

УДК 549.212:[553.91(100)]:069.51(477.83-25)

КОЛЕКЦІЯ ГРАФІТУ МІНЕРАЛОГІЧНОГО МУЗЕЮ ІМЕНІ ЄВГЕНА ЛАЗАРЕНКА У РЕТРОСПЕКТИВІ ОСВОЄННЯ СВІТОВИХ РЕСУРСІВ ГРАФІТУ

Оксана Цільмак, канд. геол. наук,
доцентка кафедри мінералогії, петрографії і геохімії
імені професора Ореста Матковського
oksana.tsilmak@lnu.edu.ua
<https://orcid.org/0009-0009-5701-2866>

Катерина Бурбан, зав. лабораторії мінералого-петрологічних досліджень
kateryna.burban@lnu.edu.ua
<https://orcid.org/0009-0002-9961-5680>

Альбертина Бучинська, зав. Мінералогічного музею імені Євгена Лазаренка
mineralogy.museum@lnu.edu.ua
<https://orcid.org/0009-0009-6133-6118>

Уляна Борняк, канд. геол. наук, доцентка кафедри мінералогії,
петрографії і геохімії імені професора Ореста Матковського
ulyana.bornyak@lnu.edu.ua
<https://orcid.org/0000-0002-4812-0648>

*Львівський національний університет імені Івана Франка,
вул. М. Грушевського, 4, Львів, Україна, 79005*

Завдяки унікальному поєднанню фізико-хімічних властивостей графіт є критично важливим ресурсом, що визначає розвиток сучасних енергозберігаючих технологій і стратегічну стабільність світового промислового комплексу.

У Мінералогічному музеї імені Євгена Лазаренка Львівського національного університету імені Івана Франка зберігається досить представницька колекція зразків графіту, графітовмісних парагенезисів та проб графітового концентрату (35 експонатів). Її сформовано за результатами інвентаризації систематичних та експозиційних фондів Музею за 170 років. Експонати представляють головні графітоносні провінції світу і ключові геолого-промислові типи графітових родовищ. Збірка охоплює генетичне розмаїття графіту з об'єктів, що функціонують нині, а також з уже вичерпаних чи перспективних для майбутнього освоєння родовищ. Це робить її унікальним об'єктом для порівняльно-генетичних досліджень та популяризації знань про критичну мінеральну сировину.

У статті наведено ретроспективний аналіз історії формування графітової колекції. Виділено і схарактеризовано три закономірні етапи її становлення: етап I – друга половина XIX ст.–початок XX ст. (шість зразків); етап II – 1950–1980-ті рр. (27 зразків); етап III – від початку XXI ст. (два надходження).

Проаналізовано історію видобування й використання графіту, яка починається ще з давніх часів. Наведено детальний опис найбільш представницьких, найцікавіших і рідкісних взірців, які виставлені в демонстративних вітринах або зберігаються у фондах Музею. Детально описано основні морфолого-генетичні типи графіту – мікрокристалічний, лускуватий і жильний.

Колекція має вагому наукову й історичну цінність, оскільки містить унікальні зразки з уже вичерпаних, важкодоступних чи нині недоступних родовищ.

Ключові слова: графіт, морфолого-генетичний тип, колекція, Мінералогічний музей імені Євгена Лазаренка, родовище, промислове використання, мінерально-сировинна база, сферичний графіт.

DOI <https://doi.org/10.30970/min.76.07>

Постановка проблеми. Графіт належить до специфічних видів мінеральної сировини, стратегічне значення якої безперервно еволюціонувало паралельно з науково-технічним прогресом людства. Якщо у XVIII–XIX ст. його роль обмежувалася переважно металургійними потребами (для футерування печей, виготовлення вогнетривких тиглів тощо) і сферою комунікацій (канцелярське приладдя), то XX ст. перетворило цей мінерал на критичний ресурс для ядерної енергетики й ракетно-космічної галузі. На сучасному етапі, за умов глобального «зеленого переходу», графіт набув статусу незамінного компонента енергозберігаючих технологій, зокрема, як основний матеріал для анодів літій-іонних акумуляторів. Така динаміка попиту зумовлює необхідність переосмислення наявної мінерально-сировинної бази та вивчення генетичних особливостей родовищ, що їх розробляли в різні історичні епохи.

На тлі інтенсивної експлуатації земних надр і вичерпання багатьох класичних об'єктів видобутку особливої актуальності набувають природничі музеї як депозитарії своєрідної геологічної пам'яті. Багато родовищ, які колись становили основу світового балансу графіту, нині цілком відпрацьовані, рекультивовані або ж недоступні для безпосереднього вивчення. У такому контексті кам'яні колекції геологічних музеїв стають єдиним джерелом речовинної інформації, яка дає змогу проводити порівняльно-генетичні дослідження й верифікувати дані минулих геологічних епох.

Аналіз досліджень. Графіт – це природна кристалічна модифікація вуглецю з шаруватою структурою. Графіт вирізняється низьким коефіцієнтом тертя, високою електро- й теплопровідністю, хімічною стійкістю і здатністю витримувати дуже високу температуру.

