ISSN 2519–2620. Проблеми геоморфології і палеогеографії...2024. Вип. 2 (17), 160–172
УДК 551.24/44; DOI 10.30970/gpc.2024.2.4564

Неотектонічні рухи в долині р. Прут: записи у карсті та відкладах річкових терас

Богдан Рідуш* (https://orcid.org/0000-0002-5896-6073), **Василь Шавранський** (https://orcid.org/0009-0004-7015-6139)
Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича
*b.ridush@chnu.edu.ua

Анотація. Ділянка долини р. Прут між селами Драниця і Крива становить південну частину Хотинсько-Мамализького тектонічного підняття. Це єдина ділянка в межах долини, де шар неогенових гіпсів розкривається ерозією Пруту та його приток.

У глинистих відкладах печери Попелюшка виявлено полігональні структури ("паркет") на трьох рівнях. В даний час рівень підземних вод було знижено шляхом відкачування до 28 м від природного рівня в сусідньому гіпсовому кар'єрі. Однак природний рівень підземних вод знаходиться лише на 4 м нижче покрівлі товщі гіпсу. Полігональні структури, викликані зневодненням, є доказом того, що в минулому рівень природних підземних вод був щонайменше на 6 м нижчим, ніж зараз. Датовані за радіовуглецевим датуванням залишки кісток шерстистого носорога, знайдені в печері Малімон-Каньйон неподалік від печери Попелюшка, показують, що близько 38 тисяч років тому цей тектонічний блок, який містить обидві печери, був приблизно на 10 м вище, ніж зараз, і повільно опускався з того часу. Терасові відклади на Мамализькому тектонічному блоці датовані кінцем раннього плейстоцену (мартоношсько-сульський етап), але через тектонічне опускання у пізньому плейстоцені ця тераса значно нижча за середню висоту цієї тераси в долині Пруту. На основі аналізу морфології печер, печерних відкладів і ділянок терасових відкладів зроблено висновок про повільне опускання Мамализького і Кривського тектонічних блоків у долині Пруту протягом пізнього плейстоцену. На попередніх етапах гіпсова товща в обох блоках знаходилась гіпсометрично вище і перебувала в зоні коливань рівня підземних вод. Поверхні надзаплавних терас в межах цих блоків істотно деформовані і їхня теперішня висота не відповідає очікуваній в середньому по долині Пруту. У пізньому плейстоцені – голоцені в регіоні відбулась дуже потужна сейсмічна подія, яка спричинила ліквіфікацію ніжньобаденських пісків та їх ін’єкцію угору по розрізу.

Ключові слова: гіпсовий карст; печерні відклади; річкова долина; тектонічні рухи; терасові рівні; палеогеоморфологічний аналіз; Прут.

Neotectonic movements in the Prut River valley: records in karst and river terrace deposits

Bogdan Ridush*(https://orcid.org/0000-0002-5896-6073), **Vasyl Shavranskyy** (https://orcid.org/0009-0004-7015-6139)
Yuriy Fedkovych Chernivtsi National University, Chernivtsi
*b.ridush@chnu.edu.ua

Abstract. The section of the Prut River valley between the villages of Dranytsia (Ukraine) and Cryva (Republic of Moldova) constitutes the southern part of the Khotyn-Mamalyga tectonic uplift. This is the only section within the valley where the Neogene gypsum layer is exposed by erosion of the Prut River and its tributaries. The polygonal structures (“parquet”) at three levels

©Рідуш Б., Шавранський В., 2024.

were found in clay deposits of the Popeliushka Cave. At present, the water table has been decreased by pumping up to 28 m from the natural level in the nearby gypsum quarry. However, the natural water table is only 4 m below the roof of the gypsum strata. The polygonal structures caused by dehydration are evidence that, in the past, the natural water table was at least 6 m lower than it is now. The radiocarbon-dated bone remains of woolly rhinoceros that were found in the Malimon-Canyon Cave, not far from Popeliushka Cave, show us that near 38 ky BP, this tectonic block, which contains both caves, was approximately 10 m higher than now, and slowly descended since that time. The terrace deposits on the Mamalyga tectonic block were dated to the end of the Early Pleistocene (Martonosha-Sula Stage), but due to the tectonic descending during the Late Pleistocene, this terrace is much lower than the average height of this terrace in the Prut Valley. Based on the analysis of the morphology of caves, cave deposits, and sections of terrace deposits, it was concluded that the Mamalyga and Cryva tectonic blocks in the Prut Valley underwent slow subsidence during the Late Pleistocene. At previous stages, the gypsum layer in both blocks was hypsometrically higher and was in the zone of groundwater level fluctuations. The surfaces of the floodplain terraces within these blocks are significantly deformed, and their current height does not correspond to the expected average for the Prut Valley. In the late Pleistocene–Holocene, an exceptionally powerful seismic event occurred in the region, which caused the liquefaction of the Lower Baden sands and their injection upward along the section.

Key words: gypsum karst; cave sediments; river valley; tectonic movements; terrace levels; paleogeomorphological analysis; Prut River.

Вступ. Давні річкові тераси та їхні відклади є важливими архівами палеогеографічної інформації верхнього кайнозою. Вік терасових відкладів як правило встановлюється за палеонтологічними та палеопедологічними даними, або ж методам прямого фізичного датування. За відсутності таких даних висновок про давність тераси роблять за її відносною висотою над сучасним врізом основної ріки. При цьому, як вказує М. Веклич (1982), “приймається, що відносна висота цієї самої тераси загалом однакова на великому проміжку річкової долини, за виключенням територій що зазнали локальних пізньокайнозойських рухів земної кори”. Як приклад останніх він наводить верхів’я гірських річок, де висоти терас збільшуються угору за течією (Veklych, 1982, p. 143).

Проте тектонічні деформації давніх надзаплавних терас можна спостерігати і в рівнинних регіонах, де активно проявляються новітні диференційовані тектонічні рухи. Одним з таких регіонів є ділянка долини річки Прут між селами Драниця (Україна) і Крива (Молдова), де ця долина перетинає субмеридіональне Хотинсько-Мамализьке підняття (рис. 1, 2). Це єдина ділянка в межах долини, де шар неогенових гіпсів розкривається ерозією Пруту та його приток. Макроблок самого підняття розбитий на ряд менших блоків, розділених субмеридіональними розломами із значними (до 10 м і більше) вертикальними зміщеннями. Незважаючи на те, що про блокову (“клавішну”) структуру території відомо давно, структура надзаплавних терас приймалась аналогічною до інших ділянок долини у Передкарпатті (Andreychouk et al., 2017). У цій статті ми зібрали деякі випадки, що свідчать про суттєві поздовжні деформації річкових терас на цій ділянці.

