

**КОРИСНІ КОПАЛИНИ ОСАДОВИХ БАСЕЙНІВ;
СУЧАСНІ МЕТОДИ ЛІТОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ /
ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ ОСАДОЧНЫХ БАСЕЙНОВ;
СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ЛИТОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

УДК 551.311(1.231:552.52(477))

Г.О. Кузьманенко¹, І.С. Потапчук¹, К.І. Деревська²

КАОЛІНОВА КОРА ВИВІТРЮВАННЯ УКРАЇНСЬКОГО ЩИТА: ВИВЧЕНІСТЬ І СУЧАСНІ ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

G.O. Kuzmanenko, I.S. Potapchuk, K.I. Derevs'ka

KAOLIN WEATHERING CRUST OF UKRAINIAN SHIELD. THE STUDY STATE AND MODERN INVESTIGATION OBJECTIVES

Проаналізовано стан вивченості каолінової кори вивітрювання Українського щита, виділено основні історичні періоди її вивчення, визначено найважливіші наукові результати досліджень. Обґрунтовано необхідність і перспективи подальших досліджень первинних каолінів.

Ключові слова: каолінова кора вивітрювання, Український щит, історія досліджень, стан вивченості.

Проанализировано состояние изученности каолиновой коры выветривания Украинского щита, выделены основные исторические периоды ее изучения, определены наиболее важные научные результаты исследований. Обоснованы необходимость и перспективы дальнейших исследований первичных каолинов.

Ключевые слова: каолиновая кора выветривания, Украинский щит, история исследований, состояние изученности.

The extent of kaolin weathering crust study of Ukrainian Shield has been analyzed: the principle periods of investigations history have been distinguished, the main scientific results of these investigations have been defined. Necessity and perspectives of further investigations primary kaolin have been motivated.

Keywords: kaolin weathering crust, Ukrainian Shield, history of research, study state.

ВСТУП ТА ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ

Значна кількість літературних і фондових джерел, де міститься інформація по корі вивітрювання (КВ) Українського щита (УЩ) заслуговує на спеціальний детальний бібліографічний критично-аналітичний огляд, а метою цієї статті є лише короткий виклад основних результатів вивчення КВ та окреслення найважливіших проблем і задач, що виникли при вивченні каолінової КВ з огляду сучасних вимог до цієї сировини.

Український щит належить до одного з найбільше геологічно вивчених регіонів України. Систематичні дослідження проводились тут з початку ХІХ століття. Відтоді опубліковано значну кількість монографій, статей і різномасштабних карт. Велику увагу науковці приділяли вивченню каолінової КВ, що покриває більшу частину УЩ. З нею пов'язані численні родовища первинних каолінів, що об'єднуються в просторово-часовому й генетичному відношенні в каолінову провінцію щита [7, 9, 17].

На УЩ поширені два типи КВ: площинні та лінійні. Перша з них формувалася в умовах пене-плену. Вона розвинена повсюдно, за винятком припіднятих давніх вододілів, долин дав-

ніх і сучасних рік і великих балок. Утворенню лінійних КВ сприяли зони розломів і підвищеної тектонічної роздробленості, що обумовили циркуляцію і глибоке проникнення поверхневих вод.

На УЩ, за даними багатьох дослідників, виділяється кілька епох короутворення, починаючи з пізнього протерозою. О.Д. Додатко, узагальнюючи результати переважно власних досліджень, в післяархейській історії розвитку щита виділив 16 епох короутворення, що знаменували відносно стабільний тектонічний режим його розвитку, сприятливі палеогеографічні та палеокліматичні умови [7].

На сучасному етапі кристалічну основу перекривають головним чином молоді КВ, що збереглися від розмиву. Їх вік вважається пізньомезозойським (юра-крейда), допалеогеновим. Залишки більш давніх КВ вціліли на схилах щита та в деяких депресивних геоморфологічних формах. В центральних частинах щита поширені переважно мезозойські КВ [2, 9, 17].

Потужність збереженої КВ на УЩ різна. Місцями КВ повністю розмита, місцями сягає 100 м і більше. Загалом поширеність і потужність КВ залежна від потужності тріщинуватої зони, рів-

ня регіонального базису ерозії, інтенсивності водообміну між водоносними горизонтами. Більш потужні КВ встановлені в депресивних структурах.

