

Фаціальна мінливість гіпсів, спелеогенез та морфологія карстових порожнин: нові дані з печери Полякова Дуча (Чернівецька область, Україна)

Уляна КОСТЮК^{1*}  <https://orcid.org/0009-0000-5152-6553>

УДК 551.435.84

Яна ПОП'ЮК¹  <https://orcid.org/0000-0003-2230-0365>

ПОШУКОВА СТАТТЯ

¹Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича,
кафедра фізичної географії, геоморфології та палеогеографії

Листування – *u.kostiuk@chnu.edu.ua

Ключові слова: сульфатна товща, гіпс, карст, фація, міоцен, печера, морфологія.

Анотація: Дослідження присвячене вивченню фаціального різноманіття гіпсової товщі міоцену в межах печери Полякова Дуча, розташованої на стику Передкарпатського прогину та Східноєвропейської платформи (Чернівецька область, Україна). Проведений детальний літолого-стратиграфічний аналіз гіпсових фацій на полірованих стінах галерей печери, результати якого дозволили реконструювати умови їх осадонакопичення. Виділені п'ять основних фацій гіпсу, кожна з яких відповідає різним стадіям розвитку евапоритового басейну у міоцені. Встановлено, що формування нижньої частини гіпсової товщі супроводжувалося землетрусами. Морфологія печери свідчить про її складний спелеогенез, що включає процеси як гіпогенного, так і епігенного закарстування. Здійснена кореляція між стратиграфією фацій гіпсів та мезоморфологічними особливостями печери. Це дало змогу встановити еволюцію підземної порожнини, а також ідентифікувати чинники, які впливали на розвиток карсту.

1. ВСТУП

Вивченням фаціального різноманіття сульфатної товщі міоцену займались польські вчені (Babel 2005a, b; Peryt 1996, 2001). Вони розділили сульфатну товщу міоцену заходу України на суббасейни, які відображають різні умови осадонакопичення гіпсів, ангідритів та солей. У межах Буковинського Подністер'я ними було досліджено такі ділянки: околиці сс. Анадоли (поблизу м. Хотин), Товтри, Звинячин, Кострижівка (Babel 2005b), а також Баламутівка й Зелена Липа (Peryt 2001). Однак ділянки поблизу сіл Баламутівка та Зелена Липа були описані лише частково.

Наші попередні дослідження присвячені уточненню фаціальної мінливості гіпсової товщі на ділянці, яка досі залишалася поза увагою – між селами Товтри та Анадоли. Проведені також детальні дослідження гіпсів в околицях сіл Погориlivка (Костюк, Рідуш 2023, 2024), Баламутівка (Рідуш та ін. 2021), описано лінзи вапняків, які залягають на околицях хутора Гринячка (Рідуш, Костюк 2020).

2024, 849; DOI: <https://doi.org/10.31861/geo.2024.849.175-183>

 Open Access. © 2024 У. КОСТЮК, Я. ПОП'ЮК
опубліковано у Чернівецькому національному університеті

Ця робота ліцензується відповідно до

CC BY-NC-ND із Зазначенням Авторства – Некомерційна – Без Похідних 4.0 Міжнародна



Для кращого розуміння латеральної мінливості палеоумов сольового басейну міоцену (тортон) на межі Передкарпатського прогину та Східноєвропейської платформи нами було обрано для подальшого вивчення ще одну перспективну ділянку гіпсів на околиці села Гордівці на прикладі печери Полякова Дуча.

Мета дослідження – встановити структурно-текстурні особливості гіпсової товщі в межах печери Полякова Дуча, обґрунтувати умови осадонакопичення на цій території та проаналізувати мезоморфологічні відмінності галерей печери. Особливу увагу приділено встановленню зв'язку фаціального різноманіття гіпсової товщі та особливостей розвитку карсту на цій території.

2. МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

гіпсових відслонень. Як правило, М. Бомбель та Т. Перит вивчали гіпсові розрізи на поверхні за допомогою високороздільної кореляції селенітових шарів (Babel 2005a, b; Peryt 1996, 2001).

Нами обрано досліджувати фації гіпсу всередині карстових печер, оскільки це дозволяє краще інтерпретувати стратиграфічні особливості на відполірованих стінах підземних галерей.

