у відділ космоекології та космічної мінералогії, до основного високопрофесійного складу якого увійшли також співробітники групи ізотопних досліджень, очолювані кандидатом геолого-мінералогічних наук О. В. Цьонь, а з часом і групи хімічних і радіоспектральних досліджень під керівництвом Т. І. Коромисліченко та М. Г. Костюченка. Перші з них традиційно вивчали вік давніх земних порід, другі — рівень радіаційного забруднення навколишнього середовища.

Слід зауважити, що в назві відділу цілком свідомо було визначено і використано термін «космоекологія» як інтегральний для наук, що вивчають ближній космос з позицій практичної цінності для людства, і передусім це стосується цінності його мінеральних ресурсів. Не викликає сумнівів, що знання закономірностей формування позаземних запасів корисних копалин дає змогу не лише експлуатувати їх у майбутньому, а й сприятиме збереженню земної кори від руйнації і виснаження, а навколишнього середовища — від забруднення.

Наукові роботи співробітників відділу космоекології та космічної мінералогії (рис. 1), більшість з яких складає ядро Комітету по метеоритах НАН України, зосереджені на таких головних напрямках досліджень.

1. Комплексні структурно-мінералогічні (рис. 2), хімічні (рис. 3) та ізотопні дослідження космічних зразків переважно метеоритів з метою виявлення умов походження ранньої Сонячної системи та закономірностей формування її мінеральних ресурсів:

- пошук і дослідження нового різновиду космічної речовини;
- діагностика та вивчення примітивної речовини протопланетної туманності;



Рис. 1. Співробітники відділу зі зразком нового українського метеорита Грузьке. Зліва направо: Т. М. Горовенко, С. Н. Ширінбекова, канд. геол.-мінерал. наук О. В. Цьонь, канд. геол. наук А. Л. Гіріч, д-р геол.-мінерал. наук В. П. Семененко, Т. І. Коромисліченко.

– дослідження космогенних процесів мінералоутворення та фізико-хімічних умов формування протопланетних тіл системи.

2. Діагностика і класифікація зразків метеоритів, які надходять у Комітет по метеоритах НАН України, та науково-популяризаторська діяльність серед населення.

3. Пошук нових метеоритів, що випали на територію України, й поповнення метеоритної колекції Національного науково-природничого музею НАН України.

У 1996 р. відділ космоекології та космічної мінералогії увійшов до складу новоствореного Інституту геохімії навколишнього середовища НАН України, який організував академік Е. В. Соботович, але в 2015 р. у зв'язку з послідовним зміщенням в Інституті акценту досліджень з геохімічного профілю на технологічний відділ космоекології та космічної мінералогії, за рішенням Відділення наук про Землю НАН України, був переведений до ІГМР.

Фактично, це був один із актуальних етапів структуризації Академії на основі відповідності напряму дослідження науковій тематиці Інституту.

Впродовж 25-річного періоду у відділі успішно проведено і завершено дослідження по фундаментальних темах: «Космогенні



Рис. 2. Дослідження метеоритів під оптичним мікроскопом. Н. В. Кичань, канд. геол. наук.



Рис. 3. Електронномікроскопічні дослідження метеоритів. К. О. Шкуренко, канд. геол. наук.

процеси мінералоутворення» (1991—1995), «Вивчення космічної речовини як потенційного джерела мінеральних ресурсів космосу» (1996—2000), «Мінеральні ресурси Сонячної системи та перспективи їх розробки (2002), «Космоекологічні аспекти виникнення та еволюції первинної речовини Сонячної системи» (2001—2005), «Мінералогія та генезис пилової компоненти протопланетної туманності» (2006—2010), за проектом ДКНТ «Пошук та дослідження чужорідних фрагментів в метеоритах» (1994—1995), а також захищені кандидатські дисертації: «Структурно-мінералогіческие преобразования железных метеоритов в процессах ударного метаморфизма» (Б. В. Тертична, 1992), «Термическая история палласитов по данным минералогеохимических и трековых исследований» (Ю. В. Бондар, 1994), «Особенности структурно-мінералогічної неоднорідності нерівноважних хондритів Кримка (LL3) і Саратов (L4)» (А. Л. Гіріч, 2000), «Петрогенезис жильного виповнення тріщин у гранітоїдах Криворізького та Коростенського районів» (С. С. Співак, 2000), «Розподіл ^{137}Cs та ^{90}Sr в органо-глинистих складових ґрунтів Українського Полісся» (А. М. Розко, 2011), «Мінералогія та походження тонкозернистої речовини метеорита Кримка»

(К. О. Шкуренко, 2016), «Нікелісте залізо звичайних хондритів як індикатор умов утворення та еволюції материнських тіл метеоритів» (Н. В. Кичань, 2016).

