

**В.Л. Казаков, В.О. Шипунова, О.О. Калініченко****Аналіз підземного карсту півдня Кривбасу
з позицій гіпогенного спелеогенезу**

Казаков В.Л., Шипунова В.О., Калініченко О.О. Аналіз підземного карсту півдня Кривбасу з позицій гіпогенного спелеогенезу // Спелеологія і карстологія, - № 2. – Симферополь. – 2009. – С. 83-87.

Резюме: *Описаны карстопроявления в балке Кобыльной на юге Кривбасса, развитие в понтических и верхнесарматских известняках, а также геологические, геоморфологические и гидрогеологические условия карстообразования. На основе анализа этих данных и морфологических особенностей пещеры Кобыльной сделан вывод о гипогенной природе подземной закарстованности района.*

Ключевые слова: карст, Кривбас, гипогенный спелеогенез

Казаков В.Л., Шипунова В.А., Калініченко О.А. Анализ подземного карста юга Кривбасса с позиций гипогенного спелеогенеза // Спелеология и карстология, - № 2. – Симферополь. – 2009. – С. 83-87.

Резюме: *Описані карстопрояви у балці Кобильній на півдні Кривбасу, розвинені у понтичних і верхньосарматських вапняках, а також геологічні, геоморфологічні і гідрогеологічні умови карстоутворення. На основі аналізу цих даних і морфологічних особливостей печери Кобильної зроблено висновок про гіпогенну природу підземного закарстування району.*

Ключові слова: карст, Кривбас, гіпогенний спелеогенез

Kazakov V.L., Shipunova V.A., Kalinichenko O.A. An analyses of underground karst of the south Kryvbas region from the standpoint of hypogene speleogenesis // Speleology and Karstology. – N 2. – Simferopol. – 2009. – P. 83-87.

Abstract: *Karst features in the Kobylna Valley in the south Kryvbas, occurring in Pontian and upper Sarmatian limestones, are described in the paper, as well as geological, geomorphological and hydrogeological conditions of karst development. Based on the analysis of these data and of morphological characteristics of the Kobylna Cave a conclusion is drawn about hypogene origin of karst of the region.*

Key words: karst, Kryvbas, hypogene speleogenesis

Дослідження карсту півдня Кривбасу, проведені у 1998-2004 рр. (Казаков, Шипунова, 2004), дозволили чітко визначити передумови виникнення карсту, оцінити його вік, описати й закартографувати поверхневий рельєф, дослідити вапнякову печеру до моменту обвалення входу і вхідного залу з утворенням провальної лійки. Дослідженнями була охоплена лівобережна від р. Інгулець частина Широківського району Дніпропетровської області. Дослідним полігоном виступили закарстовані ділянки великої за розмірами (50 км завдовжки) балки Кобильної.

Проте, зібраний та опублікований матеріал з теоретичної точки зору осмислений був явно недостатньо. Це стосується визначення генезису підземного карсту з позицій основних теорій сучасної карстології – епігенного та гіпогенного спелеогенезу.

Зважаючи на шарувату геологічну будову північного крила Причорноморської тектонічної западини та наявність тут артезіанського басейну, а також виявлені ознаки гіпогенного походження печери в балці Кобильній, нами була поставлена мета розглянути передумови розвитку карсту району печери та морфології її самої з позицій гіпогенного спелеогенезу.

Концепція гіпогенного спелеогенезу в останні роки розвитку світової карстології набула загального визнання та фактологічного підтвердження. Сутність гіпогенного спелеогенезу визначається як процес печероутворення в гідрогеологічно закритих (напівзакритих) умовах з живленням від товщ гірських порід, які підстеляють породи, що карстуються. Гіпогенний спелеогенез пов'язаний з режимами висхідного розвантаження регіональних і проміжних систем стоку і поперечним водообміном між горизонтами в шаруватих напірних водоносних комплексах (Климчук, 2008). Гіпогенний спелеогенез, таким чином, притаманний для шаруватих артезіанських систем платформного типу, в яких перешаровуються карбонатні, сульфатні і теригенні товщі (Климчук і др., 2008).