Згідно з класифікацією, наведеною у праці [15], розрізняють три основних морфолого-генетичних типи графіту: 1) мікрокристалічний (прихованокристалічний) графіт як результат перетворення вуглецю вугілля за умов контактового метаморфізму; 2) кристалічний лускуватий графіт, що формується внаслідок рекристалізації вуглецю органіки, розсіяної в первинних породах, за умов регіонального метаморфізму; 3) жильний графіт, який утворюється в процесі кристалізації з гідротермальних розчинів. На одному й тому ж родовищі може бути і лускуватий, і жильний графіт (як відображення накладених пізніх гідротермальних процесів). Іноді трапляються землісті агрегати графіту в корі звітрявання.

Історія видобутку й використання графіту сягає давніх часів. В епоху неоліту графіт слугував пігментом для декору кераміки. Зокрема, практика нанесення графітового розпису на кераміку в Південно-Східній Європі виникла близько 5 000 років до н. е. (культура Кукутень–Трипілля на території сучасних Молдови, Румунії та України) [11]. Кельти додавали графіт у глину для створення вогнетривкої кераміки (Латенська культура – 3 ст. до н. е.) [10]. Точкою відліку в історії промислового видобутку графіту вважають відкриття 1564 р. родовища Борроудейл у графстві Камбрія (Великобританія) [7]. У XVI ст. графіт почали використовувати в металургії, наприклад, для футерування форм для гарматних ядер, що перетворило Великобританію на світового монополіста з видобутку графіту з середини XVI до кінця XVIII ст. [7]. У XIX ст. естафету перейняли Цейлон (з 1972 р. Шрі-Ланка)

і Російська імперія, де виявили родовища високоякісного вартісного графіту (наприклад, Аліберівське родовище у Східних Саянах), а також Австрійська імперія з родовищами дешевшого прихованокристалічного графіту (родовища сучасної Чехії та землі Штирія в Австрії) [6, 17]. До початку ХХ ст. Цейлон забезпечував близько 80 % світового імпорту графіту для промислових тиглів, у яких плавили сталь для залізниць і зброї [6]. На початку ХХ ст. відкрили великі родовища лускуватого графіту на Мадагаскарі [14]. У Європі важливе значення в цей період мали родовища Німеччини й Норвегії. А родовища Канади і дешевий мікрокристалічний графіт з родовищ у шт. Сонора в Мексиці стали основою для промисловості США. У 1930-х рр. на Українському щиті почалося освоєння Заваллівського родовища, яке згодом визнали найбільшим у Європі [1]. У середині ХХ ст. графіт почали використовувати в ядерній енергетиці – у перших ядерних реакторах для сповільнення нейтронів під час ланцюгової реакції на природному урані. З 1980-х рр. на світовому ринку видобутку графіту почав домінувати Китай, який досить агресивно вийшов на ринок, демпінгуючи ціни й нарощуючи видобуток у провінціях Хейлуцзян і Шаньдун [13]. У ХХІ ст. графіт набув особливого значення як стратегічна мінеральна сировина для виробництва літій-іонних акумуляторів. У них використовують продукт переробки графіту – сфероїдизований (сферичний) графіт (SPG – Spherical Purified Graphite), який слугує анодним матеріалом завдяки високій електропровідності, хімічній стабільності та здатності до інтеркаляції літію. Зростання виробництва електромобілів і систем накопичення енергії зумовлює стрімке збільшення попиту на графіт.

За даними Геологічної служби США (USGS – U.S. Geological Survey) за 2025 р., лідером з видобутку графіту (як і протягом останніх 30 років) є Китай з показником 1,4 млн метричних тонн (82 % від світового видобутку графіту). Також Китай відіграє провідну роль у виробництві SPG (фактично 100 %) і в переробці графіту загалом [21]. У десятці країн-лідерів з видобутку є Мадагаскар, Танзанія і Бразилія (по 4 % від світового видобутку), Мозамбік (~3 %), РФ, Індія (по 1 %), Канада, Північна Корея і Норвегія (< 1 %).

Україна, за оцінками USGS, видобула за 2025 р. 1200–2000 тонн графітового концентрату, завдяки чому вона посідає 14–15-те місце у світовому видобутку графіту. Але ж до початку 2022 р. це було шосте місце [20]! Причина зниження видобутку полягає в тому, що графітовий комбінат на Заваллівському родовищі (Кіровоградська обл.) не працює на повну потужність через логістичні труднощі та близькість до зони бойових дій. Однак, беручи до уваги великі запаси графіту в надрах України, потужності Заваллівського графітового комбінату, потенційний видобуток графіту на Балахівському родовищі (Кіровоградська обл.) і будівництво в майбутньому заводів з виробництва SPG, аналітики розглядають Україну як потенційний ключовий європейський хаб з виробництва SPG, що забезпечуватиме «автономію» європейського автопрому від азіатських поставок [12].

Мета роботи – дослідити історію формування фондової збірки графіту Мінералогічного музею в контексті комплексного історико-генетичного аналізу освоєння світових ресурсів графіту.

Об'єктом дослідження стала репрезентативна вибірка зразків графіту з фондового зібрання Мінералогічного музею імені Євгена Лазаренка, сформована за результатами інвентаризації систематичних і експозиційних фондів за 170 років.