За результатами мінералогічних досліджень метеоритів отримано нові дані щодо космічної речовини [Semenenko, Girich, 1995; Semenenko et al., 2003, 2004], що є вагомим внеском у розвиток знань про походження Сонячної системи. Серед них найвідомішими є такі досягнення.

Знайдені не відомі раніше різновиди космічної речовини, що дало змогу використати їх як незалежних «експертів» у вирішенні дискусійних питань геології. Знахідка нового різновиду вуглистих ксенолітів у хондритах є однозначним підтвердженням абіогенної природи органічних сполук ранньої Землі, а також їх метаморфічних похідних — графіту та, ймовірно, горючих копалин.

Уперше ідентифіковано релікти первісної акреційної структури [Semenenko et al., 2001], складеної низькотемпературними зародками хондр. Зроблено припущення про електростатичне злипання силікатного пилу на затравках зерен металу з подальшим його переплавленням, що може спричинювати все структурне і хімічне різноманіття хондр у метеоритах.

Установлено, що магнетитовмісні вуглисті ксеноліти є продуктом акреції нерівноважного мінерального пилу, який зазнав незначної зміни в результаті водного метаморфізму на ранніх етапах розвитку протопланетної туманності і може бути прототипом примітивної космічної речовини — вуглистих хондритів групи СІ.

Уперше в метеоритах діагностовано космічну речовину, близьку до мінерального компонента комет [Semenenko et al., 2003], яка належить до вуглистих хондритів невідомої хімічної групи і утворилась у результаті акреції органічної речовини, мінерального пилу, високотемпературних хондритів і гетерогенних за ізотопією кисню силікатів.

Знайдено нові для метеоритів мінерали — самородні вольфрам і срібло [Семененко, Гіріч, 2012], які є індикаторами високо- та низькотемпературних процесів мінералоутворення.

У нерівноважному хондриті Кримка діагностовано релікти первісного пилу [Семененко та ін., 2014], різний ступінь трансформації якого зумовлений просторовою та хронологічною зміною хімічного складу пилового компонента протопланетної туманності в період поліхронної акреції материнських тіл метеоритів.

Отримано оригінальні дані щодо ймовірного ударного синтезу органічної речовини з вуглецевмісних компонентів метеоритів [Semenenko, Golovko, 1994] за результатами структурно-мінералогічних і хімічних досліджень хондритів Barbotan, Charsonville і Первомайський.

Уперше в метеоритах вивчено нанометрові зерна мінералів і виділено їх генетичні типи [Semenenko et al., 2011]. Зроблено припущення щодо підвищеної акреційної здатності нанозерен, як спускового механізму широкомасштабної первісної акреції силікатного та метало-сульфідного пилу в період зародження консолідованих тіл протопланетної туманності.

Вияснено характер поширення та морфологічні особливості ниткоподібних кристалів різної природи в метеоритах. Доведено, що ниткоподібні кристали метеоритів

мають спільні морфологічні ознаки із земними природними та штучними кристалами, хоча їх хімічний склад, умови і середовище утворення різні.

Слід зауважити, що особливе значення для розвитку космічної мінералогії в Україні мали наукова і фінансова підтримка відділу відомими закордонними дослідниками К. Пероном (Франція), Є. Ярошевичем, Г. МакФерсоном і Дж. Вассербургом (рис. 4) (США), А. Бішофом і Е. Єсбергером (Німеччина), С. Рассел (Велика Британія), а також спільні з ними дослідження рідкісного за своїми характеристиками українського метеорита Кримка в лабораторіях Франції, Німеччини (рис. 5) і США за такими науково-дослідними проектами: INTAS 93-2101(1.06.93—30.11.96) та INTAS 93-2101 Ext.