Щодо вивчення карстових процесів на цій ділянці, то печера Полякова Дуча відома місцевому населенню здавна, але офіційно переобстежена В. Коржиком в 1978 році (Коржик 2007) в складі громадської організації Чернівецький спелеоклуб «Троглодит». Топозйомка печери здійснювалась двічі в 1982 році та впродовж 2004 та 2005 років. В 2005 році печера Полякова Дуча була з'єднана з печерою Холодильник. За рахунок об'єднання проективна довжина печери Полякова Дуча – 540 метрів (Коржик 2007; Рідуш, Купріч 2003).

3. РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

3.1. Загальна інформація

Печера Полякова Дуча розташована на західних околицях села Гордівці (Рукшинська сільська територіальна громада, Дністровського району, Чернівецької області) на у верхньому мисоподібному уступі залісненого схилу високої тераси річки Дністер.

Є два входи до печери. Один із них є карстовою лійкою зі стрімкими схилами, які модифіковані каррами. У вертикальній шахті лійки зустрічаються горизонтальні відгалуження (рис. 1) які формують додаткові поверхи печери. Другий вхід представлений гротом, який заповнений крупними гіпсовими брилами. Основною частиною печери є мандруюча галерея з відгалуженнями, пересічною шириною 0,8–1,2 м при висоті 0,6–1,5 м. На дні печери протікає постійний водотік. Тут чітко простежується підшва гіпсів та її контакт з неогеновими (тортонськими, нижньобаденськими) вапняками, що підстеляють їх.

3.2. Літолого-стратиграфічні відмінності сульфатної товщі в межах печери Полякова Дуча

Сульфатна товща утворилась в міоцені (баденій) на стику Східноєвропейської платформи та Передкарпаття коли ця ділянка формувала сольовий басейн в межах Паратетису. Цей басейн простягається з сходу Республіки Польщі через захід України на північ Румунії та Республіки Молдови дугою обрамляючи Карпатську складчастість. Варто вказати, що цей евапоритовий басейн літологічно поділений на два суббасейни: галітний і ангідритовий на півдні та гіпсовий на півночі. У суббасейнах у залежності від хімічного складу води, температурного режиму, кліматичних, тектонічних та інших умов формувались різноманітні гіпсові фації, які відрізняються між собою в структурно-текстурному плані (Babel 2005a, b; Peryt 1996, 2001).

У. Костюк, Я. Поп'юк.

Фаціальна мінливість гіпсів, спелеогенез та морфологія карстових порожнин: нові дані з печери Полякова Дуча (Чернівецька область, Україна)

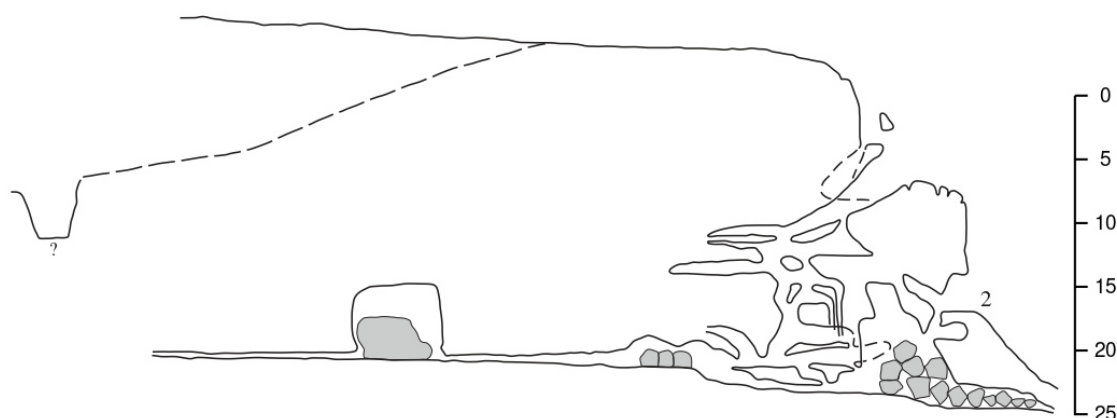


Рис 1. Повздовжній переріз печери Полякова Дуча: 2 – вхід до печери Холодильник (топозйомка СК Чернівецький спелеоклуб «Троглодит»)

У результаті проведених досліджень нами з'ясовано, що в межах печери Полякова Дуча гіпсові фації представлені (знизу вверх):