Територія достатньо добре вивчена завдяки багаторічним дослідженням карстознавців Чернівецького університету та інших наукових центрів, та спелеологів Чернівецького спелеоклубу “Троглодит” і Кишинівського спелеоклубу “Абіс”. Карсту і печерам цієї ділянки присвячено чимало праць

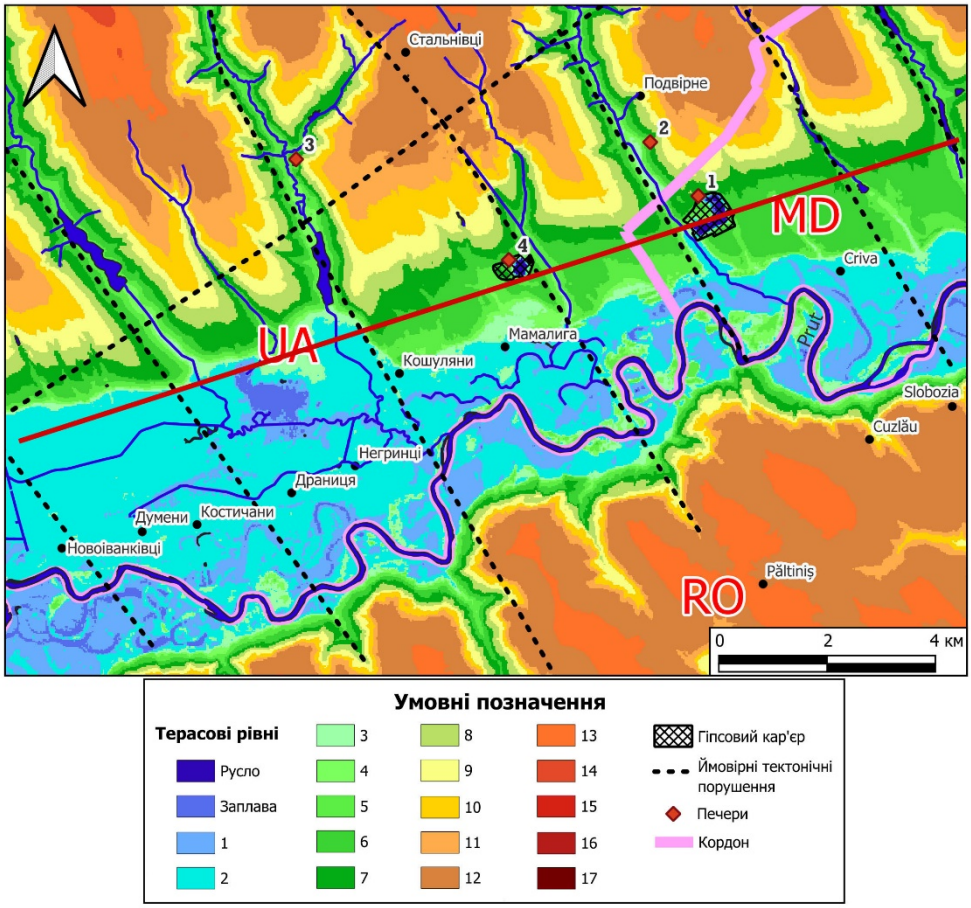


Рис. 1. Карта території дослідження. Кольором вказані терасові рівні, отримані за таблицею середніх висот терас для долин річок Українських Карпат (за Veklych, 1982). Легенда: Печери: *1* – Попелюшка, *2* – Малімон-Каньйон, *3* – Буковинка, *4* – Мамалига. UA – Україна, MD – Молдова, RO – Румунія. Суцільною червоною лінією показане розташування геологічного профілю (рис. 2)

Fig. 1. Map of the study area. The terrace levels indicated in colour are obtained from the table of average terrace heights for river valleys of the Ukrainian Carpathians (according to (Veklych, 1982). Legend: Caves: *1* – Popelyushka, *2* – Malimon Canyon, *3* – Bukovynka, *4* – Mamalyga. UA – Ukraine, MD – Moldova, RO – Romania. The solid red line shows the location of the geological profile (Fig. 2)

(Andreichuk, 1999; Ridush et al., 2003; Klimchouk et al., 2005; Andreychouk, 2007; Korzhyk, 2007; Andreychouk et al., 2009; Klimchouk et al., 2009; Andreychouk et al., 2014; Kostiuk et al., 2019; 2024; Kotula et al., 2019; Ridush et al., 2024). Ряд праць було присвячено палеогеографічним записам у карсті територій (Vremir et al., 2000; Bondar et al., 2015; Marciszak et al., 2015; Gerasimenko et al., 2019; Ridush, 2022). Значно менше праць пов’язано з вивченням наземних терасових відкладів (Łanczont et al., 2011).

Геолого-геоморфологічні умови території. Територія Прут-Дністерського межиріччя в межах Чернівецької області є зоною стику Східно-Європейської платформи з Карпатським передовим прогином. Тут товща порід розбита на численні тектонічні блоки, що сходами занурюються до передового прогину. У межах кожної сходинки масиви окремих тектонічних блоків виділяються як макроблоки на основі їхнього відносного підняття або опускання відносно суміжних структур. Окремі тектонічні блоки мають площу 10–50 км^2 і можуть зміщуватися відносно сусідніх блоків на 20 м, а амплітуда зсуву між макроблоками може сягати кілька десятків метрів (Andreychouk et al., 2017).