Рис. 4. Відомий космохімік професор Дж. Вассербург (США), який упродовж 1991—2002 рр. за власний кошт виписував і направляв на наш відділ коштовну щорічну підписку на журнал «Meteoritics and Planetary Sciences». Міжнародний симпозіум з вивчення Марса, Париж, 1999 р.

(1.04.97—31.03.99) «Пошук та дослідження нового типу неземної речовини» (Україна—Франція—Німеччина—Голландія), науковий керівник — В. П. Семененко; Ng 50209 «Природа графітовмісних фрагментів у хондриті Кримка» у Смітсонівському інституті (Вашингтон, США, 1.10.97—31.12.97), науковий керівник — В. П. Семененко; DFG-AZ GRK 189/3-98 «Виникнення та еволюція Сонячної системи» (1999—2000) та 436UKR 113/51/0-1 «Містерит як найбільш імовірна кометна речовина серед метеоритів» (2001—2002) в Інституті планетології (Мюнстер, Німеччина), науковий керівник — В. П. Семененко; «Мікроаналітичні дослідження хондритів II» (2004) в Інституті планетології (Мюнстер, Німеччина), науковий керівник — проф. А. Бішоф, співвиконавець — А. Л. Гіріч. Співробітники відділу брали участь у міжнародних конференціях Метеоритного товариства (Париж, Франція, 1992; Черноголовка, Росія, 1994; Вашингтон, США, 1995; Берлін, Німеччина, 1996; Ватикан, Італія, 2001; Мюнстер, Німеччина, 2003); міжнародних метеоритних колоквиумах (Нордлінген, Німеччина, 1999, 2000, 2002; Краків, Польща, 2010);

конференціях Європейського товариства ізотопних досліджень (Ксьонж, Польща, 1994; Будапешт, Угорщина, 1996; Краків, Польща, 2000). Найважливіші результати досліджень опубліковано в журналах «Geochemical and Cosmochemical Acta», «Meteoritics and Planetary Science», «Mineralogical Magazine» та «Геохімія».

Чи є у відділі проблеми? Звичайно є, причому хронічні. Перша з них — інструментальна база, друга — кадри, тобто відсутність істинного інтересу у молоді до наукової роботи. Матеріально-технічне забезпечення відділу явно не відповідає поставленим завданням дослідження. У період перебування в ІГНС НАН України відділ був ініціатором і промоутером в отриманні низьковакуумного електронного мікроскопа JSM-6490LV фірми JEOL (Японія) з енергодисперсним спектрометром OXFORD INCA Energy 350, використання якого впродовж 7 років сприяло проведенню тонких досліджень метеоритів. На цей час у відділі є лише оптичні мікроскопи і хімічна лабораторія, а мікросондові та електронномікроскопічні дослідження здійснюють на сучасній інструментальній



Рис. 5. Мікросондове дослідження метеоритів в Інституті планетології. Німеччина, Мюнстер, 2001 р.



Рис. 6. Пошук зразків залізного метеорита Чінге в долині р. Чінге за допомогою міношукача. Тива, 1979 р.



Рис. 7. Зразки метеорита Чінге, які були зібрані в експедиційний період у 1981 р.



Рис. 8. Метеоритна експедиція під час пошуку Закарпатського метеорита, що впав 17 листопада 2001 р. Квітень 2006 р. Холодно, дощ. Зліва направо в другому ряді (стоять): М. Н. Кирилюк, Т. М. Горовенко, А. Л. Гріч, В. В. Романюк, Т. І. Кисіль, А. М. Розко; у першому ряді (сидять): В. П. Семененко, К. В. Коротич, О. І. Алексеева.