Виклад основного матеріалу. Для дослідження сформовано вибірку з фондової колекції Мінералогічного музею імені академіка Євгена Лазаренка, яка налічує 35 одиниць зберігання. Серед них зразки власне графіту, графітовмісних парагенезисів і п'ять проб графітового концентрату. Проаналізовано музейні каталоги за 1872 р., 1881–1913 роки та період 1945–початок ХХІ ст. Ці документи є фундаментальним джерелом історичних і супровідних даних музейної колекції.

На підставі аналізу супровідної інформації виділено три основні *етапи формування фондової збірки графіту Мінералогічного музею*: етап I – друга половина XIX ст.–початок XX ст. (шість зразків); етап II – 1950–1980-ті роки (27 зразків); етап III – початок XXI ст. (два зразки).

Найдавнішими є зразки з родовища Кайзерсберг (Австрія) та Сибіру (на етикетці німецькою мовою зазначено «Irkutsk, Siberien»). Даних про ці зразки в каталогах за період 1870–1913 рр. нема, проте вони наявні в каталозі за 1872 р., хоча й без зазначення часу і джерела надходження до колекції. Родовище Кайзерсберг (муніципалітет Санкт-Штефан-об-Леобен, округ Леобен, земля Штирія в Австрії) – одне з класичних родовищ мікрокристалічного (аморфного) графіту, його розробляють з 1755 р. підземним способом [4]. Нині це єдине діюче родовище в Австрії, у регіоні Альп. Другий зразок графіту походить, імовірно, з Аліберівського (сьогодні Ботогольського) родовища в Східному Саяні, відкритого 1840 р. Високоякісний графіт саме цього родовища був свого часу сировиною для олівців фірми Faber Castell [19]. Ботогольське родовище за генезисом трактують як контактово-метасоматичне [4; 15].

Найдавнішим зразком з визначеними даними про рік і джерело надходження є взірець з Норвегії, куплений 1885 р. у дилерському центрі «Chemische Fabrik & Mineralhandlung» Теодора Шухардта (Theodor Schuchardt), про що зазначено на аутентичній етикетці поставальника. У каталозі за період 1881–1913 рр. у графі «Місце відбору зразка» зазначена тільки країна походження – Норвегія. Відомо [8], що мінералізацію графіту виявили в Норвегії в першій половині XIX ст. і до початку XX ст. графіт видобували епізодично.

Наприкінці XIX ст. і в 1930-х рр. колекцію поповнили майбутні музейні експонати з Цейлону: ємність з графітовим концентратом (точну дату в каталозі не зазначено, проте є аутентична етикетка німецькою мовою на ємності) і зразки жильного графіту. Ці зразки свого часу були куплені в дилерському центрі Фрідріха Кранца («Dr. F. Krantz. Rheinisches Mineralien-Contor»). Цейлонські експонати було придбано у складі великої колекції в процесі організації у Львівському університеті кафедри кристалографії (1922); коли ж кафедрі у 1965 р. закрили, то колекцію передала Мінералогічному музею. Зазначимо, що перша згадка про графіт на Цейлоні датована 1675 р., видобуток почали тільки у 1820–1830-х рр. [6]. Нині графіт Шрі-Ланки вважається світовим еталоном якості графіту, оскільки йому притаманні найвищі значення ступеня кристалічності та вмісту вуглецю [15].

У 1930 р. польська фабрика «Grafos» (повна назва – «Grafos» Fabryka Wyrobów Grafitowych) передала Мінералогічному музеєві дві проби графітового концентрату – з Цейлону та Мадагаскару. На цій фабриці, яка працювала протягом 1924–1949 рр. у м. Бельсько-Бяла, виготовляли графітові тиглі й вогнетривкі продукти для ливарної промисловості.

На другому етапі формування графітової колекції збірка поповнилась зразками графітових агрегатів і графітовмісних порід з родовищ тодішнього СРСР, які почали розробляти в 1930–1940 рр. Зокрема, 1952 р. збірка поповнилась зразком з Тайгинського родовища лускуватого графіту (Урал), 1968 р. – з Курейського родовища мікрокристалічного графіту в Центральному Сибіру (подарував співробітник геологічного факультету Р. Затхей); також з'явився взірець з Багаряцького (Боївського) родовища мікрокристалічного графіту (Південний Урал), яке сьогодні вичерпане.

У 1955 р. Музей отримав два зразки графіту від Північно-Східного геологічного інституту КНР з родовищ Наншу (провінція Шаньдун) і району Цзісі (провінція Хейлуцзян). Родовище Наншу – одне з ключових родовищ кристалічного лускуватого графіту в Китаї, яке почали розробляти 1943 р. [16]. Воно стало базою для створення науково-дослідних

центрів графітової промисловості країни: саме тут розробляли основні стандарти очищення і флотації графіту, які нині використовують у всьому світі. Зразок графітовмісного кристалічного сланця з району Цзісі походить з родовища Люмао (Liumaο), розробку якого розпочали 1936 р. Це родовище вважають найбільшим родовищем графіту в Азії й одним із найбільших у світі [16].