За основу оцінки можливого гіпогенного утворення печери в балці Кобильній нами були взяті критерії – комплекс морфологічних і седиментологічних ознак, які є індикаторами гіпогенного спелеогенезу (Климчук, 2006; Климчук и др., 2008). При доведенні одного зі шляхів походження печери Кобильної доречним є порівняння основних ознак поміж гіпогенним і епігенним варіантами генезису печер. Ознаки, що характеризують печери гіпогенного спелеогенезу включають: 1) одноманітність розмірів і морфології каналів; 2) рифтові та точкові елементи живлення низу; 3) розширені латерально-протяжні ділянки («ходи») в певних інтервалах; 4) висхідні стінні канали; 5) «кишені»; 6) ділянки губчастого розчинення; 7) стельові виступи; 8) «напівтруби» і куполи, в тому числі куполи розвантаження у вищерозміщені шари з розсіяною проникністю; 9) еліптична та округла форма поперечного перетину печери; 10) немає гальки, присутні відклади глини; 11) відсутність генетичного зв'язку печер з карстовими лійками на поверхні масиву – апаратом живлення підземних карстових систем епігенного карсту.

Основними критеріями щодо доказу ймовірного гіпогенного варіанту виникнення підземних порожнин району дослідження нами узяті кілька передумов розвитку не лише карсту в цілому, а й конкретної гіпотези. До таких передумов віднесені – геологічна будова, гідрогеологія району, рельєф місцевості. Важливим критерієм виступає морфологія печери Кобильної.

ГЕОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ

В цілому, геологічна будова досліджуваної території є двоповерховою. Нижній поверх складає кристалічний фундамент докембрійського віку. Він опущений до 130 м, що зумовило інтенсивне осадконакопичення на протязі кайнозою. Докембрійський кристалічний фундамент перекритий осадовими відкладами кайнозойської ератеми субгоризонтального залягання, які представлені породами палеогенової, неогенової та четвертинної систем. Товща осадових порід утворює верхній геологічний поверх чохла фундаменту. Їх потужність дорівнює 80-130 м. Пласти осадових порід нахилені в бік Причорноморської тектонічної западини на південь.

Наявність порід, що карстуються. У районі балки Кобильної четвертинні лесоподібні суглинки покривають товщу переважно карбонатних порід неогену, які на схилах балки відслонюються або перекриті елювієм та дерново-степовими ґрунтами. В межах балки простежуються відклади понтичного віку – вапняк-черепашник, оолітові вапняки, вапняки мергелясті із прошарками глин та пісків. Будова – пластова. Понтичні породи підстеляються сарматськими утвореннями, серед яких на поверхню виходять лише верхньосарматські відклади – вапняки, піски. У пригирловій ділянці балки з'являються середньосарматські (вапняки і піски) та меотичні породи (вапняки, мергелі, глини). Карстопрояви у балці Кобильній приурочені до шару вапнякових порід понтичного ярусу – найближчого до земної поверхні. Про це свідчать поверхневі та підземні форми карстового рельєфу. Напевно, карстові процеси протікають і в обводнених сарматських вапняках, але прямих доказів цього поки що немає.

Потужність карбонатної товщі. В цілому шар вапнякових порід балки незначний. Загальна потужність понтичних карбонатних порід становить від 2-5 до 10-15 м, верхньосарматських – від 5-10 до 20-25 м. Тому, карстові процеси мають локальний (ділянковий) характер поверхневого прояву. Цей висновок ґрунтується на морфометричних показниках карстових лійок – їх малій глибині та незначних лінійних розмірах.

Структура карбонатних порід. На розвиток карсту району вивчення негативно впливає часте чергування вапнякових товщ та піщано-глинистих. Черепашники понтичного віку дуже міцні, перекристалізовані – мають ясно виражену кавернозність, що може свідчити про присутність ознак губчастого розчинення. Вапняк нібито побитий дрібними трубками. Однак, не дивлячись на те, що черепашники повільніше і менше карстуються ніж дрібнозернисті вапняки, карстопрояви у балці Кобильній пов'язані саме з ними.