Родовища первинних каолінів більшої частини УЩ мають переважно просту геологічну будову, яка представлена пластовими, лінзо- або пластоподібними покладами глинистих порід, витриманими за будовою, потужністю і якістю корисної копалини, фізико-механічними та іншими властивостями, передбаченими кондиціями, з рівномірним розподілом корисних або шкідливих компонентів. За геолого-промисловим типом ці родовища відносяться до елювіальних, тобто таких, що сформувались внаслідок вивітрювання магматичних порід та накопичились на місці глинистих продуктів вивітрювання цих гірських порід.

Первинний каолін через свої цінні якості (вогнетривкість, пластичність, дисперсність тощо) широко використовується для виробництва тонкої кераміки, у паперовій, гумовій, миловарній і парфюмерно-косметичній промисловості, в процесі синтезу каучуку і виробництва сірчаноокислого глинозему, білого портландцементу тощо.

За запасами і видобутком каоліну України належить провідне місце серед країн СНД. В Україні зосереджено понад 35% запасів цих країн. На сьогодні розробляється 17 родовищ каоліну. Основний видобуток зосереджений у Дніпропетровській області (Присянівське родовище) і Вінницькій (Глухівецьке). На базі цих родовищ працюють найбільші в Україні комбінати.

ОГЛЯД МАТЕРІАЛІВ ТА ОБГОВОРЕННЯ

В історії досліджень каолінової КВ УЩ можна виділити декілька періодів: перший (або ранній) — кінець XVIII – початок XX століття; другий (або радянський) — середина XX століття; сучасний (або український) — з 90-х років XX століття.

Перший період бере свій початок у другій половині XVIII століття. Саме тоді в літературі з'явилися уривчасті відомості про кристалічні породи УЩ. В цей же час були відкриті перші родовища каоліну. Проте протягом багатьох десятиріч КВ займалися уривчасто, більшою мірою лише попутно. Вивчення давніх КВ особливо посилились коли Геологічний комітет Росії почав проводити десятиверстну геологічну зйомку наприкінці XIX століття.

В 1883 р. вийшла в світ класична робота В.В. Докучаєва, котрий розглядав ґрунт як

геологічне тіло і вважав, що будь-яка осадова порода є в тій чи іншій формі продуктом вивітрювання. Пізніше (1896 р.) з'явилось перше зведення П.А. Зем'ятченського по родовищах українських каолінів. У 1901 році було відкрито Глухівецьке родовище первинного каоліну. Родовища каолінів починають привертати увагу дослідників, і на початку XX ст. виходять роботи К.Д. Глінки (1906 р.), О.Я. Самойлова (1912 р.), І.І. Гінзбурга (1912 р., 1914 р.).

В *радянський період* почалося систематичне вивчення геології УЩ. Роботами М.І. Безбородька, В.І. Лучицького, М.І. Світальського, П.П. П'ятницького та іншими встановлено найхарактерніші для фундаменту магматичній метаморфічні комплекси, розроблено перші стратиграфічні схеми докембрію, визначено найважливіші риси тектоніки. В довоєнні роки був проведений великий об'єм робіт на пошуки і розвідку корисних копалин, що пов'язані з кристалічними породами УЩ.

Післявоєнний час ознаменувався виключно бурхливим і успішним розвитком вчення про КВ УЩ. Цьому сприяли організація систематичних випусків збірника «Кора виветривання», семінари по КВ і праці І.І. Гінзбурга (1957 р., 1960 р., 1962 р. та ін.), В.П. Петрова (1967 р.), К.К. Нікітіна (1962 р., 1963 р., 1970 р.), О.І. Перельмана (1962 р., 1968 р.), К.І. Лукашова (1967 р.) та ін.

У 60-ті роки XX ст., внаслідок вивчення кристалічних порід Уралу, які проводились під керівництвом І.І. Гінзбурга, давні КВ стають предметом спеціальних досліджень. Саме І.І. Гінзбург вважається засновником теорії мінералого-геохімічної зональності у КВ. На його думку, будь-яка КВ повинна мати зональність, оскільки кислі поверхневі розчини просочуються донизу, поступово переходять у слабколужні та лужні [3]. Крім того, він вперше розділив каоліни на первинні та вторинні і визначив вплив палеоклімату на формуванням первинних каолінів.