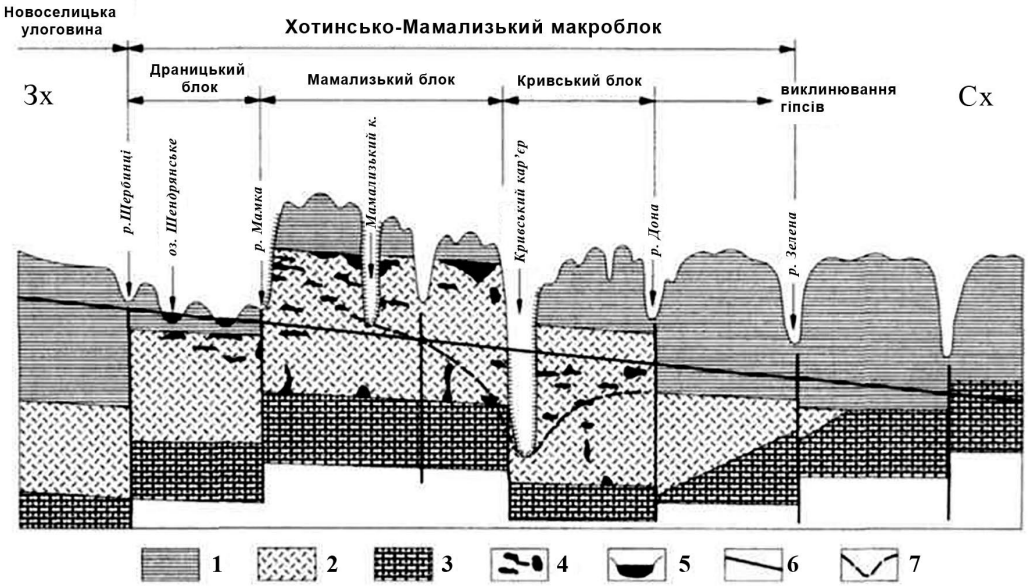


Рис. 2. Схематичний переріз через південну частину Хотинсько-Мамализького тектонічного макроблоку (за Andreychouk et al., 2017).
Умовні позначення: *1* – перекриваючі породи (верхній баденій, *2* – гіпс (середній баденій), *3* – підстильні породи (нижній баденій та верхня крейда), *4* – порожнини, *5* – базовий рівень р. Прут, *6* – розломи, *7* – конус пониження в п'єзометричній поверхні міоценового водоносного горизонту внаслідок відкачування з кар'єру Крива

Fig. 2. Schematic section across the southern part of the Khotyn–Mamalyga tectonic macro-block (after Andreychouk et al., 2017). Legend: *1* – overburden (Upper Badenian), *2* – the gypsum bed (Middle Badenian), *3* – underlying rocks (Lower Badenian and Upper Cretaceous), *4* – cavities, *5* – base level of the Prut River, *6* – faults, *7* – drawdown cone in the piezometric surface of the Miocene aquifer due to pumping from the Cryva quarry

Гідрографічна мережа представлена тут річкою Прут, що протікає тут у субширотному напрямі, та рядом лівих приток Пруту, що беруть початок на Прут-Дністровському вододілі і долини яких закладені по розломах північно-західного простягання.

Геологічний розріз місцевості уздовж долини Пруту наведено на рис. 2. Середньобаденський гіпсовий шар в районі має потужність 20–25 м, залягає на мергелях і пісках нижньобаденської товщі (2–4 м). Останній, у свою чергу,

перекриває розмиту поверхню верхньокрейдових (сеноманських) вапняків та пісковиків потужністю 12–18 м.

Гіпси перекриваються товщею бежево-сірого ратинського вапняку (до 1,5 м). Він представлений як морськими евапоритовими, так і біоепігенетичними різновидами, причому останні зазвичай складають нижню частину шару на контакті з гіпсом. Над ратинськими вапняками розташована косівська свита верхнього бадену. Вона має потужність від 5 до 60 м (залежно від місцевого рельєфу) і складається переважно з глин і аргілітів. Базальна частина косівської свити літологічно строката, з прошарками пісковику та вапняку різної потужності, збагачена дисперсними сульфатами та залізисто-марганцевими конкреціями. Еродована поверхня косівської свити перекрита четвертинними відкладами терас Пруту (Andreychouk et al., 2017).

Гідрогеологічні умови території складні, пов'язані з геоморфологічним положенням тієї чи іншої ділянки та розташуванням в тому чи іншому блоці (див. рис. 2). У Драницькому блоці гіпс залягає нижче рівня Пруту і карстовий водоносний горизонт там напірний, що розвантажується у днищі кастових озер на рівні 2-ї тераси, на північ від с. Драниця. Мамализький блок відносно припіднятий і займає найвище гіпсометричне положення. Він здренований наполовину потужності гіпсової товщі. У верхній частині товщі відомі дві великі печери – Буковинка (сумарна довжина 5172 м) біля с. Стальнівці, і Мамалига (1950 м) у діючому гіпсвому кар'єрі в с. Мамалига.

У Кривському блоці четвертинний водоносний горизонт пов'язаний головно з давніми алювіальними гравійно-галечниковими відкладами у розрізах терас. Частково він розвантажується у вигляді джерел на схилах долини річки Пацак, а частково через "вікна" провалів (в тому числі тих, що не "доросли" до поверхні землі) дренується у гіпсовий водоносний горизонт. Характеризується слабкою мінералізацією.

Незважаючи на факт часткового поглинання у карст, він не утворює єдиного горизонту з карстовими водами, відділений від нього потужною товщею (від 1–3 м до 30–40 м) водотривких неогенових глин, і є фактично підвішеним. Сучасний природний рівень карстового водоносного горизонту приблизно на 4 м нижчий за покрівлю гіпсів і має відкриту поверхню. В останні десятиліття він був штучно понижений до – 28 м через відкачування вод з Кривського гіпсового кар'єру. Характеризується високою мінералізацією, переважно сульфатно-кальцієвою.

Результати. Алохтонні печерні відклади зазвичай містять різні палеогеографічні записи. Найпоширенішими записами є осадові відклади, пилок, палеонтологічні рештки і палеомагнітні записи. Ми дослідили розріз печерних відкладів у печері Попелюшка. Печера Попелюшка (Золушка, Еміль Раковіца) — величезний лабіринт у міоценовому гіпсі протяжністю 92 км у прикордонній зоні між Україною та Республікою Молдова, на лівому березі долини річки Прут. Її було відкрито в 1977 році. Вхід був розкритий промисловим видобутком гіпсу в кар'єрі між селами Крива з боку Молдови та Подвірне з боку України. Печера розташована у Кривському блоці (див. рис. 2). Тут покрівля гіпсів розташована вище, ніж в Драницькому блоці, але нижче, ніж в Мамализькому. При природному рівні карстового водоносного горизонту, лише 4 м гіпсу знаходились вище від дзеркала підземних вод.