Тріщинуватість вапнякових порід. У понтичних породах тріщинуватість розвинена, що підтверджується наочним їх обстеженням в місцях відслонень і печері та певним лінійним простяганням карстових лійок на поверхні балочного схилу. Переважають тріщини напластування, але присутні і порушення уперек геологічних шарів (простягання тріщин 68°-248°, 10°-190°). Розвитку тріщин у вапнякових породах сприяє і морфологія пластів, які мають тонко- та середньоплитчасту структуру.

Таким чином, пластова будова північного крила Причорноморської тектонічної западини, достатня потужність вапняків різних шарів і віку, кавернозність черепашнику закарстованого понтичного пласту, нахил пластів створюють відмінні умови для латерального руху води пластових вод по окремих шарах з вертикальним водообміном між водоносними горизонтами. Місцевий карст завдяки геологічній будові – наявності потужного шару осадових некарстових порід, розвивається за типом «покритого карсту» з послабленою взаємодією з атмосферою. Все це свідчить саме про гіпогенні передумови формування печер в пластах вапняку.

ГІДРОГЕОЛОГІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ

Наявність циркулюючих підземних вод у вапнякових горизонтах є однією з найважливіших умов розвитку карсту. Гідрогеологічна структура району – пластова багатопверхова. Верхній шар – ґрунтові води – четвертинний у лесоподібних суглинках (дренується балкою у верхів'ях). Нижче нього у вапняках розвинуті пластові води – понтичний і верхньосарматський водоносні горизонти. Понтичний дронується у середній і нижній частині балки. Сарматський горизонт розкритий вже долиною р. Інгулець нижче гирла балки. На досліджуваній території понтичний горизонт досить чітко простежується по схилах балки Кобильної, де розвантажується багатьма джерелами. Напрямок руху вод понтичного горизонту – на південь в бік Чорного моря, тобто до самої зануреної частини Причорноморської тектонічної западини (Натаров, 1957).

Район балки знаходиться у межах північного крила Причорноморського артезіанського басейну. Пластові водоносні горизонти тривалий час розвивались в умовах глибинної циркуляції вод. Сучасна геологічна будова

вапнякових шарів та печери Ковильної свідчить про те, що рух води завжди йшов по тріщинним латеральним каналам, із часто заплутаною – лабіринтовою мережею. За умов посушливого клімату північного степового Причорномор'я та потужного некарстового чохла четвертинного часу (до 25-30 м) водний режим ґрунтів є виключно непромивним. Непромивний режим не може забезпечити надходження достатнього об'єму води під землю за рахунок місцевого живлення, аби викликати розвиток карсту за вертикально-низхідним, тобто – епігенним типом. І тільки в пізніший час, коли почала формуватись сучасна ерозійна мережа, в межах балок і прибалочних вододільних схилів суглинки, піски і глини були змиті, відбулося покращення вертикального інфільтраційного зв'язку між земною поверхнею та підземними порожнинами першого від поверхні понтичного водоносного горизонту. Тому зараз понтичний водоносний горизонт має більш тісний інфільтраційний контакт з атмосферою. Тому можна стверджувати, що печера в балці Ковильній розвивалась скоріше за гіпогенним (глибинним) типом.

Скоріш за все, пластові підземні води в понтичних породах почали формуватися одразу після регресії понтичного моря та загального підняття території. Тому карстові процеси ймовірно розпочалися вже наприкінці пліоцену.

РЕЛЬЄФ

Під час експедиційних досліджень 1997-1998 рр. були знайдені 8 ділянок поверхневих карстопроявів (рис. 1).

Серед форм поверхневого карстового рельєфу розвинуті: карстові лійки, понори, карстові улоговини, карстові вали. Кількісно переважають *карстові лійки*, загальна кількість яких становить 221. Карстові лійки невеликі за розмірами, за формою – округлі, серпоподібні та овальні. Округлі мають діаметр від 1 до 8 м, овальні довжиною до 10-13 м, а шириною – 5-7 м. Глибина лійок також незначна – середня 1,0-1,2 м, мінімальна – 0,3 м, максимальна – до 1,7 м.