Дослідженнями С.В. Потапенка (1952 р.), Б.А. Гидалевича (1954 р.), В.Д. Кондрачука (1957 р.) та іншими встановлено, що КВ кислих порід має найчастіше тризонну будову. Четверта латеритна зона ніде на кислих породах УЩ не фіксувалася. Однак деяким дослідникам (В.Т. Погребний, 1967 р.; М.Д. Ельянов, В.Т. Погребний, Д.П. Хорошева, 1968 р. та ін.) вдалося виявити мінерали вільного глинозему у верхніх горизонтах каолінової кори окремих гранітів. На думку Є.Г. Куковського (1963 р.) і деяких інших авторів, КВ гранітоїдів має лише дві зони;

середня зона проміжних продуктів вивітрювання відсутня або дуже слабо виражена.

На Україні середина ХХ століття характеризується відкриттям ряду родовищ первинних каолінів. Вивченню КВ Придніпров'я присвячені роботи Г.М. Романенка (1968 р., 1971 р.), А.У. Литвиненка (1963 р.), А.Д. Додатка (1964 р., 1966 р.), Д.П. Хорошевої (1966 р.); Волині — Ю.М. Мельника (1960 р.), В.Ю. Кондрачука (1958 р., 1964 р.), Н.І. Бучинської (1971 р.), Н.О. Лисициної (1967 р.); Побужжя — Ю.С. Лебедева (1957 р.), Л.Г. Ткачук та Л.С. Сонкін (1981 р.) протягом тривалого часу вивчали Глухівецько-Турбівський каоліновий район [16].

Слід відмітити особливий внесок у вивчення КВ співробітників сектору КВ Дніпропетровської групи відділів Інституту мінеральних ресурсів, які узагальнили всі матеріали по КВ, запропонували генетичну класифікацію корисних копалин КВ та схему металогенічного районування КВ УЩ, що дало чітке уявлення про корисні копалини цієї формації і закономірності їх розміщення. На цій основі розроблено геологічні критерії пошуків і визначено перспективні площі [18].

Особливої уваги заслуговують експериментальні дослідження, що проводилися Є.Г. Куковським, по вивченню механізму перетворень мінералів при вивітрюванні, кристалохімічної інтерпретації цього процесу, механізму розвитку процесу латеритизації. Як показали роботи Ю.О. Руська, Є.Г. Куковського, Ю.К. Іванова, М.С. Комської, С.П. Ничипоренко, А.Б. Островської та ін. (1960–1965 рр.), кристалохімічна і морфологічна будова каолініту різноманітна і пов'язана з його фізико-хімічними та структурно-механічними властивостями.

Ю.О. Русько та ін. (1965–66 рр.), М.С. Комська (1966 р.), М.Г. Бергер та ін. (1966 р.) досліджували морфологію кристалів каолініту і її вплив на властивості каолінової сировини, а також визначили помітні зміни в ступені досконалості кристалічної структури первинного і вторинного каоліну з родовищ України [13].

Велике значення має вивчення міграції і балансу речовини в ході вивітрювання кристалічних порід (А.Д. Додатко, В.Ю. Кондрачук, Є.В. Мельничук та ін.), що є, окрім інших аспектів, важливим засобом загальної оцінки розвитку процесу вивітрювання і його контролю.

Деякі дослідники приділяли велику увагу тектонічному аспекту вивчення поширення, формування і руйнації каолінових КВ. Дослідженнями

В.Ю. Кондрачука, В.І. Сивоконя, Л.С. Сонкіна встановлена приуроченість родовищ первинних каолінів саме до зон сполучення розломів і зон катаклазу в кристалічному фундаменті, що є важливою пошуковою ознакою. До цього самого кола питань примикають задачі подальшого вивчення морфогенезу похованого рельєфу фундаменту і КВ (М.Д. Ельянов, Ю.Н. Даниленко, О.О. Гойжевський та ін.) і висвітлення можливостей застосування геофізичних методів для встановлення потужності КВ і рельєфу фундаменту (В.А. Нечаєв, З.П. Курсакова, В.Ю. Коваленко та ін.).