- шар гіпсових конгломератів з гіпсової гальки – брекчієподібна фація (рис. 2А, Б) Гіпсова галька, яка входить до їхнього складу, складена з окремих гіпсових кристалів діаметром 5–6 см і менше. Цій фації також притаманні включення крупних монокристалів гіпсу (або масивних друз кристалів чи так званих «плафонів») та прихованокристалічного гіпсу в прихованокристалічному матриксі. Генезис цієї фації Т. Перит та М. Бомбель пов'язують із землетрусами, які спровокували перемішування первинного осаду евапоритового басейну міоцену (Babel 2005b; Peryt 1996, 2001). Уламки кристалів гіпсу практично всі окатані, наявна в товщі частка неевапоритового теригенного матеріалу.
- фація монолітного мікро- та приховано-кристалічного (масивного) гомогенного гіпсу (рис. 2Б, В). Така гіпсова фація може утворюватись при різних умовах сольового басейну. Загалом, для осадження мікро- та прихованокристалічного гіпсу необхідні жаркі кліматичні умови. Також осадонакопичення могло відбуватись за рахунок змішування вод з різним вмістом катіонів кальцію. Загалом, мають бути несприятливі умови для розвитку селенітів (кристалів гіпсу). Як правило, такі фації гіпсів утворювалися на окраїнах значних за площами мілководних ділянках морських басейнів (Babel 2005b).
- фація прихованокристалічного гіпсу з хвилястою структурою гіпсифікованих мікробіальних матів (Peryt 1996 називає цю фацію – строматолітовий гіпс) (рис. 2Д), подекуди з включеннями фації ламінованого гіпсу та масивних друз кристалів. Середовище осадонакопичення цієї фації також пов'язане з мілководдям на окраїнних частинах водойм. Щодо включення ламінованих гіпсів, то вони свідчать про зміни умов, при яких у водойму слабше надходив кисень та знизилось освітлення (відповідно, температура розчину була нижчою), що унеможливило ріст ціанобактерій. Саме тому гіпсифікації зазнавав пухкий субстрат (Babel 2005b).
- фація рядів селенітових кристалів, які окунтують хвилясту структуру строматолітового гіпсу (рис. 2Г). Дрібні кристали гіпсу інкрустувались (виросли по колу) ціанобактерій, які покривали мілини на краях морських улоговин. Загалом, ріст кристалів даної фації пов'язаний зі зміною глибини улоговини та зі зміною стратифікації розчину. Відповідно, наявність цієї фації у відкладах дозволяє реконструювати умови коливання рівнів вод та, відповідно, і їх стратифікації (Babel 2005b).
- фація селенітового (кристалічного) гіпсу в прихованокристалічному матриксі (рис. 2Е). Селенітова фація, проміжки між якою заповнені дрібно (приховано) кристалічним гіпсом, утворилась в більш глибоководних умовах при чіткій стратифікації вод в оліготрофній

У. Костюк, Я. Поп'юк.

Фаціальна мінливість гіпсів, спелеогенез та морфологія карстових порожнин:
нові дані з печери Полякова Дуча (Чернівецька область, Україна)

улоговині. Загалом оліготрофна селенітова улоговина являла собою багаторічну відокремлену улоговину, яка була ізольована від припливів стічних вод, а також було відсутнє сполучення з іншими водоймами. Оліготрофний розчин цієї улоговини був позбавлений мінеральних солей, планктону та інших речовин. Води в такій улоговині були прозорими. Такі умови є сприятливими для розвитку фототрофних ціанобактерій. Під час росту ціанобактерій розчин збагачувався киснем, що в свою чергу в комплексі з SO_4^{2-} дало можливість швидко утворюватись та рости кристалам безпосередньо на поверхні гіпсифікованих ціанобактерій (Babel 2005a, b).

Основна товща гіпсів пронизана тріщинами, які заповнені вторинним кристалами селенітового гіпсу.