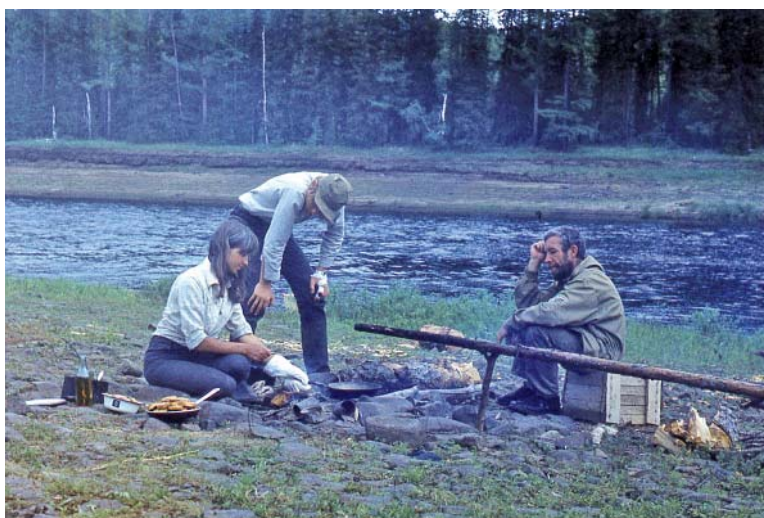
Рис. 9. Один із робочих моментів під час проведення метеоритної експедиції в Закарпатті у березні 2004 р. На передньому плані — канд. геол. наук А. М. Розко.



базі ІГМР, ІГНС й Технічного центру НАН України.

З 2016 р. відділ космоекології та космічної мінералогії працює над 5-річною фундаментальною темою «Особливості формування металосилікатної та вуглецевмісної речовини в допланетний період розвитку Сонячної системи», перспектив-

ність вивчення якої забезпечена не лише значним обсягом результатів дослідження метеоритів і професійним рівнем, а й знахідками в метеоритах рідкісної для космічних зразків як мінеральної, так і органічної вуглецевмісної речовини. Дослідження відділу зосереджені на виявленні фізико-хімічних процесів утворення та еволю-



«Место женщины — на кухне!»...навіть в експедиції. Тунгуска, 1988 р.

ції металосилікатної та вуглецевмісної речовини в протопланетній газо-пилувій туманності на ранніх етапах зародження Сонячної системи, в материнських тілах метеоритів, а також у метеоритах в умовах земного вивітрювання. Металосилікатні мінерали та вуглецевмісна речовина є важливими складовими пилю протопланетної туманності, материнських тіл метеоритів, а також Землі, тому їх вивчення дає змогу наблизитися до розв'язання фундаментальної проблеми первісного складу і походження нашої планети, а також закономірностей розподілу в ній мінеральних ресурсів.

Однією з яскравих сторінок космічних досліджень в Україні є організація і проведення метеоритних експедицій (рис. 6—10), а також популяризація знань про метеорити серед населення, завдяки яким метеоритна колекція Національного науково-природничого музею НАН України поповнилась зразками метеоритів Сіхоте-Алінь,

Чінге, Галків, Грузьке і Верхній Салтів.

На жаль, з усвідомленням наукової цінності екзотичних зразків значно підвищився і ажіотажний попит на метеорити, особливо серед приватних колекціонерів, що досить ускладнило роботу зі збору, колекціонуванню, збереженню та вивченню нових зразків метеоритів не лише в нашій країні, а й в усьому світі. Відкриття державного кордону України сприяло заохоченню іноземних дилерів до нелегального збору метеоритів, а хабарництво митників — їх вивезенню за її мережі. Анексія Криму і окупація Донбасу Росією унеможливили реєстрацію нових падінь і знахідок метеоритів на цих частинах української території. Втім, на щастя, метеорити падали, падають і падатимуть, чим природа, на відміну від політико-соціальних катастроф, гарантує нескінченність процесу дослідження космічних таємниць.

Подяка. Автор щиро вдячна Н. В. Кичань за допомогу при оформленні статті.

Список литературы

Рудник В. А., Соботович Э. В. Ранняя история Земли. Москва: Недра, 1984. 349 с.

Семененко В. П. Відділ космоєкології та космічної мінералогії. В кн.: *Інститут геохімії навколишнього середовища 1996—2011*. Київ:

Вид. Ін-та геохімії навколишнього середовища НАН України, 2011. С. 127—134.