Вивчення речовинного складу КВ кислих порід проводилося як у напрямі мінералого-петрографічних і технологічних досліджень каолінів і всього профілю кори (І.І. Гінзбург, К.Д. Глінка, В.І. Лучицький, Д.Л. Будиков, Л.І. Карякін, І.І. Мельников, С.В. Потапенко, М.С. Комська, Є.Г. Куковський, В.Г. Латиш і ін.), так і по лінії детальних досліджень структурних і кристалохімічних особливостей основних гіпергенних мінералів, насамперед каолініту, і їхнього генезису (В.П. Ананьєв, Е.Г. Куковський, Ю.О. Русько, М.Ф. Баранова й ін.). Слід зазначити, що у складі первинної каолінової КВ переважає глинистий мінерал каолініт, з яким поширені уламки кварцу та, меншою мірою, слюдисті мінерали. Отже, іншим мінералам каолінової КВ приділялось менше уваги, але деяким з них присвячено спеціальні роботи. Так, наприклад, М.Ф. Баранова й ін. (1958 р.) досліджували кварц із первинних каолінів Приазов'я, Д.П. Бобровник (1954 р.) — зміни біотиту в КВ, О.І. Матковський (1957 р.) і Ю.М. Мірошник (1964 р.) — гідрослюдисті мінерали КВ кислих порід Волині. А.Я. Додатко, Г.Н. Романенко (1969 р.), А.У. Литвиненко, Д.П. Хорошева (1963 р.) досліджували каолініт з КВ ультраосновних порід.

Знаменною подією в історії дослідження КВ цього періоду є публікація у 1971 р. двотомника «Коры выветривания на территории УССР» під редакцією В.Ю. Кондрачука.

Упродовж багатьох років науковці вивчали докембрійські утворення Верхнього Побужжя, їх вік та тектонічну будову. Найважливіше значення мають праці Ю.І. Половинкіної (1971 р.), О.І. Слензака (1961 р.), Є.Б. Наливкіної (1977 р.), В.М. Венедиктова (1986 р.). Вивченню геохронології гранітоїдів УЩ присвячено численні роботи М.П. Щербака.

Значний внесок у вивчення кори вивітрювання території внесли геологи-зйомщики

В.І. Шунько, В.А. Рябенко, Е.Я. Жовинський, Г.С. Безверхній, І.І. Шоцький, В.І. Забіяка, В.А. Велетнів, В.Ф. Володін, М.А. Самарін та ін. Територія досліджень покрита гравіметричною зйомкою (масштабу 1:200 000 та 1:50 000), аеромагнітною зйомкою (масштабу 1:25 000) та електророзвідкою методом БЕЗ (у масштабі 1:100 000).

Важливими є дослідження КВ шведського вченого О. Тамма, американського вченого З. Келлера, німецького геолога Г. Гаррасовица та інших.

Сучасний, або український, період розпочинається з 90-х років ХХ століття роботами по створенню мінерально-сировинної бази України, в тому числі і каоліну. В цей же час гостро постає питання ліквідації наслідків аварії на Чорнобильській АЕС та надзвичайних ситуацій, пов'язаних із забрудненням навколишнього середовища токсичними та радіоактивними речовинами. Групою дослідників (В.М. Кадошніков, Ю.Г. Федоренко, Б.П. Злобенко, М.П. Мовчан та ін.) визначено, що для цих цілей раціонально використовувати ефективні недорогі, нетоксичні, негорючі речовини, які при контакті з токсичними речовинами поглинали і утримували б їх в своєму об'ємі довгий час, або переводили б їх в малотоксичний стан [5]. Серед таких сорбентів найбільшого застосування набули високодисперсні шаруваті силікати (бентоніт, сапоніт, нонтроніт, гідрослюда) та шарувато-стрічковий силікат (палигорськіт). Також розробляються нові засоби для очищення та дезактивації поверхонь з використанням каоліну. Науковці Інституту геохімії навколишнього середовища НАН України займаються вивченням динаміки процесів самоочищення наземних екосистем від техногенного забруднення з використанням для цих цілей каоліну.

З 2000 року розпочато роботи по створенню нової концепції розвитку мінерально-сировинної бази України [6], розроблено довгострокову програму розвитку виробництва на базі раціонального використання мінерально-сировинних ресурсів. Державна комісія України по запасах корисних копалин у грудні 2004 року затвердила інструкцію із застосування «Класифікації запасів і ресурсів корисних копалин державного фонду надр до родовищ глинистих порід».