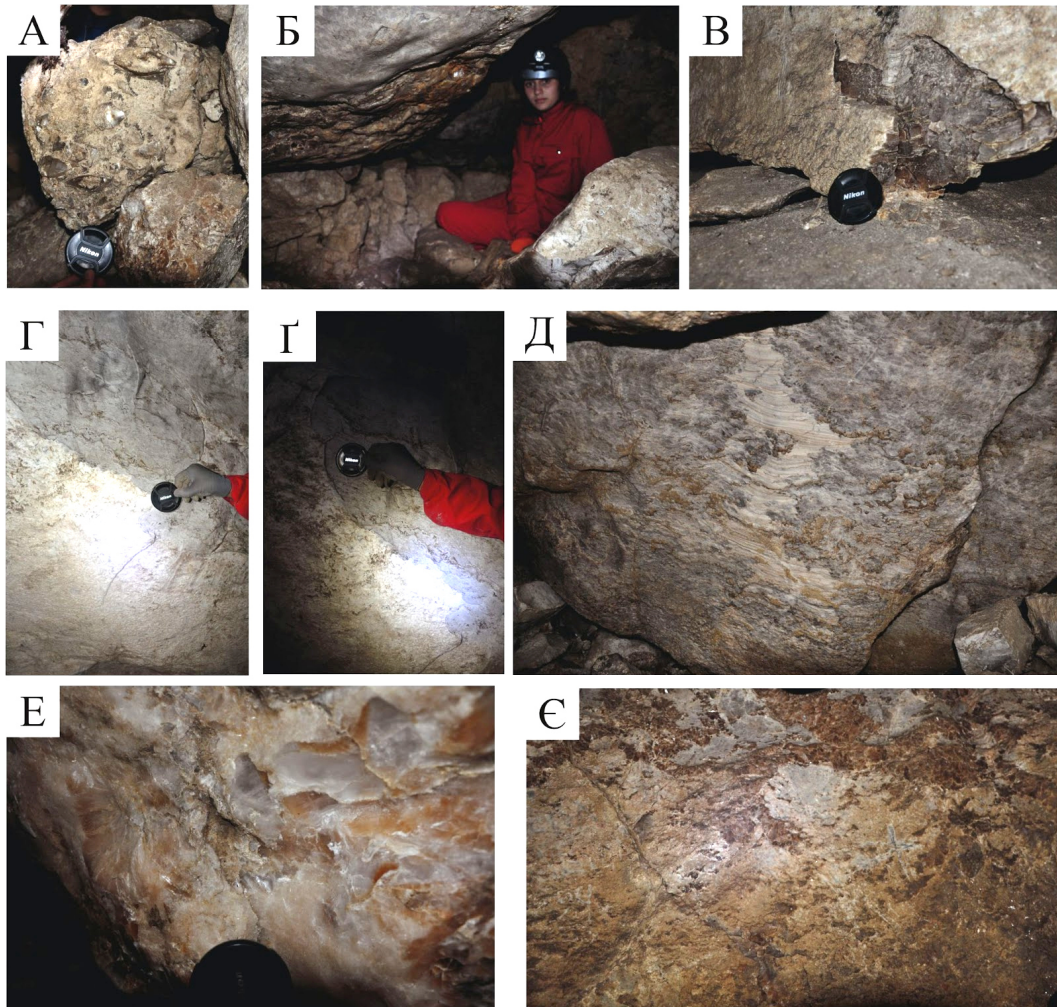


Рис 2. Фаціальна мінливість гіпсової товщі в межах печери Полякова Дуча: А – брекчієподібна фація, Б – контакт брекчієподібної фації та фації монолітного мікро- та приховано-кристалічного гіпсу, В – фація монолітного мікро- та приховано-кристалічного гіпсу, Г – криогенне борошно, Г' – фація рядів селенітових кристалів, які обрамляють хвилясту структуру строматолітового гіпсу, Д – ламінована фація гіпсу, включена в приховано-кристалічну, Е – монокристал гіпсу («плафон»), Є – фація селенітового (кристалічного) гіпсу в прихованокристалічному матриці)

3.3. Результати встановлення залежності мезоморфології печери Полякова Дуча від фаціальної мінливості гіпсової товщі

Вхід в печеру знаходиться на дні карстової лійки, стіни якої вкриті карстовими каррами (рис. 3А), які утворились внаслідок надходження метеорних вод з поверхні. Вертикальний прохід між карстовою лійкою та підземною порожниною утворився за рахунок розчинної

У. Костюк, Я. Поп'юк.

Фаціальна мінливість гіпсів, спелеогенез та морфологія карстових порожнин: нові дані з печери Полякова Дуча (Чернівецька область, Україна)

здатності вод, які надходили в карстову лійку з поверхні. У зв'язку з цим відкрився прохід у підземну порожнину, яка утворилась внаслідок розчинення гіпсової товщі напірними артезіанськими водами.



Рис 3. Мезоморфологія п. Полякова Дуча: А – привхідний колодязь з карстової лійки, Б – вхід в печеру, В – бриловий завал, Г – овальні куполоподібні утворення на стелі печери, Г – відгалуження нижнього рівня, Д – бриловий завал з уламками «плафонів», Е – вузька висока галерея з куполоподібною стелею (кристалічного) гіпсу в прихованокристалічному матриці

Наявність горизонтальних відгалужень у вертикальній привхідній частині (рис. 1, 3Г) є свідченням переходу гіпогенних (напірних) вод в латеральні. Які прокарстували горизонтальні відгалуження у вертикальній частині печери, сформувавши додаткові поверхи.