Крім великих розмірів галерей, печера відрізняється від інших величезних гіпсових лабіринтів, таких як печери Оптимістична, Озерна, Млинки та інших, тим, що до недавнього часу більша частина печери була нижче рівня підземних вод. Лише після початку розвідки гіпсів у 1950-х роках рівень ґрунтових вод був понижений до 28 м. Лише 3–4 м товщі гіпсу природно залягали над рівнем ґрунтових вод. Карстовий процес торкнувся всієї товщі сульфатної товщі, оскільки печерна система має гіпогенне походження і формувалася водами підстилаючого водоносного горизонту. Регіональна геолого-карстова обстановка детально описана (Andreychouk, 2007; Andreychouk et al., 2017).

Значна частина порожнин заповнена алохтонними відкладами, представленими майже лише глинами. В одному з найширших місць лабіринту, в залі Чернівецьких спелеологів, в глинистих відкладах був закладений розвідувальний шурф (рис. 3, 4), в якому простежений такий розріз (табл. 1).

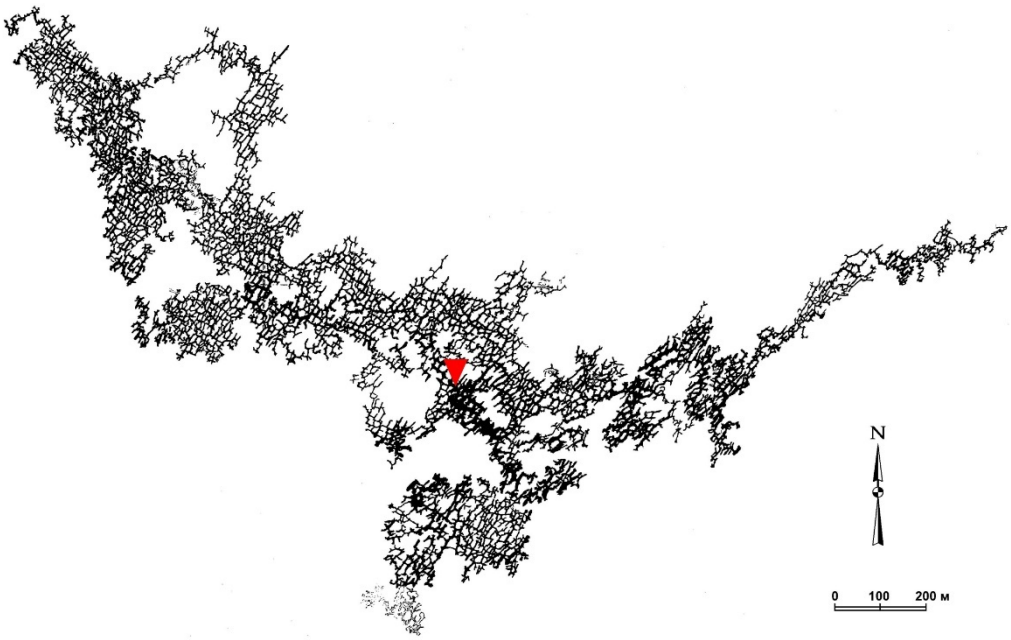
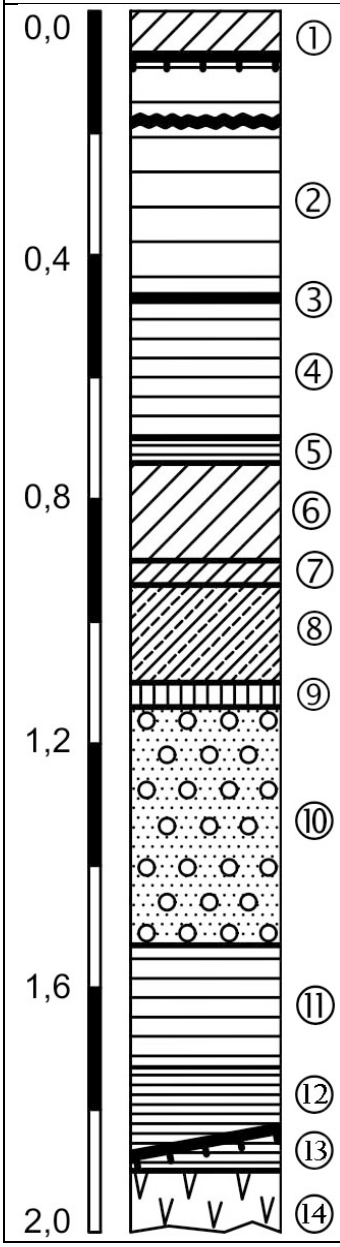


Рис. 3. План печери Попелюшка (Золушка). Топографічна зйомка Чернівецького спелеоклубу “Троглодит” та Кишинівського спелеоклубу “Абіс”. Стрілкою показано розташування шурфу
Fig. 3. Plan of the Popeliushka (Zolushka) Cave. Topographic survey of the Chernivtsi Caving Club “Troglodite” and the Chisinau Caving Club “Abis”. The arrow shows the place of the excavation pit

Отож відклади складаються здебільшого з тонкошаруватих глин сірих, коричневих і зеленкувато-сірих. Глина зазвичай м’яка і напівм’яка. Частково у верхній частині товщі вона була висушена, зменшена в об’ємі і тому розбита дегідратаційними тріщинами на полігони. На глибині 7,5 см був дуже тонкий прошарок товщиною 1 мм червоної глини (рис. 5, В). На 47 см нижче поверхні

Таблиця 1. Розріз печерних відкладів у залі Чернівецьких спелеологів у п. Попелюшка (Золушка)

Table 1. The section of cave sediments in the Chernivtsi Cavers Chamber, Popeliushka (Zolushka) Cave