У 1958 р. Празький національний музей подарував Мінералогічному музеєві зразок графіту з родовища Бліжна (Blížná) (нині округ Чеський Крумлов Південночеського краю Чеської Республіки). Бліжна – родовище мікрокристалічного графіту, яке тривалий час було рекордсменом за тривалістю безперервної експлуатації – протягом 1959–2002 рр. (43 роки) [17]. Завдяки значній потужності покладів (понад 50 м) видобуток провадили комбінованим способом – шахтним і кар’єрним, попри складні гідрогеологічні умови, спричинені карстовими порожнинами й проривами підземних вод. Родовище також відоме завдяки унікальній супутній мінералізації рідкісноземельних елементів (Mo, Th, Nb) і комерційному використанню високоякісних підземних вод, каптованих безпосередньо в гірничих виробках [17].

У 1960 р. за сприяння тогочасного ректора Львівського університету і завідувача кафедри мінералогії Євгена Лазаренка, ім’я якого нині має Мінералогічний музей, відбувся обмін мінералогічними колекціями з Королівським музеєм Онтаріо (Торонто, Канада). Серед 170 зразків із Канади є графіт з площі Калабогі (муніципалітет Грейтер-Мадава-ска, графство Ренфрью, провінція Онтаріо). Саме на цій території розташоване родовище Блек Дональд, яке відкрили 1889 р. і вважали найбільшим родовищем графіту Північної Америки. Протягом 1896–1954 рр. тут видобували жильний тип графіту надзвичайної чистоти [9]. Родовище активно розробляли протягом обох світових воєн, а під час Другої світової війни видобуток здійснювали під дном тогочасного озера Вайтфіш. Наразі шахти Блек Дональд недоступні, оскільки 1967 р. тут побудували гідроелектростанцію Mountain Chute і шахти були затоплені новоствореним озером Centennial Lake [22].

З другим етапом становлення описуваної музейної колекції пов’язано надходження зразків з історичних районів видобутку графіту, серед яких район Піткьярнта в Карелії. Загалом його вважають історичним районом видобутку поліметалевої мінералізації (залізні, мідні, олов’яні руди), а видобуток графіту розпочали у XIX ст., коли ця територія належала Фінляндії. Після Другої світової війни родовища Піткьярнти не витримали конкуренції з іншими великими графітовими родовищами СРСР, видобуток було припинено, наразі є залишки старих шахт.

З цим періодом пов’язаний і дар Музею від співробітниці кафедри мінералогії Л. Глазової – ємність з концентратом дрібнолускуватого графіту з Мадагаскару.

Від 1950-х років і до нині працівники геологічного факультету, студенти й аспіранти привозять у Музей зразки з рудопроявів графітової мінералізації на теренах України. Серед них передують взірці з Заваллівського родовища – єдиного родовища графіту в Україні, яке нині розробляють [1, 2, 5]. Також у Музеї є зразки з Буртинського родовища (Хмельницька обл.), де графітові руди за основними характеристиками подібні до заваллівських. Родовище відкрили у 1953–1954 рр., середній вміст графіту в руді оцінюють від 5,90 до 6,37 % [2].

Важливе наукове значення має зразок графіту з району Чивчинських гір, який 1963 р. Музею передали працівники геологічного факультету – учасники польової експедиції в Чивчині О. Матковський, В. Павлишин, У. Феношин і Л. Григорчук. Зазначимо, що прояви графітової мінералізації у верхньопалеозойських метаморфічних породах Чивчинського й Рахівського відгалужень Мармароського масиву відшукали в 1930-х рр. польські геологи Львівського університету. Цей графіт трактували як субграфіт або метаантрацит,

а його утворення пов'язували з перетворенням вуглецю вугільних пластів [3]. Рудопрояви недостатньо вивчені через їхнє розташування у важкодоступному районі.

Фондова збірка графіту Мінералогічного музею містить зразки, які репрезентують всі основні *морфолого-генетичні типи* мінералу.

Мікрокристалічний (або аморфний) різновид представлений зразками трьох родовищ. Зокрема, зразок з Курейського родовища (Центральний Сибір) – це фрагмент керна: масивний агрегат мікрокристалічного графіту з матовим полиском. До нього макроскопічно подібний зразок з Багаряцького родовища (Південний Урал). У взірці з родовища Кайзерсберг (Австрія) графіт наявний у вигляді масивного мікрокристалічного агрегату чорного кольору у кварц-польовошпатовій породі; характерного напівметалічного блиску нема. До мікрокристалічного (аморфного) типу можна зачислити зразок з Чивчинських гір у вигляді масивного землястого агрегату з матовим полиском.

Лускуватий тип графіту у збірці Музею представлений зразками з Заваллівського й Буртинського родовищ (Україна), родовищ Люмао і Наншу (Китай), Тайгинського родовища (Урал), о-ва Мадагаскар. Загалом це макроскопічно подібні графітовмісні кристалічні сланці. Породам притаманна добре виражена сланцювата текстура і лепідо- або гранолепідобластова структура. У мінеральному складі є кварц, польові шпати, слюди, амфіболи, а також лускуватий графіт, орієнтація лусок якого субпаралельна до головного напрямку сланцюватості. Вміст графіту становить від 5 до 60–70 % породи. Наявні також взірці з Завалля, складені масивним агрегатом великолускуватого (розмір лусок – 5 см) графіту (рис. 1), і проби графітового концентрату.