За генезисом карстові лійки представлені трьома типами – провальні, корозійні та корозійно-суфозійні. Суфозійні процеси мають підпорядковане значення. В районі зустрічаються також лійки змішаного провальньо-карстово-суфозійного типу. Провальні лійки молоді, характеризуються обривистими схилами, нерівним погорбованим дном. Більшість старих і задернованих лійок, скоріше за все, теж відрізняються провальним походженням, про це свідчать нагромадження брил черепашнику на їх дніщі. Основна ж частина лійок мають виположені схили, що є

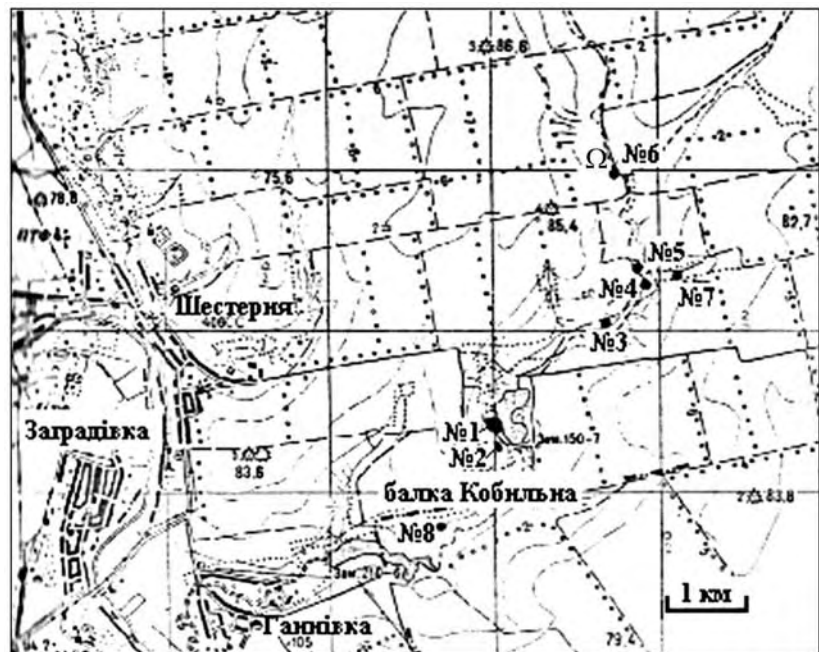
результатом корозійних і ерозійних процесів – змиву пухкого матеріалу та ґрунту зі схилів і послідуєчим їх відкладенням на дніщі.

Так як карст балки розвинутий у субгоризонтальних понтичних вапняках, переважна частина карстових лійок набула чіткої конусоподібної форми. Рідше зустрічаються блюдцеподібні лійки, глибина яких невелика, а дніще вирівняне і відзначається округлою формою. Карстові лійки симетричної форми.

Карстові лійки тяжіють до тріщин дrevньої водно-ерозійної сітки – лощин, протяжин, ярів. Внаслідок переведення поверхневого стоку в підземний, на місці ерозійних форм утворилися ланцюги лійок – два *сліпих яри* (ділянка № 1, і особливо №8). На деяких ділянках значне розростання і збільшення густоти карстових лійок призвело до утворення *карстових валів* – залишків міжлійкових поверхонь балочного схилу (ділянка № 1, 2), які характеризуються пасмовою випуклою формою висотою до 0,5-1,5 м. Відкриті *понори* знайдені лише в одному місці (ділянка № 1).

Поверхневий карстовий рельєф вважаємо більш молодими утворенням ніж печера, тому що ці форми мають переважно провальне походження. Є зовсім молоді провальні лійки, остання з них утворилася над східною залогою печери у 2006 р. Лійки могли виникнути лише за наявності значних підземних порожнин, в які провалювалися порівняно великі обсяги вапняків, пісків, ґрунтів, суглинків тощо, сліди яких часто зустрічаються в печері.

На сьогоднішній день провальні лійки є каналами перепуску води під землю, але в часи гіпогенного формування печери Ковильної їх явно не було через значну товщу покриваючих некарстових порід. Адже в сучасних лійках масово представлені саме уламки



№ 1 - ділянки поверхневого карсту
Ω - місце печери

Рис. 1. Розташування ділянок карстопроявів та печери Ковильної.