Стратиграфічна колонка, м		Глибина, м	Літологія
	1	0,0 – 0,075	суглинок світло-коричневий, масивний (похований ґрунт перевідкладений), з примазками жовтого лесу.
	2	0,075-0,47	глина м’якопластична, тонколамінована. На поверхні шару – “паркет” - полігональна поверхня, розбита тріщинами всихання; 0,075-0,18 (0,075-0,125) – глина темно-сіра, нижче світло-сіра, На нерівному контакті темно- і світло-сірої глини прошарок вохри червоної 1 мм,
	3	0,47	проверсток пилуватого білого кварцового піску до 1 мм,
	4	0,47 – 0,7	перешаровування ламінованої світло-сірої і жовтої глини,
	5	0,7 – 0,74 (0,8)	глина світло-коричнева, грудкувата, з омарганцуванням по контактах грудок,
	6	0,74/0,8 – 0,87/0,9	суглинок коричнювато-жовтий опіщанений, приховано-шаруватий
	7	0,9 – 0,94	суглинок важкий, грудкуватий
	8	0,94 – 1,1	суглинок опіщанений
	9	1,1 – 1,14	лес жовтий
	10	1,14 – 1,53	гравійно-піщані відклади
	11	1,53 – 1,73	глина зеленкувато-сіра, тугопластична, масивна
	12	1,73 – 1,83	глина тугопластична жовта, на 1,83 – прошарок озалізнення з “паркетом” всихання; поверхня “паркету” - підлоги нахилена до середини галереї 10-15°
	13	1,83 – 1,9 (2,0)	глина зеленкувато-сіра, тугопластична до напівтвердої. На глибині 2,0 (1,9-1,8) м з ухилом шар озалізнення поверх карбонатної трухи з примазками омарганцювання,
	14	>1,9	- гіпс грубокристалічний

підлоги товщу глини перекривав дуже тонкий (близько 1 мм) прошарок дрібного білого кварцового піску (рис. 6, D). Пісок лежав на давній глиняній підлозі, також розчленованій полігональними тріщинами всихання. Глина є продуктом дуже

повільної ерозії перекриваючих неогенових морських глин, які, утворюючи величезні конуси обвалювання чи видавлювання, час від часу руйнуються потоками всередині печери. Механізм утворення обвалів у печері детально описаний (Klimchouk et al., 2002).

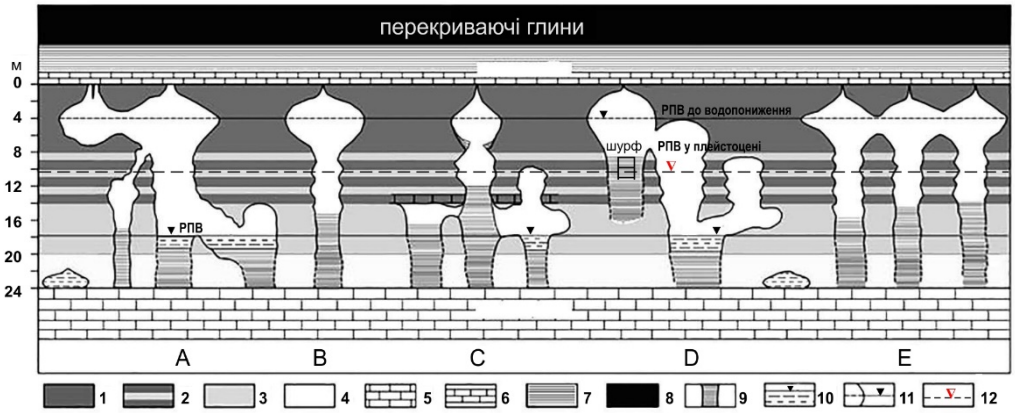


Рис. 4. Розподіл порожнин у розрізі та типові поєднання основних морфологічних елементів печери Попелюшка (за Andreyhouk, Klimchouk, 2017, з нашим доповненням). *1* – грубо- і середньокристалічний гіпс; *2* – шаруватий середньо- та дрібнокристалічний гіпс; *3* – гіпс дрібнокристалічний і тонкошаруватий; *4* – афанітовий гіпс; *5* – підстильні карбонати (мергель, вапняк) і вапнисті пісковики; *6* – перекриваючий ратинський вапняк; *7* – аргіліто-карбонатні відклади в підошві косівської світи; *8* – глини косівської світи; *9* – печерні відклади (глини); *10* – штучний рівень підземних вод; *11* – рівень підземних вод перед розробкою кар'єру; *12* – гіпотетичний рівень підземних вод у пізньому плейстоцені. A, B, C, D, E – позначення районів печери з різним характером закарстування

Fig. 4. Distribution of cavities in the cross section and typical conjunctions of main morphological elements of Popeliushka Cave (according to Andreyhouk, Klimchouk, 2017, with our additions). *1* – coarse- and medium-crystalline gypsum; *2* – layered medium- and fine-crystalline gypsum; *3* – fine-crystalline and finely stratified gypsum; *4* – aphanitic gypsum; *5* – underlying carbonates (marl, limestone) and calcareous sandstones; *6* – overlying Ratynsky limestone; *7* – argilo–carbonate sediments in the base of the Kosovsky Formation; *8* – clays of the Kosovsky Formation; *9* – cave sediments (clays); *10* – groundwater level; *11* – groundwater level before quarrying; *12* – hypothetical level of groundwater in the Late Pleistocene. A, B, C, D, E – designated areas of the furnace with different types of karstification.

Природньо цей білий кварцовий пісок залягає нижче сульфатного шару, у нижньобаденських верствах. Єдиним поясненням підняття піску є його ліквіфікація в момент давньої сейсмічної події та впорскування цієї суспензії вгору через тріщини у відкладах.

Три шари з полігональними тріщинами дегідратації на рівні біля 5–6 м нижче природного рівня підземних вод показують нам, що раніше тектонічний блок,

який вміщує печеру, знаходився на декілька метрів вище, а дно печери, перебуваючи в зоні періодичних коливань рівня підземних вод, періодично висихало (див. рис. 4). Блок значно опустився протягом четвертинного періоду. Фізичне датування згаданих відкладів та їхнє палеомагнітне, палінологічне та мінералогічне вивчення дозволить дізнатися про час сейсмічної події, а також оцінити час і швидкість опускання тектонічного блоку.