Мезоформи, які представлені овальними сліпими увігнутими куполоподібними елементами на стелі, є перехідними від фідерів до куполів розвантаження (рис. 3Г) та слугують беззаперечними доказами гіпогенного спелеогенезу (Klimchouk 2009).

У. Костюк, Я. Поп'юк.

Фаціальна мінливість гіпсів, спелеогенез та морфологія карстових порожнин: нові дані з печери Полякова Дуча (Чернівецька область, Україна)

Бриловий завал, який представлений фацією селенітового (кристалічного) гіпсу в прихованокристалічному матриксі, уламками монокристалів гіпсу та прихованокристалічних гіпсів. Брилові завали в печері Полякова Дуча утворились внаслідок прокарстування первинних вертикальних гіпсових тріщин гіпогенними водами, які утворили підземні комірочки. Наявність прошарків глини (нерозчинного матеріалу) у товщі мікро- та приховано-кристалічних, а також у селенітових (кристалічних) гіпсах, стало каталізатором до утворення гравітаційних відкладів у вигляді уламків брил. Глина, яка міститься в гіпсовій товщі, є поверхнею відриву для уламків різного розміру (Рідуш та ін. 2021). Також важливу роль відіграла наявність з'єднання з поверхнею через карстову лійку, що прискорило гравітаційні процеси та спровокувало процеси фізичного вивітрювання. Зокрема, під час обстежень печери у 2017–2018 рр. (Поп'юк Я., Рідуш Б., Гермаківська А., Шишковський С. (Поп'юк та ін. 2018) виявлено, що у привхідному та нижніх залах верхньої частини печери її стінки вкриті шаром кріогенного борошна (до 0,4 см товщиною) (рис. 2Г). Це специфічні кріомінеральні агрегати, які утворюються внаслідок виморожування мінеральних компонентів водних розчинів. Їх утворення тут спричинене високою мінералізацією інфільтраційних вод та наявністю періодів із низькими ($<0^{\circ}\text{C}$) температурами, що створюють необхідні передумови для виморожування та накопичення «сухого залишку» водних розчинів (Кочерган, Рідуш 2011).

Вузька висока галерея з куполоподібною стелею (рис. 3Е) є ознакою прокарстованої тріщини в сульфатній товщі. Також на рис. 3Е можна помітити горизонтальний контакт у мікро-, приховано-кристалічній фації, що свідчить про наявність в цьому місці певного нерозчинного матеріалу який з часом зазнав фізичного вимивання водами. Така мезоморфологічна особливість допомагає визначити просторове положення нерозчинних мінералів та порід в сульфатній товщі та уточнити умови осадо накопичення фації. В даному випадку наявність нерозчинного прошарку може вказувати на перерву в гіпсифікації ціанобактерій за рахунок надходження теригенного матеріалу внаслідок шторму чи раптового припливу.

Наявність сучасного постійного водотoku (рис. 4) в печері Полякова Дуча сприяє постійній модифікації елементів її мезоморфології. Такий тип спелеогенезу називається «епігенним» і залежить від гідрогеологічних умов, характеру живлення та хімічного складу води. Оскільки при такому типі закарстування розвиток підземних порожнин залежить від живлення, яке надходить з поверхні, то ріст каналів пов'язаний з великими сезонними витратами. Пізніше, коли витрати води знижуються, часто може відбуватися заповнення галерей вторинними відкладами (Klimchouk 2009). Зокрема, у Поляковій Дучі зараз дно порожнини заповнене окремими брилами та піщано-мулистими алювіальними відкладами невеликого транзитного водотoku, що надходить через понор лійки у дні сусіднього яру. Для подальшого просування вглиб печери необхідна розчистка дна галереї.

4. ВИСНОВКИ

В результаті проведених досліджень з'ясовано, що у межах печери Полякова Дуча збереглися п'ять основних фацій гіпсів, які різняться структурно-текстурними характеристиками та відповідають різним стадіям евапоритового осадо накопичення міоценового басейну. Нижня частина сульфатної товщі складена з фації гіпсових конгломератів, що характеризує початкову стадію осадо накопичення евапоритового басейну міоцену. На етапі її утворення, очевидно, відбувались часті землетруси, які й сприяли утворенню цієї фації. Варто вказати, що нами раніше не було помічено цієї фації на території Буковинського Подністер'я. Тому стратиграфічні відмінності сульфатної товщі на цій ділянці є унікальними. Наступні ж фації, які залягають вище, відображають класичну послідовність у

У. Костюк, Я. Поп'юк.