Що стосується графіту жильного типу, то відповідні зразки представлені масивними агрегатами мікрокристалічного графіту з окремими зернами кварцу і характерним напівметалічним блиском. Серед них взірці з родовища Блек Дональд (Канада) (рис. 2), Ботогольського родовища (Східні Саяни) і району Піткьяранта (Карелія). Зразок з Норвегії – це лускуватий графіт у крупнокристалічному діопсидовому скарні; орієнтування лусок хаотичне (рис. 3).



Рис. 1. Масивний агрегат великолускуватого графіту з Заваллівського родовища. Зразок бн. Розмір 15×15×9 см, маса 1,3 кг. Дар О. Іванціва, 1988

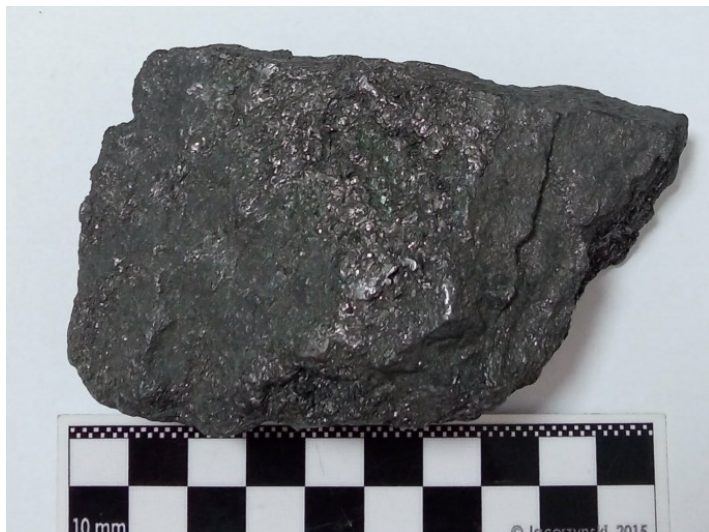


Рис. 2. Масивний агрегат дрібнокристалічного графіту з родовища Блек Дональд, Канада. Зразок № 11703. Розмір 14,0×6,0×4,5 см, маса 319 г. Надійшов 1960 р. від Королівського музею Онтаріо

На родовищах Шрі-Ланки описано шість морфологічних різновидів графіту [18]. З них у колекції Мінералогічного музею є зрізці груболускуватого (розмір лусок – до 3–4 см) і волокнистого графіту (рис. 4).

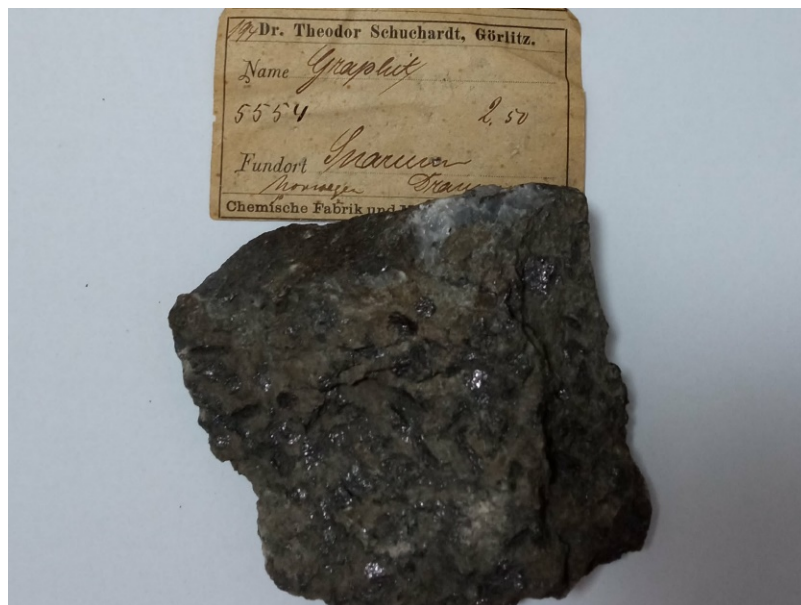


Рис. 3. Лускуватий графіт у діопсидовому скарні з Норвегії. Зразок № 5554. Розмір 8×8×2 см, маса 256 г. Придбаний 1885 р. у дилерському центрі «Chemische Fabrik & Mineralhandlung» Теодора Шугардта



Рис. 4. Графіт волокнистого різновиду з Цейлону. Зразок № 13050. Розмір 7,0×3,5×1,0 см, маса 20 г. Придбаний у дилерському центрі «Dr. F. Krantz. Rheinisches Mineralien-Kontor»

Висновки та перспективи подальшого дослідження. Аналіз фондової збірки графіту Мінералогічного музею імені Євгена Лазаренка дав змогу з'ясувати її поетапне формування від другої половини XIX ст. до початку XXI ст. Найінтенсивніше поповнення припадає на другу половину XX ст. завдяки надходженням зразків з різних родовищ Європи, Азії та Північної Америки, а також міжнародному обміну з музеями та науковими організаціями. Колекція охоплює взірці графіту різних морфолого-генетичних типів (мікрокристалічний, лускуватий, жильний), графітовмісні породи і проби графітового концентрату.