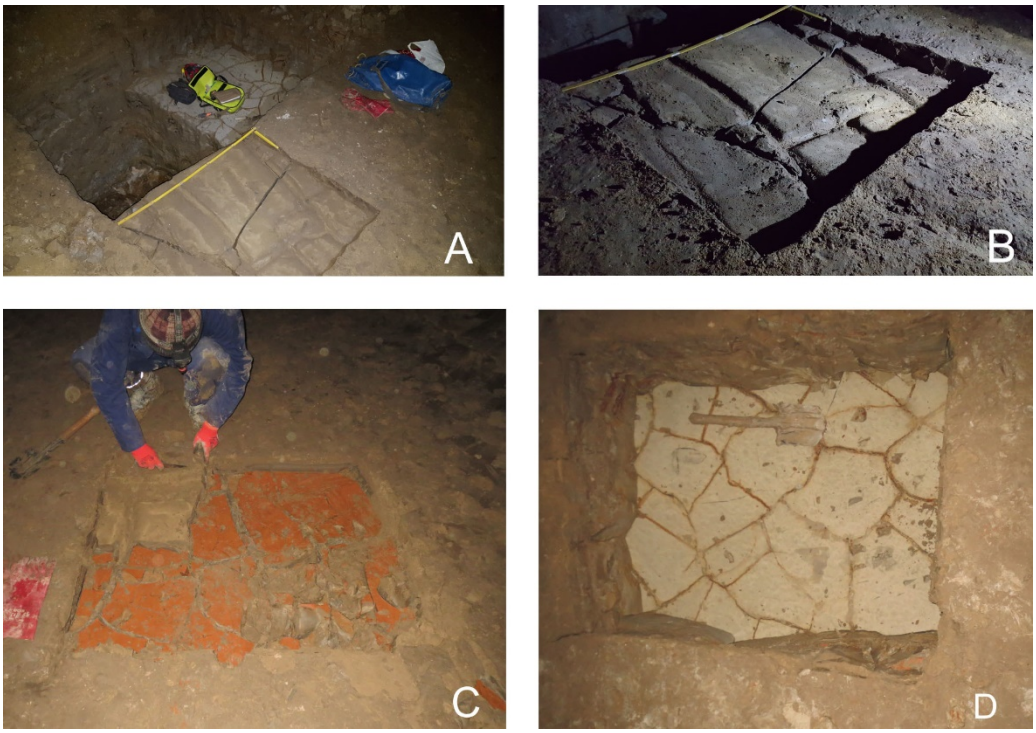


Рис. 5. Полігональні структури (“паркет”) у глинистих відкладах печери Попелюшка: A – загальний вигляд шурфу у залі Чернівецьких спелеологів; B – перший від поверхні (7,5 см) ярус “паркету”; C – озалізнений прошарок на глибині 7,5 см; D – прошарок (1 мм) дрібного кварцового піску на полігональній поверхні (-0,47 м)

Fig. 5. Polygonal structures (“parquet”) in clay deposits of the Popeliushka Cave: A – general view of the pit in the Chamber of Chernivtsi speleologists; B – the first layer of “parquet” from the surface (7.5 cm); C – ferruginous layer at a depth of 7.5 cm; B – layer (1 mm) of fine quartz sand on the polygonal surface (-0.47 m)

Частково світло на час осушення блоку може пролити знахідка в сусідній печері, яка розташована в цьому ж блоці. За 1 км на північний захід від входу до печери Попелюшка знаходиться печера Малімон-Каньйон (Ridush et al., 2003). Печера є штучно розкритою ізольованою частиною карстової системи печери Попелюшка. Розташована поблизу с. Подвірне Чернівецької області (див. рис. 1), на лівому березі р. Пацак (ліва притока Пруту), на 10 м вище рівня річки. Гіпси, як і інші корінні породи, не розкриваються в долині річки, оскільки вони перекриті

2–3-метровою товщею зсувних відкладів. Вхід до печери через штучний колодязь глибиною 15 м. Печера складається з двох широких (до 2–3 м) паралельних галерей що простягаються з південного заходу на північний схід, і з'єднані чотирма вузькими проходами приблизно перпендикулярними до головних галерей (рис. 6) (Ridush et al., 2003). Печера, по суті, є частиною більшого лабіринту, але з усіх боків обмежена обвалами.

Північно-західна галерея через тріщинний колодязь (фідер) з'єднується з пустотами нижнього ярусу, який знаходиться на 15 м нижче і нині знаходиться нижче рівня річки Пацак. Верхній рівень печери розташований у верхній частині товщі гіпсу, але майже на 5–6 м нижче нинішнього дзеркала води р. Пацак.

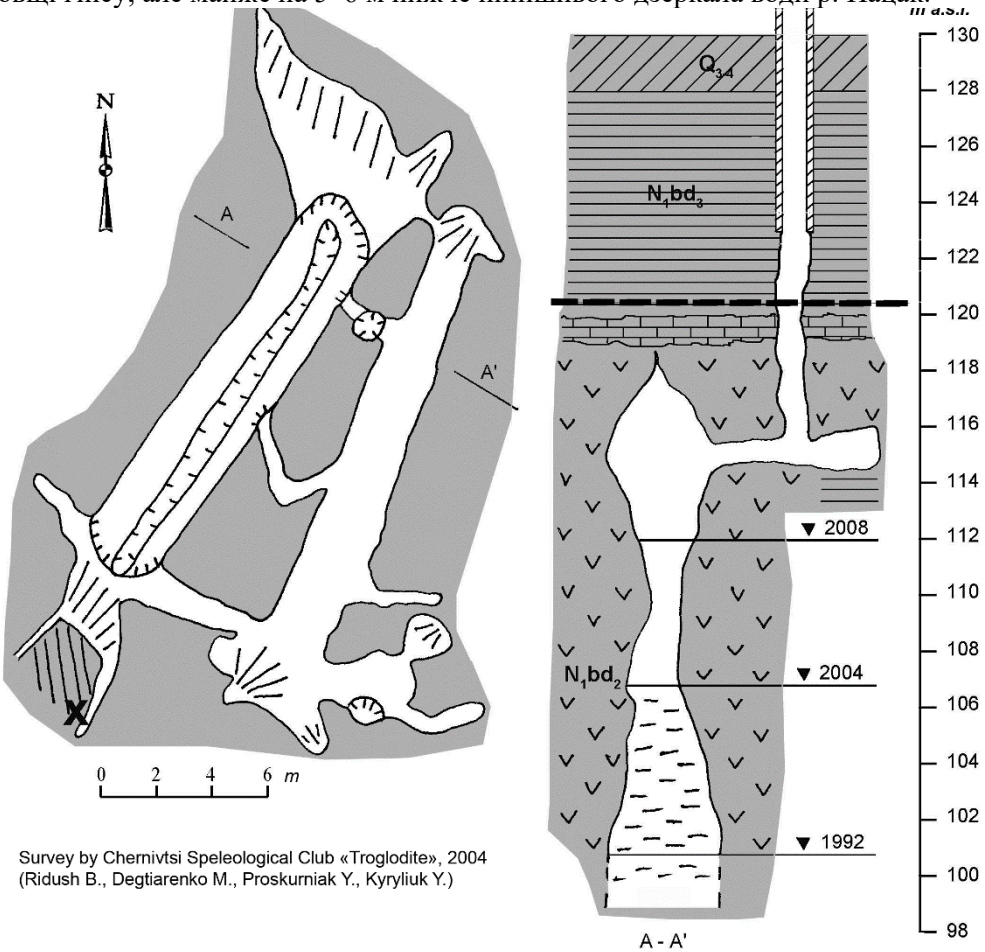


Рис. 6. План і поперечний розріз печери Малімон-Каньйон. **X** – місце знахідки кісток шерстистого носорога. Жирним пунктиром показаний рівень днища долини р. Пацак (Ridush, 2022)