черепашнику. Це означає, що за часів гіпогенного етапу розвитку підземних порожнин балки Ковильної місця сучасних карстових лійок не являли собою точки живлення карстових підземних систем.

Інші провальні лійки з'явилися на пізнішій стадії розвитку карстових шарів і виникли виключно при розкритті закарстованого понтичного шару вапняків ерозійними процесами на земній поверхні, з подальшим зменшенням перекриваючого шару некарстових порід (піски, суглинки, глини). Покращились процеси вертикальних зв'язків поверхні з печерами, що призводило до провалювання стелі печер, причому в багатчисельній кількості, особливо в зонах посиленої тріщинуватості. Тому не дивно, що наявність поверхневих карстових лійок саме приурочена до ділянок з оголеним понтичним вапняком, або з незначним шаром алювіальних пісків в районі печери.

Отже, наявний поверхневий карстовий рельєф не суперечить логіці можливого гіпогенного напрямку розвитку підземного карсту району балки Ковильної. Карстові лійки молоді і з'явилися на глибинному ерозійному етапі розвитку балки Ковильної, за умов вже формування вертикально-низхідного перетоку води з земної поверхні до понтичного пластового горизонту підземних вод. Таким чином, деякі риси епігенного шляху розвитку підземного карсту є більш молодими і наступними за гіпогенними.

ГЕОМОРФОЛОГІЯ ПЕЧЕРИ КОБИЛЬНОЇ

Будова печери є самою інформативною щодо можливого підтвердження гіпогенного шляху формування підземних порожнин понтичного горизонту вапняків усього північного Причорномор'я.

Печера Ковильна (топонім запропонований нами) розвинута в середній частині балки (рис. 1, 2). Відома здавна. Є свідчення очевидців, за якими до спорудження криворізьких хвостосховищ НКГЗК і ПівдГЗК печера була сухою вся, мала два поверхи (імовірно нижній поверх відповідає сарматським вапнякам), нижній з

яких повністю заповнився водою внаслідок інфільтрації вод з тіла хвостосховищ, а верхній лише частково, тому й залишився доступний для досліджень. Факт існування нижнього поверху вимагає перевірки.

Печера розкрита піщаним присхиловим кар'єром. Вхід до неї знаходиться на контакті алювіальних пісків і вапняків, являє собою штучно зроблений колодязь глибиною 1,5 м. Далі у вапняках йде вузький (шириною 0,3 м) і нахилений (17°) прохід униз трубообразної форми, довжиною 3,5 м. Прохід відкривається в першу і саму велику обвальну залу купольної форми, довжина якої 4,0 м, ширина 2,5-3,5 м. Основну частину зали займає обвальний конус, який складений вапняковими рештками кривлі та пісками. Висота зали від вершини конусу – 2,7 м, від підшви – 4,8 м. Товщина кривлі печери всього 1,5 м, що призвело до обвалення стелі навесні 2006 р., тому доступ до печери тепер перекритий.

Від обвальної зали відходять три галереї, які також мають невеликі сліпі відгалуження. Висота галерей 1,5-1,7 м, місцями знижуються до 0,5 м. Ширина галерей також незначна – від 0,5 до 1,0 м. В галереях є невеликі зали заввишки до 2,0 м, і шириною 1,5 м. Поперечна форма галерей схожа на еліптичної форми проходи (канали), розширення в місцях залів являє собою форму куполів.

Характер відкладів печери також можливо пояснюється ознаками гіпогенного карсту. Так, стеля галерей скрізь ускладнена виступами вапнякових брил, які періодично сколюються, тому днище печери усяєне уламковим матеріалом на всіх її ділянках. Будь-які донні відклади обкатаної форми не знайдені. Натічні утворення відсутні. Цей факт пояснюється не лише ймовірним гіпогенним характером розвитку печери на початковій стадії, а й тим, що печера закладена в черепашникових вапняках, які швидко руйнуються під дією денудації. Останнім фактом можна пояснити значну інтенсивність руйнації стінок печери, які морфологічно нерівні, кутні. Друга Західна галерея закінчується порівняно великою, овальної форми залогою, дно якої вкрите потужним шаром глини червоно-бурого кольору («терра-роса»). Зала явно була тупиковою гілкою руху пластових вод, тому й відбулося спокійне накопичення глини. Поверхня дна глиняної зали – ідеально рівна, й покрита плівкою води. Глини явно є нерозчинним осадком при розчиненні вапняку, тому що геологічні породи кривлі печери не містять такої глинистої фракції, яка знайдена в печері.