Збірка має вагомий науковий і історичний цінність, оскільки містить зразки з класичних світових і регіональних родовищ. Серед них є рідкісні ранні надходження з неповною документацією та унікальні взірці з родовищ, які вже або вичерпані (Багаряцьке (Боївське) на Південному Уралі), або з різних причин недоступні (шахта Бліжна в Чехії, родовище Блек Дональд у Канаді).

Надходження зразків графітових руд до фондів Мінералогічного музею закономірно пов'язане з освоєнням світових ресурсів графіту відповідно до еволюції застосування і потреб графіту в промисловості. Сподіваємось на поповнення колекції в майбутньому.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Іванців О. Є. Геологія та генезис графітових родовищ України. Київ : Наукова думка, 1972. 134 с.
2. Кропівний В. М., Молокост Л. А., Кузик О. В., Кропівна А. В. Порівняльна промислова оцінка графітових родовищ та руд України, характеристика збагачення руд. *Центральноукраїнський науковий вісник. Технічні науки*. 2019. Вип. 1 (32). С. 93–102. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2019.1\(32\).93-102](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2019.1(32).93-102)
3. Матковський О., Павлишин В., Сливко Є. Основи мінералогії України. Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. Івана Франка, 2009. 856 с.

4. Михайлов В. А., Виноградов Г. Ф., Курило М. В., Михайлова Л. С., Шунько В. В., Шевченко В. І., Грінченко О. В., Гелета О. Л., Щербак Д. М. Неметалічні корисні копалини України. Київ : ВЦ «Київський університет», 2007. 507 с. Режим доступу: http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/RKK_nemetalichni_kk.pdf
5. Шакіна К. А., Скакун Л. З. Графітове зруденіння на Заваллівському родовищі як результат гідротермальної діяльності. *Геохімія та рудоутворення*. 2009. № 27. С. 50–53.
6. Bastin E. S. The graphite deposits of Ceylon. *Economic Geology*. 1912. Vol. 7. N 5. P. 419–443.
7. Donaldson C. The black lead of Borrowdale, 1500–1750: An object history of a mutable material. *Mobility of objects across boundaries 1000–1700* / Ed. by K. A. Wilson, S. F. S. Phillips. Liverpool : Liverpool University Press, 2024.
8. Gautneb H., Rønning J. S., Slagstad T., Henderson I. The graphite occurrences of Northern Norway, a review of geology, geophysics, and resources. *Minerals*. 2020. Vol. 10. Is. 7. 626. <https://doi.org/10.3390/min10070626>
9. Hewitt D. F. Graphite in Ontario. Toronto, ON : Ontario Dep. of Mines, 1965. 34 p.
10. Kreiter A., Bartus-Szöllösi Sz., Bajnóczi B., Azbei Havancsák I., Tóth M., Szakmány G. Ceramic technology and the materiality of Celtic graphitic pottery. *Exchange networks and local transformations. Interaction and local change in Europe and the Mediterranean from the Bronze Age to the Iron Age* / Eds. M. E. Alberti, S. Sabatini. Oxford : Oxbow Books, 2017. P. 169–179. URL: https://www.academia.edu/50028000/Ceramic_technology_and_the_materiality_of_Celtic_graphitic_pottery
11. Martino S. Graphite-treated pottery in the Northeastern Mediterranean from the Chalcolithic to the Bronze Age. *Near Eastern Archaeology*. 2017. Vol. 80. N 1. P. 3–11. <https://doi.org/10.5615/neareastarch.80.1.0003>
12. Mykhailov V., Maljuk B., Bovsunivskiy P., Kovalenko N., Bertrand G., de Oliveira D., Wittenberg A., Wellmer F.-W., Horwath Z., Hollis J. Strategic minerals of Ukraine and their investment attractiveness. France, Orleans : BRGM, 2023. 293 p. URL: https://www.researchgate.net/publication/392904136_Strategic_minerals_of_Ukraine_and_their_investment_attractiveness
13. Park J., Cho S.-J., Shin S., Kim R., Shin D., Shin Y. Overview of graphite supply chain and its challenges. *Geosciences Journal*. 2025. Vol. 29. P. 329–341. <https://doi.org/10.1007/s12303-025-00027-2>
14. Shelley J. W. Graphite in Madagascar. *The Mining Magazine*. 1916. Vol. 14. N 6. P. 324–330.
15. Simandl G. J., Paradis S., Akam C. Graphite deposit types, their origin, and economic significance. *Geological Fieldwork 2014, British Columbia Geological Survey Paper*. 2015. N 2015-1. P. 163–171.
16. Sun Li, Xu Cui-ping, Xiao Ke-yan, Zhu Yu-sheng, Yan Ling-ya. Geological characteristics, metallogenic regularities and the exploration of graphite deposits in China. *China Geology*. 2018. Vol. 1. Is. 3. P. 425–434. <https://doi.org/10.31035/cg2018044>
17. Tichý L. Z historie exploatace grafitu v jižních Čechách: Pravěk a starověk. *Obnovená tradice*. 1998. N 17. S. 3–7. URL: <https://slon.diamo.cz/hpvt/2006/tradice/T09.htm>
18. Touzain P., Balasooriya N., Bandaranayake K., Descolas-Gros C. Vein graphite from the Bogala and Kahatagaha–Kolongaha mines, Sri Lanka: A possible origin. *Canadian Mineralogist*. 2010. Vol. 48. Is. 6. P. 1373–1384. <https://doi.org/10.3749/canmin.48.5.1373>
19. Faber-Castell. A brief history of the pencil. URL: <https://www.faber-castell.com/corporate/history/a-brief-history-of-the-pencil> (дата звернення: 15.03.2026).
20. Mineral Commodity Summaries 2022 / U.S. Geological Survey. Reston, Virginia: U.S. Department of the Interior, 2022. 202 p. URL: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf> (дата звернення: 20.03.2026).