Fig. 6. Plan and cross-section of the Malimon Canyon cave. X is the location of the woolly rhinoceros bones. The bold dotted line shows the level of the bottom of the Patsak River valley (Ridush, 2022)

Під час спелеологічних розкопок в одній із галерей верхнього ярусу печери знайдено плечову кістку і ребро шерстистого носорога (*Coelodonta antiquitatis*). Під обвальними відкладами виявлено тонкий (4–5 см) шар буруватого суглинку, який можна корелювати з слабо-гумусованим шаром в печері Буковинка, що теж містив численні рештки плейстоценової фауни. Геологічний аналіз стелі печери над цим місцем показав, що обвал мав локальний характер і зачепив лише породи, в яких утворена печера. Тому можемо стверджувати, що кістка потрапила в печеру завдяки великим хижакам, найімовірніше печерній гієні (*Crocuta splelaea*). Отже раніше печера мала горизонтальний вхід, що розташовувався вище врізу р. Пацак. Радіовуглецевий вік кістки 38.000±800 BP (Poz-47727). Тому пам'ятку можна датувати пізнім плейстоценом, зокрема витачівським етапом (MIC-3), як і лігво печерних гієн у печері Буковинка, що розташована лише за 6,5 км (Ridush, 2022).

Обговорення і висновки. Для того, щоб вхід в печеру Малімон-Каньйон у пізньому плейстоцені був доступним для великих хижаків, потрібно щоб Кривський тектонічний блок знаходився хоча б на 10 м вище від сучасного, а русло річки Пацак було перезаглиблене на цю саму глибину. До речі, саме така потужність пухких наносів спостерігається під днищем долини (Andreychouk et al., 2009). Розділивши цю різницю у висоті на приблизно 40 тис. років, отримаємо швидкість опускання блоку 0,25 мм/рік. Втім, невідомо скільки разів за це час змінювався (і чи змінювався) знак руху. Безперечно, це вплинуло на висотне розташування терас, оскільки загалом для території характерне переважання піднять протягом плейстоцену. Це спростовує висновки попередніх дослідників про те що сульфатна товща у Кривському блоці була частково прорізаний долиною Пруту лише у голоцені (Andreychouk et al., 2017).

Ще більшу різницю у висотах терас спостерігаємо в Мамализькому блоці. Тут у Мамализькому гіпсовому кар'єрі, який розкриває і четвертинну товщу, командою українських і польських дослідників був описаний і продатований лубенський викопний ґрунт, який перекриває алювіальну товщу раннньо-плейстоценового віку (Łanczont et al., 2011). Згідно схеми терас М. Веклича, вік цієї тераси мартоносько-сульський, що має відповідати віку алювію, а відносна висота 40–45 м. Насправді ж перевищення цієї тераси над рівнем сучасним Пруту сягає лише 25 м, що мало би відповідати V-й терасі завадівсько-дніпровського віку. Отже, маємо різницю у 20 м від очікуваної, що свідчить про опускання Мамализького блоку ймовірно також у пізньому плейстоцені Ймовірно, що тенденція до опускання пов'язана з впливом Новоселицької тектонічної депресії, яка прилягає до даної ділянки із заходу, і де гіпси опущені на десятки метрів нижче рівня Пруту.

Оскільки мартоносько-сульский алювій відділений від гіпсів малопотужним шаром верхньобаденських глин, можемо припустити що закарстування гіпсів інтенсивно відбувалось вже в той час. Палеорусло Пруту на деяких ділянках могло розмивати глинисту товщу і проникати до поверхні гіпсу. У печері Мамалига значна частина вторинних відкладів складена гравійно-галечниковими відкладами, перевідкладеними з терасового алювію через провали в товщі глин (Ridush et al., 2024).

Отже, можна зробити такі висновки.

1. Принаймні два блоки з Хотинсько-Мамализького підняття у долині Пруту – Мамализький і Кривський протягом пізнього плейстоцену зазнавали повільного опускання.

2. На попередніх етапах гіпсова товща в обох блоках знаходилась гіпсометрично вище і перебувала в зоні коливань рівня підземних вод.

3. Закарстування Мамализького блоку очевидно відбувалось вже у мартоносько-сульський час, тобто наприкінці раннього плейстоцену.

4. Поверхні надзаплавних терас в межах цих блоків істотно деформовані і їхня теперішня висота не відповідає очікуваній в середньому по долині Пруту.

5. Ймовірно, що у пізньому плейстоцені – голоцені в регіоні відбулась дуже потужна сейсмічна подія, яка спричинила ліквіфікацію нижньобаденських пісків та їх ін'єкцію угору по розрізу.

Вивчення печерних та терасових відкладів у регіоні слід продовжити для підтвердження або спростування наведених нами висновків.

БІБЛІОГРАФІЧНІ ПОСИЛАННЯ

Андрейчук, В.Н., 1999. Провали над гіпсовими печерами-лабіринтами і оцінка стійкості закарстованих територій. Прут, Чернівці.

Андрейчук, В., 2007. Печера Золушка. Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Український Інститут спелеології и карстології, Сосновець-Сімферополь.

Веклич, М.Ф., 1982. Палеоетапність і стратотипи грунтових формацій верхнього кайнозою. Наукова думка, Київ.

Коржик, В.П., 2007. Карст і печери Буковини. Зелена Буковина, Чернівці.

Костюк, У., Рідуш, Б., 2019. Стійкість територій поширення гіпсового карсту (на прикладі печери Попелюшка та долини р. Чорний Потік). Гідрологія, гідрохімія і гідроекологія 54, 202-204.

Костюк, У., Рідуш, Б., 2024. Літолого-стратиграфічний критерій карстового районуванння сульфатної товщі міоцену заходу України // Проблеми геоморфології та палеогеографії Українських Карпат та прилеглих територій. Вип. 1(16), 164–179. DOI:10.30970/gpc.2024.1.4441

Рідуш, Б., Купріч, П., 2003. Печери Чернівецької області. Прут, Чернівці.