Фаціальна мінливість гіпсів, спелеогенез та морфологія карстових порожнин:
нові дані з печери Полякова Дуча (Чернівецька область, Україна)

відповідності до розвитку евапоритового басейну – від мілководдя, де відкладались приховано- та дрібнокристалічні фації, до більш глибоководних умов, у яких відкладались кристалічні гіпсові фації.

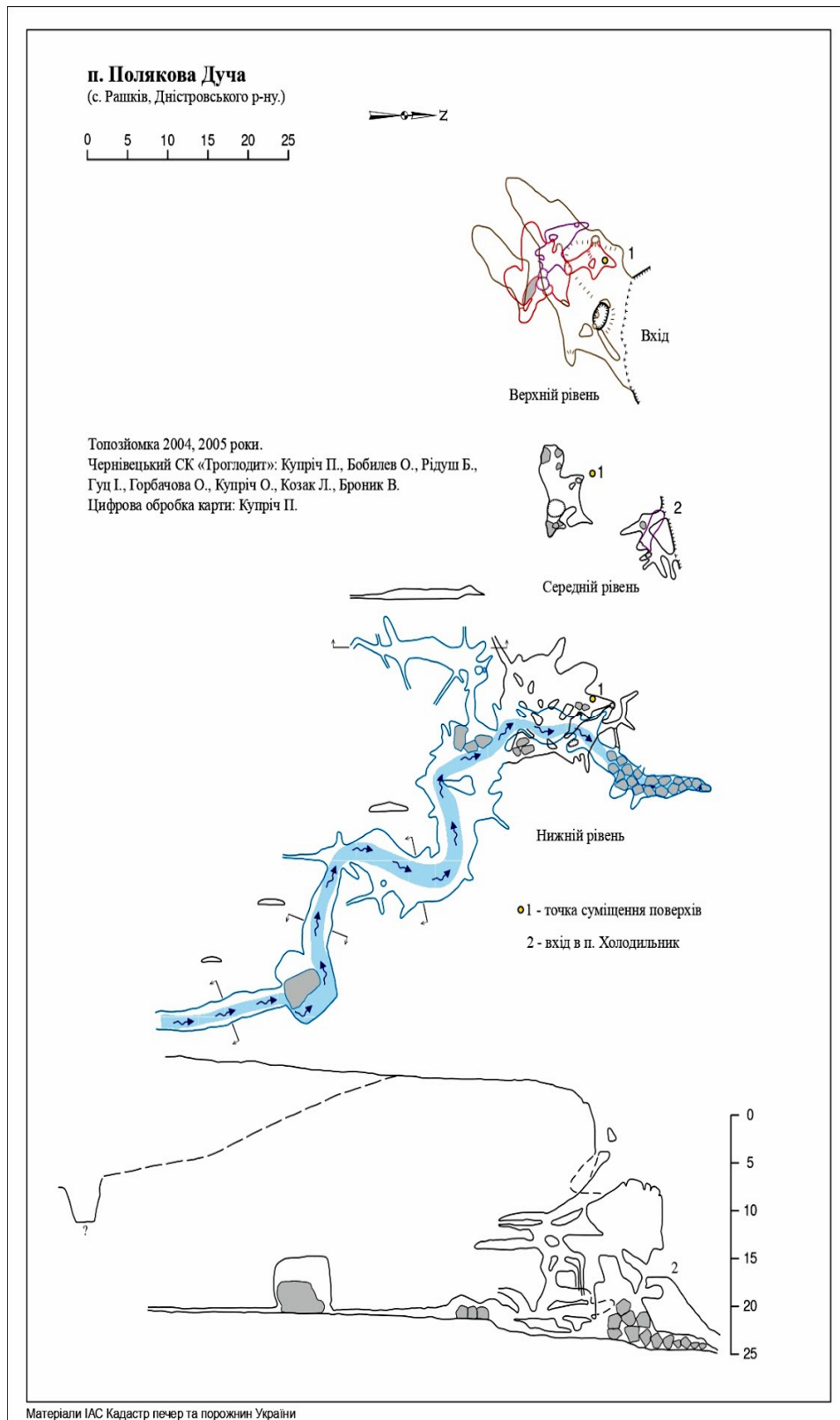


Рис 4. Топографічний план печери Полякова Дуча

У. Костюк, Я. Поп'юк.