21. Mineral Commodity Summaries 2026 / U.S. Geological Survey. Reston, Virginia: U.S. Department of the Interior, 2026. URL: <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2026/mcs2026.pdf> (дата звернення: 21.03.2026).
22. Township of Greater Madawaska. The History of Black Donald Mine. 2022. URL: <https://www.greatermadawaska.com/en/play-and-explore/black-donald-graphite-mine.aspx> (дата звернення: 18.03.2026).

REFERENCES

1. Ivantsev, O. Ye. (1972). *Heolohiia ta henezys hrafytoyvykh rodovyshch Ukrainy* [Geology and genesis of graphite deposits of Ukraine]. Kyiv: Naukova Dumka.
2. Kropivnyi, V. M., Molokost, L. A., Kuzyk, O. V., & Kropivna, A. V. (2019). Porivniialna promyslova otsinka hrafytoyvykh rodovyshch ta rud Ukrainy, kharakterystyka zbahachennia rud [Comparative industrial assessment of graphite deposits and ores of Ukraine, characteristics of ore enrichment]. *Central Ukrainian Scientific Bulletin. Technical Sciences*, 1 (32), 93–102. [https://doi.org/10.32515/2664-262X.2019.1\(32\).93-102](https://doi.org/10.32515/2664-262X.2019.1(32).93-102)
3. Matkovskiy, O., Pavlyshyn, V., & Slyvko, Ye. (2009). *Osnovy mineralohii Ukrainy* [Fundamentals of mineralogy of Ukraine]. Lviv: Publishing Centre of Ivan Franko National University of Lviv.
4. Mykhailov, V. A., Vynogradov, H. F., Kurylo, M. V., Mykhailova, L. S., Shunko, V. V., Shevchenko, V. I., Hrinchenko, O. V., Heleta, O. L., & Shcherbak, D. M. (2007). *Nemetalichni korysni kopalyny Ukrainy* [Non-metallic minerals of Ukraine]. Kyiv: Publishing Centre «Kyivskiy universytet». URL: http://www.geol.univ.kiev.ua/lib/RKK_nemetalichni_kk.pdf
5. Shakina, K. A., & Skakun, L. Z. (2009). Hrafytove zrudennia na Zavallivskomu rodovyshchi yak rezultat hidrotermalnoi diialnosti [Graphite mineralization at the Zavallivske deposit as a result of hydrothermal activity]. *Geochemistry and Ore Formation*, 27, 50–53.
6. Bastin, E. S. (1912). The graphite deposits of Ceylon. *Econ. Geol.*, 7 (5), 419–443.
7. Donaldson, C. (2024). The black lead of Borrowdale, 1500–1750: An object history of a mutable material. In K. A. Wilson & S. F. S. Phillips (Eds.), *Mobility of objects across boundaries 1000–1700*. Liverpool: Liverpool University Press.
8. Gautneb, H., Rønning, J. S., Slagstad, T., & Henderson, I. (2020). The graphite occurrences of Northern Norway, a review of geology, geophysics, and resources. *Minerals*, 10 (7), 626. <https://doi.org/10.3390/min10070626>
9. Hewitt, D. F. (1965). *Graphite in Ontario*. Toronto, ON: Ontario Dep. of Mines.
10. Kreiter, A., Bartus-Szöllösi, Sz., Bajnóczi, B., Azbei Havancsák, I., Tóth, M., & Szakmány, G. (2017). Ceramic technology and the materiality of Celtic graphitic pottery. In M. E. Alberti, S. Sabatini (Eds.), *Exchange networks and local transformations. Interaction and local change in Europe and the Mediterranean from the Bronze Age to the Iron Age* (pp. 169–179). Oxford: Oxbow Books. URL: https://www.academia.edu/50028000/Ceramic_technology_and_the_materiality_of_Celtic_graphitic_pottery
11. Martino, S. (2017). Graphite-treated pottery in the Northeastern Mediterranean from the Chalcolithic to the Bronze Age. *Near Eastern Archaeology*, 80 (1), 3–11. <https://doi.org/10.5615/neareastarch.80.1.0003>
12. Mykhailov, V., Malyuk, B., Bovsunivskiy, P., Kovalenko, N., Bertrand, G., de Oliveira, D., Wittenberg, A., Wellmer, F.-W., Horwath, Z., & Hollis, J. (2023). *Strategic minerals of Ukraine and their investment attractiveness*. France, Orleans: BRGM URL: https://www.researchgate.net/publication/392904136_Strategic_minerals_of_Ukraine_and_their_investment_attractiveness
13. Park, J., Cho, S. J., Shin, S., Kim, R., Shin, D., & Shin, Y. (2025). Overview of graphite supply chain and its challenges. *Geosciences Journal*, 29, 329–341. <https://doi.org/10.1007/s12303-025-00027-2>