Семененко Н. П. Геохимическая кислородно-водородная модель Земли. Киев: Наук. думка, 1990. 247 с.

- Семененко В. П., Гіріч А. Л. Перші знахідки самородних вольфраму і срібла в метеоритах. *Мінерал. зб.* 2012. № 62. Вип. 1. С. 119—127.
- Семененко В. П., Соботович Э. В., Тертычная Б. В. Метеориты Украины. Киев: Наук. думка, 1987. 218 с.
- Семененко В. П., Шкуренко К. О., Гіріч А. Л. Хімічна неоднорідність тонкозернистої речовини в метеориті Кримка (LL3.1). *Мінерал. журн.* 2014. Т. 36. № 4. С. 39—49.
- Соботович Э. В. Изотопная космохимия. Москва: Атомиздат, 1974. 208 с.
- Соботович Э. В., Семененко В. П. Вещество метеоритов. Киев: Наук. думка, 1984. 191 с.
- Соботович Э. В., Семененко В. П. Происхождение метеоритов. Киев: Наук. думка, 1985. 204 с.
- Semenenko, V. P., Bischoff, A., Weber, I., Perron, C., & Girich, A. L. (2001). Mineralogy of fine-grained material in the Krymka (LL3.1) chondrite. *Meteoritics and Planetary Science*, 36(8), 1067—1085. <https://doi.org/10.1111/j.1945-5100.2001.tb01945.x>.
- Semenenko, V. P., & Girich, A. L. (1995). Mineralogy of a unique graphite-containing fragment in the Krymka chondrite (LL3). *Mineralogical Magazine*, 59(396), 445—456. <https://doi.org/10.1180/minmag.1995.059.396.06>
- Semenenko, V. P., Girich, A. L., & Nittler, L. R. (2004). An exotic kind of cosmic material: Graphite-containing xenoliths from the Krymka (LL3.1) chondrite. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 68(3), 455—475. [https://doi.org/10.1016/S0016-7037\(03\)00457-5](https://doi.org/10.1016/S0016-7037(03)00457-5).
- Semenenko, V. P., Girich, A. L., Shkurenko, K. O., Kychan, N. V., Shyrinbekova, S. N., & Gorovenko, T. M. (2011). Nanometer-sized mineral grains and their genetic types in meteorites. *Meteorites*, 1(1), 13—19.
- Semenenko, V. P., & Golovko, N. V. (1994). Shock-induced black veins and organic compounds in ordinary chondrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 58(5), 1525—1535. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(94\)90554-1](https://doi.org/10.1016/0016-7037(94)90554-1).
- Semenenko, V. P., Jessberger, E. K., Chaussidon, M., Weber, I., Wies, C., & Stephan, T. (2003). Carbonaceous xenoliths from the Krymka chondrite as probable cometary material. *Meteoritics and Planetary Science*, 38, A10.

A brief history of the Department of Cosmoecology and Cosmic Mineralogy (to 50-anniversary of M. P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation NAS of Ukraine)

V. P. Semenenko, 2019

The history of origin and evolution in Ukraine of mineralogical studies of cosmic samples, mainly meteorites, and the main stages of formation of the Department of Cosmoecology and Cosmic Mineralogy at the M. P. Semenenko Institute of Geochemistry, Mineralogy and Ore Formation and the Institute of Environment Geochemistry of the National Academy of Sciences of Ukraine are given. It is shown, that the basis of mineralogical study of meteorites, their gathering and collectibility in Ukraine was founded by academician V.I. Vernadsky in the 1930's. Since 1969 the mineralogical studies of meteorites were provided at Lviv University, and cosmochemical ones did at the Institute of Geochemistry and Physics of Minerals of the Academy of Sciences of Ukraine. Academicians M. P. Semenenko, E. K. Lazarenko, E. V. Sobotovich, docent A. A. Yasinskaya were organizers and ideologists of these studies. In 1987 E. V. Sobotovich realized the idea of E. K. Lazarenko and created within the Department Nuclear Geochemistry and Cosmochemistry a laboratory of Cosmic Mineralogy, which was eventually transformed into the Department of Cosmoecology and Cosmic Mineralogy. Data on the main stages of the department development, its main scientific directions and the most important results of the cosmic material study are given. Importance of the department support by the well-

known Western scientific centers, as well as joint with them research projects, realized on the modern instrumental basis, is remarked. Special attention to expeditionary work of the department on the meteorites gathering, the perspectives of their study, and current problems, which is connected with limited possibilities of cosmic samples collecting, the modern level of research as well as impact of political and social disasters on the evolution of fundamental science is accentuated.