REFERENCES

Andreichuk, V.N., 1999. Sinkholes over gypsum cave labyrinths and assessment of the stability of karst territories. Prut, Chernivtsi.

Andreychouk, V., 2007. Peshchera Zolushka [Zolushka Cave]. Uniwersytet Śląski, Wydział Nauk o Ziemi, Украинский Институт спелеологии и карстологии, Sosnowiec – Simferopol.

Andreychouk, V., Klimchouk, A., 2017. Zoloushka Cave (Ukraine–Moldova) – A Prime Example of Hypogene Artesian Speleogenesis in Gypsum. In: Klimchouk, A., Palmer, A.N., Waele, J. De, Auler, A.S., Audra, P. (Eds.), Hypogene Karst Regions and Caves of the World. Springer Cham, pp. 1–910. DOI:10.1007/978-3-319-53348-3

Andreychouk, V., Ridush, B., 2009. Karstogenesis at the Prut River Valley (Western Ukraine, Prut Area). In: Klimchouk, A.B., Ford, D.C. (Eds.), Hypogene Speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins. Proceedings of the Conference Held May 13 through 17, 2009 in Chernivtsi, Ukraine. Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Simferopol, pp. 213–219.

Andreychouk, V., Worobiec, E., Gedl, P., Worobiec, G., 2014. Origin of the palaeokarst in Miocene evaporites on the SW periphery of the Eastern European platform in the light of palynological studies–a case study of the Zoloushka Cave, Bukovina, Western Ukraine. Annales Societatis Geologorum Poloniae 84, 297–322.

Bondar, K., Ridush, B., 2015. Rockmagnetic and palaeomagnetic studies of unconsolidated sediments of Bukovynka Cave (Chernivtsi region, Ukraine). Quaternary International 357, 125–135. DOI:10.1016/j.quaint.2014.04.025

Gerasimenko, N., Ridush, B., Avdeyenko, Y., 2019. Late Pleistocene and Holocene environmental changes recorded in deposits of the Bukovynka Cave (the East-Carpathian foreland, Ukraine). Quaternary International 504, 96–107. DOI:10.1016/j.quaint.2018.03.028

Klimchouk, A., Andrejchuk, V., 2002. Karst breakdown mechanisms from observations in the gypsum caves of the Western Ukraine: Implications for subsidence hazard assessment. International Journal of Speleology 31, 55–88. DOI:10.1007/s00254-005-1279-1

Klimchouk, A., Andrejchuk, V., 2005. Karst breakdown mechanisms from observations in the gypsum caves of the Western Ukraine: Implications for subsidence hazard assessment. Environmental Geology 48, 336–359. DOI:10.1007/s00254-005-1279-1

Klimchouk, A.B., Andreychouk, V.N., Turchinov, I.I., 2009. The Structural Prerequisites of Speleogenesis in Gypsum in the Western Ukraine. University of Silesia - Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, Sosnowiec - Simferopol.

Korzhyk, V.P., 2007. Karst i Pechery Bukovyny. Zelena Bukovyna, Chernivtsi.

Kostiuk, U., Ridush, B., 2019. Stiykist terytoriy poshyrennia gipsovogo karstu (na prykladi pechery Popeliushka ta dolyny r. Chornyi Potik). Hidrologia, Hidrokhimia i Hidroekologia 54, 202–204.

Kostiuk, U., Ridush, B., 2024. Lithological-Stratigraphic Criteria of Karst Zoning of the Miocene Sulfate Layer of Western Ukraine. Problems of Geomorphology and Paleogeography of the Ukrainian Carpathians and Adjacent Areas 1, 164–179. DOI:10.30970/gpc.2024.1.4441

Kotula, P., Andreychouk, V., Pawlyta, J., Marynowski, L., Jendrzejewska, I., 2019. Genesis of iron and manganese sediments in Zoloushka cave (Ukraine/Moldova) as revealed by δ13 C organic carbon. International Journal of Speleology 48, 221–235. DOI:10.5038/1827-806X.48.3.2255

Łanczont, M., Bogucki, A.B., Fedorowicz, S., Kusiak, J., 2011. Mesopleistocene Loess Deposits in the Mamalyha 2 Profile of Ukraine - Interlaboratory Comparison of the Thermoluminescence Dating Results. Geochronometria 38, 350–358. DOI:10.2478/s13386-011-0027-4

Marciszak, A., Stefaniak, K., Mackiewicz, P., Ridush, B., 2015. Ursus arctos L., 1758 from Bukovynka Cave (W Ukraine) in an overview on the fossil brown bears size variability based on cranial material. Quaternary International 357, 136–148. DOI:10.1016/j.quaint.2014.09.052

Ridush, B., 2022. The Quaternary vertebrate fauna of cave deposits of the Podillia-Bukovynian Karst-Speleological Area (Western Ukraine). In: Stratigraphy & Timescales. Elsevier Inc., pp. 157–219. DOI:10.1016/bs.sats.2022.10.002

Ridush, B., Kuprich, P., 2003. Pechery Chernivetskoi Oblasti [Caves of Chernivtsi Region]. Prut, Chernivtsi.

Ridush, B., Shavranskyi, V., Fishchuk, M., Bondar, K., Kuprich, P., 2024. A new large maze cave in the gypsum karst of the Prut Basin. In: Problems of geomorphology and paleogeography of the Ukrainian Carpathians and adjacent territories. Materials of the XIV scientific and practical seminar. Ivan Franko Lviv University, Lviv, pp. 46–49.

Veklych, M.F., 1982. Paleoetapnost i stratotipy pochvennykh formatsyi verkhneho kainozoia [Paleostages and stratotypes of soil formations of the Upper Cenozoic]. Naukova Dumka, Kyiv.

Vremir, M., Ridush, B., Codrea, V., 2000. The Late Pleistocene Vertebrate Taphocenosis of Bukovinka Cave (Western Ukraine): Preliminary Results. In: Karst Studies and Problems: 2000 and Beyond: Proceedings of the Joint Meeting of Friends of Karst, Theoretical and Applied Karstology and International Geological Correlation Programm. Cluj–Napoca, pp. 158–161.

Стаття надійшла в редакцію 19.10.2024
Прийнято до друку 22.11.2024
Дата публікації 16.12.2024