14. Shelley, J. W. (1916). Graphite in Madagascar. *The Mining Magazine*, 14 (6), 324–330.
15. Simandl, G. J., Paradis, S., & Akam, C. (2015). Graphite deposit types, their origin, and economic significance. *Geological Fieldwork 2014, British Columbia Geological Survey Paper, 2015-1*, 163–171.
16. Sun, L., Xu, Cui-ping, Xiao, Ke-yan, Zhu, Yu-sheng, & Yan, Ling-ya (2018). Geological characteristics, metallogenic regularities and the exploration of graphite deposits in China. *China Geology*, 1 (3), 425–434. <https://doi.org/10.31035/cg2018044>
17. Tichý, L. (1998). Z historie exploatace grafitu v jižních Čechách: Pravěk a starověk [From the history of graphite exploitation in South Bohemia: Prehistory and Antiquity]. *Obnovená tradice*, (17), 3–7. URL: <https://slon.diamo.cz/hpvt/2006/tradice/T09.htm>
18. Touzain, P., Balasooriya, N., Bandaranayake, K., & Descolas-Gros, C. (2010). Vein graphite from the Bogala and Kahatagaha–Kolongaha mines, Sri Lanka: A possible origin. *Canadian Mineralogist*, 48 (6), 1373–1384. <https://doi.org/10.3749/canmin.48.5.1373>
19. Faber-Castell (n. d.). *A brief history of the pencil*. <https://www.faber-castell.com/corporate/history/a-brief-history-of-the-pencil>
20. U.S. Geological Survey. (2022). *Mineral commodity summaries 2022*. U.S. Department of the Interior. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2022/mcs2022.pdf>
21. U.S. Geological Survey. (2026). *Mineral commodity summaries 2026*. U.S. Department of the Interior. <https://pubs.usgs.gov/periodicals/mcs2026/mcs2026.pdf>
22. Township of Greater Madawaska. (2022). *The history of Black Donald Mine*. <https://www.greatermadawaska.com/en/play-and-explore/black-donald-graphite-mine.aspx>

THE GRAPHITE COLLECTION OF THE YEVHEN LAZARENKO MINERALOGICAL MUSEUM IN A RETROSPECTIVE OF THE DEVELOPMENT OF GLOBAL GRAPHITE RESOURCES

Oksana Tsilimak, Kateryna Burban, Albertyna Buchynska, Uliana Borniak
oksana.tsilimak@lnu.edu.ua, kateryna.burban@lnu.edu.ua,
mineralogy.museum@lnu.edu.ua, ulyana.bornyak@lnu.edu.ua

*Ivan Franko National University of Lviv,
4, Hrushevskoho St., Lviv, Ukraine, 79005*

Due to its unique combination of physicochemical properties, graphite is a critically important resource that determines the development of modern energy-saving technologies and the strategic stability of the global industrial complex.

The Yevhen Lazarenko Mineralogical Museum of the Ivan Franko National University of Lviv houses a fairly representative collection of graphite samples, graphite-containing parageneses, and graphite concentrate samples (35 exhibits). It was formed based on the results of an inventory of the Museum's systematic and exhibition funds over 170 years. The exhibits represent the main graphite-bearing provinces of the world and key geological and industrial types of graphite deposits. The collection covers the genetic diversity of graphite from currently operating facilities, as well as from already depleted or promising deposits for future development. This makes it a unique object for comparative genetic research and popularization of knowledge about critical mineral raw materials.

The article provides a retrospective analysis of the history of the formation of the graphite collection. Three natural stages of its formation are identified and characterized: stage I – the second half of the 19th century–the beginning of the 20th century (six samples); stage II – the 1950s–1980s (27 samples); stage III – from the beginning of the 21st century (two samples).

The history of graphite extraction and use, which dates back to ancient times, is analysed. A detailed description of the most representative, most interesting and rare samples, which are exhibited in

demonstrative showcases or stored in the Museum's collections, is given. The main morphological and genetic types of graphite are described in detail – microcrystalline, flake and veined.

The collection has significant scientific and historical value, as it contains unique samples from deposits that are already depleted, hard-to-reach, or currently inaccessible altogether.

Key words: graphite, morphological and genetic type, collection, Yevhen Lazarenko Mineralogical Museum, deposit, industrial use, mineral and raw material base, SPG (Spherical Purified Graphite).



Стаття поширюється на умовах
ліцензії відкритого доступу CC BY 4.0

Дата першого надходження статті до видання: 31.03.2026
Дата прийняття статті до друку після рецензування: 28.04.2026
Дата публікації (оприлюднення) статті: 29.05.2026