Зростає інтерес до вивчення КВ у зв'язку з розвитком новітніх методів досліджень в країнах СНД, і глинисті мінерали та каоліни з 2002

року стають предметом обговорення на багатьох тематичних нарадах різного рангу [4, 14, 15 тощо]. Збільшується кількість наукових робіт стосовно вивчення сорбційних властивостей глини і методів регулювання технологічних властивостей каолініту, що дає можливість розширити спектр застосування цієї корисної копалини.

Як відомо, сорбційна властивість — це властивість глинистих порід поглинати речовину з розчинів або газів, вбираючи їх як на поверхні, так і в об'ємі глинистих мінералів. Особливо висока сорбційна спроможність властива бентонитовим глинам, до складу яких входять, головним чином, монтморилоніт і палигорськіт. Сорбційні властивості глини широко використовуються для знебарвлення й очищення олій і жирів у харчовій, нафтовій, текстильній промисловості, для виготовлення ліків, очищення води, сорбції радіонуклідів, важких металів, пестицидів тощо. Глинисті породи, що використовуються як сорбенти і коагулянти у харчовій промисловості, оцінюються за зерновим складом, вологістю, вмістом вільної H_2SO_4 , фільтруючими й відбілюючими властивостями.

На сьогодні такі провідні країни як Швеція, Швейцарія, Греція продовжують досліджувати сорбційні властивості глини та можливість їх комплексного використання. В Україні такі дослідження тільки розпочалися [1, 8, 10]. На даний час до кінця не визначено сорбційні властивості каоліну і можливість комплексного використання його у сукупності з іншими класичними сорбентами для збільшення діапазону поглинання шкідливих речовин.

Слід зазначити, що вивчення якості глинистих порід під час геологічних робіт (пошукових або пошуково-оціночних) проводиться, виходячи з напряму вибраного промислового використання порід, яке передбачається замовником. Тому слід одночасно встановлювати всі можливі напрями використання сировини. Крім того, на сьогодні залишається складним питання якості аналітичних робіт, яку необхідно систематично вдосконалювати відповідно до сучасних вимог.

Попит на каолін щороку стрімко зростає і на теперішній час задовольняється лише на 70%. На сьогодні на українському каоліні працює більша частина порцеляно-фаянсових заводів країн СНД та чимало в Європі, тоді як українські заводи зупинені. Відомо, що Україна до 1993 р. виробляла понад 1 млн. т збагаченого каоліну і входила до лідируючої групи. На жаль, на даний

час обсяг виробництва в країні скоротився до 170–200 тис. т [12]. Виробництво вищих марок каоліну потребує використання сучасного обладнання та новітніх технологій, яких країні на теперішній час бракує. Виняток становить тільки Глухівецьке родовище, на якому завдяки інвестиціям з 2002 року удосконалено технологічний процес, і почали зростати обсяги виробництва.

ВИСНОВКИ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

Проведений аналіз вивченості каолінових КВ УЩ дозволяє зробити такі висновки.

В історії вивчення каолінових КВ можна виділити три періоди: *ранній*, що характеризується початком вивчення кристалічних порід УЩ; *радянський*, відомий систематичним вивченням КВ і відкриттям найбільших родовищ каоліну; *сучасний, або український*, характерний впровадженням новітніх методів досліджень і розширенням областей застосування каоліну.

Незважаючи на тривалість вивчення території УЩ, ще й досі залишаються невирішеними або дискусійними низка питань. Так, дискусійним є питання щодо механізму формування зонального профілю КВ, який обґрунтований трьома гіпотезами: 1 — послідовність формування; 2 — одночасність формування всіх зон з наступним збільшенням потужності; 3 — одночасність формування всіх зон по материнській породі на всю глибину існуючої системи тріщин [12].

Досі залишаються перспективи щодо відкриття в межах Глухівецько-Турбівського каолінового району нових покладів первинних каолінів. Актуальною є також проблема довивчення території родовищ та удосконалення технології видобування каолінів.