Фаціальна мінливість гіпсів, спелеогенез та морфологія карстових порожнин:
нові дані з печери Полякова Дуча (Чернівецька область, Україна)

Проведена кореляція між морфологічними одиницями підземних галерей печери Полякова Дуча та стратиграфією гіпсів дозволила встановити стадійність формування підземної порожнини. Нами було визначено, що гіпсова товща спочатку зазнала розчинення гіпогенними водами. Пізніше тут змінилися гідрогеологічні умови та переважаючим типом спелеогенезу став епігенний. Також з'ясовано, що вертикальна привхідна частина печери сформувалась внаслідок розчинення гіпсів метеорними водами.

Загалом, такі комплексні дослідження дають чітке розуміння поширення гіпсових фацій, та поглиблюють наші знання про етапність формування сульфатної товщі міоцену на стику Передкарпатського прогину та Східноєвропейської платформи. Також вивчення морфології печери дає можливість поглибити знання щодо формування провалів в сульфатах, які несуть вагому потенційну загрозу для господарства та населення.

ЛІТЕРАТУРА

1. Коржик, В. П. (2007). *Карст і печери Буковини. Проблеми моніторингу, охорони і використання*. Чернівці : Зелена Буковина. [Korzhuk, V. P. (2007). *Karst i pechery Bukovyny. Problemy monitoryngu, okhorony i vykorystannia*. Chernivtsi : Zelena Bukovyna.]
2. Костюк, У., & Рідуш, Б. (2023) Літолого-стратиграфічні умови закарстування сульфатної товщі міоцену північно-західних схилів Хотинської височини (околиці с. Погорилівка). *Науковий вісник Чернівецького університету : Географія*, (845), 88-100. [Kostiuk, U., & Ridush, B. (2023) Litologo-stratyhrafichni umovy zakarstuvannia sulfatnoi tovshchi miotsenu pivnichno-zakhidnykh skhyliv Khotynskoi vysochyny (okolytsi s. Pohorylivka). *Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu : Neohrafiia*, (845), 88-100.] <https://doi.org/10.31861/geo.2023.845.88-100>
3. Костюк, У., & Рідуш, Б. (2024) Літолого-стратиграфічний критерій карстового районування сульфатної товщі Міоцену Заходу України. *Проблеми геоморфології та палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій*, 1(16). 164-179. [Kostiuk, U., & Ridush, B. (2024) Litologo-stratyhrafichni kryterii karstovoho raionuvannia sulfatnoi tovshchi Miotsenu Zakhodu Ukrainy. *Problemy heomorfologii ta paleoheohrafii Ukrainskykh Karpat i prylehlykh terytorii*, 1(16). 164-179.] <http://dx.doi.org/10.30970/gpc.2024.1.4441>
4. Кочерган, Я., & Рідуш, Б. (2011). Кріогенне вивітрювання в карстових порожнинах Буковинського Придністров'я. *Науковий вісник Чернівецького університету : Географія*, (587-588), 30-35. [Kocherhan, Ya., & Ridush, B. (2011). Kriohenne vyvitruvannia v karstovykh porozhnynakh Bukovynskoho Prydnistrov'ia. *Naukovyi visnyk Chernivetskoho universytetu : Neohrafiia*, (587-588), 30-35.]
5. Рідуш, Б., & Купріч, П. (2003). *Печери Чернівецької області: Кадастр*. Чернівці : Прут. [Ridush, B., & Kuprich, P. (2003). *Pechery Chernivetskoï oblasti: Kadastr*. Chernivtsi : Prut.]
6. Рідуш, Б., & Костюк, У. (2020). Карбонатний карст у відкладах тираської світи неогену на північному схилі Хотинської Височини. *Сучасний стан і перспективи розвитку геоморфології та палеогеографії в Україні. Тези доповідей Всеукраїнської Науково-практичної онлайн-конференції, присвяченої 70-річчю кафедри геоморфології і палеогеографії (Львів, 26–27 листопада 2020 р.)*, 30-31. [Ridush, B., & Kostiuk, U. (2020). Karbonatnyi karst u vidkladakh tyraskoi svity neohenu na pivnichnomu skhyli Khotynskoi Vysochyny. *Suchasnyi stan i perspektyvy rozvytku heomorfologii ta paleoheohrafii v Ukraini. Tezy dopovidei Vseukrainskoi Naukovo-praktychnoi onlain-konferentsii, prysviachenoi 70-richchiu kafedry heomorfologii i paleoheohrafii (Lviv, 26–27 lystopada 2020 r.)*, 30-31.]
7. Рідуш, Б., Купріч, П., Поп'юк, Я., Шавранський, В., Костюк, У., & Рідуш, О. (2021) Печери Баламутівського берега Дністра. *Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій. Матеріали доповідей 12 науково-практичного семінару за міжнародної участі (Львів, 25–26 листопада 2021 р.)*, 126-130. [Ridush, B., Kuprich, P., Popiuk, Ya., Shavranskyi, V., Kostiuk, U., & Ridush, O. (2021) Pechery Balamutivsoho bereha Dnistra. *Problemy heomorfologii i paleoheohrafii Ukrainskykh Karpat i prylehlykh terytorii. Materialy dopovidei 12 naukovo-praktychnoho seminaru za mizhnarodnoi uchasti (Lviv, 25–26 lystopada 2021 r.)*, 126-130.]
8. Поп'юк, Я. А., Рідуш, Б. Т., Гермаківська, А. В., Шишківська, Т. М., & Калущ, Ю. І. (2018) Геосайти національного природного парку «Хотинський» та прилеглих територій (у межах Рукшинською територіальної громади). *Матеріали п'ятої міжнародної науково-практичної конференції «Регіональні аспекти флористичних та фауністичних досліджень» (Чернівці, 19 квітня 2018 р.)*, 162-164. [Popiuk, Ya. A., Ridush, B. T., Hermakivska, A. V., Shyshkivska, T. M., & Kalush, Yu. I. (2018) Heosaity natsionalnoho pryrodnoho parku «Khotynskiyi» ta prylehlykh terytorii (u mezhakh Rukshynskoiu