Key words: department history, founders, cosmic mineralogy, cosmochemistry, meteorite, chondrite, new kinds of cosmic material, new minerals, meteoritical expeditions.

References

- Rudnik, V. A., & Sobotovich, E. V. (1984). *The Early History of the Earth*. Moscow: Nedra, 349 p. (in Russian).
- Semenenko, V. P. (2011). *Department of Cosmoecology and Cosmic Mineralogy*. In: *The Institute of Environmental Geochemistry 1996—2011* (pp. 127—134). Kiev: Ed. Institute of Environmental Geochemistry, National Academy of Sciences of Ukraine (in Ukrainian).
- Semenenko, N. P. (1990). *Geochemical Oxygen-Hydrogen Model of the Earth*. Kiev: Naukova Dumka, 247 p. (in Russian).
- Semenenko, V. P., & Girich, A. L. (2012). The first finds of native tungsten and silver in meteorites. *Mineralohichnyy zbirnyk*, (62), 119—127 (in Ukrainian).
- Semenenko, V. P., Sobotovich, E. V., & Tertychnaya, B. V. (1987). *Meteorites of Ukraine*. Kiev: Naukova Dumka, 218 p. (in Russian).
- Semenenko, V. P., Shkurenko, E. A., & Girich, A. L. (2014). The chemical heterogeneity of the fine-grained substance in the Krymka meteorite (LL3.1). *Mineralohichnyy zhurnal*, 36(4), 39—49 (in Ukrainian).
- Sobotovich, E. V. (1974). *Isotopic Cosmochemistry*. Moscow: Atomizdat, 208 p. (in Russian).
- Sobotovich, E. V., & Semenenko, V. P. (1984). *Meteorite Substance*. Kiev: Naukova Dumka, 191 p. (in Russian).
- Sobotovich, E. V., & Semenenko, V. P. (1985). *The origin of meteorites*. Kiev: Naukova Dumka, 204 p. (in Russian).
- Semenenko, V. P., Bischoff, A., Weber, I., Peron, C., & Girich, A. L. (2001). Mineralogy of fine-grained material in the Krymka (LL3.1) chondrite. *Meteoritics and Planetary Science*, 36(8), 1067—1085. <https://doi.org/10.1111/j.1945-5100.2001.tb01945.x>.
- Semenenko, V. P., & Girich, A. L. (1995). Mineralogy of a unique graphite-containing fragment in the Krymka chondrite (LL3). *Mineralogical Magazin*, 59(396), 445—456. <https://doi.org/10.1180/minmag.1995.059.396.06>
- Semenenko, V. P., Girich, A. L., & Nittler, L. R. (2004). An exotic kind of cosmic material: Graphite-containing xenoliths from the Krymka (LL3.1) chondrite. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 68(3), 455—475. [https://doi.org/10.1016/S0016-7037\(03\)00457-5](https://doi.org/10.1016/S0016-7037(03)00457-5).
- Semenenko, V. P., Girich, A. L., Shkurenko, K. O., Kychan, N. V., Shyrinbekova, S. N., & Gorovenko, T. M. (2011). Nanometer-sized mineral grains and their genetic types in meteorites. *Meteorites*, 1(1), 13—19.
- Semenenko, V. P., & Golovko, N. V. (1994). Shock-induced black veins and organic compounds in ordinary chondrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 58(5), 1525—1535. [https://doi.org/10.1016/0016-7037\(94\)90554-1](https://doi.org/10.1016/0016-7037(94)90554-1).
- Semenenko, V. P., Jessberger, E. K., Chaussidon, M., Weber, I., Wies, C., & Stephan, T. (2003). Carbonaceous xenoliths from the Krymka chondrite as probable cometary material. *Meteoritics and Planetary Science*, 38, A10.