Слід зупинитися на попередній переоцінці наявних розвіданих запасів з позицій сучасних вимог до каолінової сировини, що базується на можливостях новітніх лабораторно-аналітичних досліджень.

Наявність невирішених або дискусійних питань, які пов'язані з дослідженням та використанням первинних каолінів, з одного боку, та розвиток сучасних методів і підходів у літології, мінералогії та геохімії, що їх широко застосовують при вирішенні геологічних питань та екологічних проблем, зумовили потребу подальших досліджень первинних каолінів.

1. *Аблаєва Л.А.* Використання бентонітових глин Кудринського родовища для охорони навколишнього середовища: Автореф. дис. ... канд. геолог. наук. — Київ — 2002. — 17 с.
2. *Геворк'ян В.Х.* Геология нижнемеловых отложений юго-западной окраины Восточно-Европейской платформы. — К.: Наук. думка, 1976. — 158 с.
3. *Гинзбург И.И.* Типы древних кор выветривания, формы их проявления и классификация // *Кора выветривания*, М.: Недра, 1963. — С. 83–93.
4. *Глины, глинистые минералы и слоистые материалы* — СМЛМ2009 — М.: Издатель И.В. Балабанов, 2009. — 302 с.
5. *Глины и каолины Украины: месторождения, продукция, технологии. Материалы первой специализированной выставки-конференции.* — К., 1998. — 60 с.
6. *Гурський Д.С.* Концептуальні засади державної мінерально-сировинної політики щодо використання стратегічно важливих для економіки країни корисних копалин : Автореф. дис. ... канд. геолог. наук. — Київ, 2008. — 26 с.
7. *Додатко А.Д.* Кори выветривания Украинского щита. Дис. ... доктора геол.-мин. наук: Днепропетровск — 1976. — 312 с.
8. *Колябіна І.Л.* Особливості розподілу урану та стронцію в матеріалах захисного шару приповерхневих сховищ радіоактивних відходів : Автореф. дис. ... канд. геолог. наук: Київ — 2007. — 20 с.
9. *Коры выветривания на территории УССР / Отв. ред. Кондрачук В.Ю.* — К.: Наук. думка, 1971. — Ч. 1. — 280 с.; Ч. 2 — 250 с.
10. *Лук'янова В.В.* Сорбція органічних речовин аніонного типу на природних і модифікованих сорбентах: Автореф. дис. ... канд. хімічних наук: Київ — 2006. — 20 с.
11. *Овчаренко Ф.Д., Круглицкий Н.Н., Русько Ю.А. и др.* Каолины Украины: Справочник. — К.: Наук. думка, 1982. — 367 с.
12. *Осадочные процессы: седиментогенез, литогенез, рудогенез (эволюция, типизация, диагностика, моделирование) // Материалы 4-го Всерос. литол. совещ. Т. 1* — М.: ГЕОС, 2006. — 400 с.
13. *Русько Ю.А.* Каолинизация и каолины Украинского щита. — К.: Наук. думка, 1976. — 160 с.
14. *Слюсаренко Г.О.* Літологічна характеристика кори вивітряння докембрійських порід північно-західної частини Українського щита. // *Збірник наук. праць Ін-ту геол. наук НАН України.* — Вип. 2. — 2009. — С. 135–140.
15. *Сучасні проблеми літології та мінерагенії осадових басейнів України та суміжних територій: [зб. наук. пр. ІГН НАН України]* — Київ, 2008. — 284 с.
16. *Ткачук Л.Г., Сонкин Л.С.* Каолины Глуховецко-Турбовского района Украинского щита и перспективы их использования. — К.: Наук. думка, 1981. — 291 с.
17. *Эльянов М.Д.* Формация коры выветривания кристаллических пород Украинского щита. — Днепропетровск, 1993. — Кн. 1. — 645 с.; Кн. 2 — 642 с.
18. *Эльянов М.Д., Хорошева Д.П., Тимошенко И.Л.* Металлогеническое районирование коры выветривания Украинского щита // *Геол. журн.* — 1979. — № 1. — С.1–11.

¹ — Інститут геологічних наук НАН України, Київ

² — Національний Науково-природничий музей НАН України, Київ

E-mail: galtschonok@ukr.net, zimkakaty@gmail.com

Рецензент — д-р геол.-мінерал. наук В.Х. Геворк'ян