У. Костюк, Я. Поп'юк.

Фаціальна мінливість гіпсів, спелеогенез та морфологія карстових порожнин:
нові дані з печери Полякова Дуча (Чернівецька область, Україна)

- terytorialnoi hromady). *Materialy piatoi mizhnarodnoi naukovo-praktychnoi konferentsii «Rehionalni aspekty florystychnykh ta faunistychnykh doslidzhen» (Chernivtsi, 19 kvitnia 2018 r.)*, 162-164.]
9. Babel, M. (2005a). Event stratigraphy of the Badenian selenite evaporites (Middle Miocene) of the northern Carpathian Foredeep. *Acta Geologica Polonica*, 55(1), 9-29.
 10. Babel, M. (2005b). Selenite-gypsum microbialite facies and sedimentary evolution of the Badenian evaporite basin of the northern Carpathian Foredeep. *Acta Geologica Polonica*, 55(2), 187-210.
 11. Klimchouk, A. (2009). Morphogenesis of hypogenic caves. *Geomorphology*, (106), 100-117. <https://doi.org/10.1016/j.geomorph.2008.09.013>
 12. Peryt, T. M. (1996). Sedimentology of Badenian (middle Miocene) gypsum in. *Sedimentology*, 43(3), 571-588. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.1996.d01-26.x>
 13. Peryt, T. M. (2001). Gypsum facies transitions in basin-marginal evaporites: Middle miocene (Badenian) of West Ukraine. *Sedimentology*, 48(5), 1103-1119. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3091.2001.00410.x>

U. Kostiuk, Ya. Popiuk

**Facial variability of gypsums, speleogenesis,
and morphology of karst cavities:
new insights from Polyakova Ducha Cave (Chernivtsi region, Ukraine)**

Keywords: sulfate sequence, gypsum, karst, facies, Miocene, cave, morphology.

Abstract: The research focuses on studying the facies diversity of the Miocene gypsum sequence within the Polyakova Ducha Cave, located at the junction of the Pre-Carpathian Foredeep and the East European Platform (Chernivtsi region, Ukraine). A detailed lithological and stratigraphic analysis of the gypsum facies on the polished walls of the cave galleries was conducted, allowing for the reconstruction of the depositional conditions. Five main gypsum facies were identified, each corresponding to different stages in the development of the Miocene evaporite basin. It was determined that the formation of the lower part of the gypsum sequence was accompanied by earthquakes. The cave's morphology indicates its complex speleogenesis, involving both hypogenic and epigenetic karstification processes. Correlation was established between the stratigraphy of the gypsum facies and the mesomorphological features of the cave. This enabled the reconstruction of the evolution of the underground cavity and the identification of factors influencing karst development.

У. Костюк, Я. Поп'юк.

Фаціальна мінливість гіпсів, спелеогенез та морфологія карстових порожнин:
нові дані з печери Полякова Дуча (Чернівецька область, Україна)