Загальна довжина обстеженої частини печери до 2001 р. дорівнювала 140 м, але не пройденим залишався сифон у західній частині печери. Влітку 2001 р. рівень міжпластових понтичних вод знизився до найменших значень, що дало змогу пройти у засифонну частину. Виявилось, що короткий прохід відкривається у порівняно

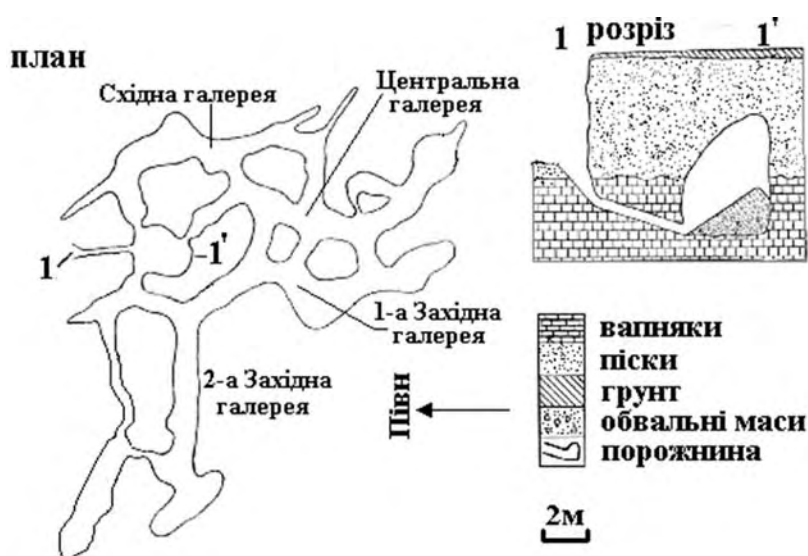


Рис. 2. План і розріз печери Ковильної (1999 р., з доповненнями за 2001 р.) до обвалення вхідної зали у 2006 р.

велику (завдовшки 6 м) але невисоку залу (1,0 м). Із зали простежений вузький лаз, який з'єднав із першою західною галереєю, яка розпочинається від східної обвальної зали. Таким чином, довжина печери подовжена до 152 м. За довжиною печера Кобильна є третьою в понтичних відкладах Причорноморської низовини.

Встановлено, що печера має чітку лабіринтову будову, пов'язану з тріщинуватістю вапняків. Порівняно великий обвальний зал з конусом є в кінці центральної галереї. Більше обвальних залів не виявлено. На стелі та стінках печери в кількох місцях віднайдені висхідні стінні канали, по яким навіть в 2-х точках замитий чорноземний ґрунт з поверхні. На контакт підлоги та стінок печери місцями розвинені бокові виїмки, які дійсно нагадують стінні «кишені». Галереї (проходи) досить одноманітні за розмірами та морфологією.

Печера обводнена понтичними підземними водами. Середній рівень стояння рівня води від днища печери у липні 1998 року становив 0,6-0,7 м, в липні 1999 року рівень води знизився в середньому на 0,5 м. З літа 2001 й до 2005 р. печера була майже сухою, пройти її можна було без спецодягу. В цілому, вода займає всі галереї і зали, окрім обвальних конусів, але в сухий період року рівень води знижується на 0,5-0,6 м, до повного висихання деяких ділянок галерей печери. В 1998-2000 рр. на дні печери, коли вона була заповнена водою, був відмічений один цікавий факт – висхідне підтікання води, явно по каналу з порід дна печери – по типу невеличкого воклюзу. Це доказ не лише горизонтального руху води в затиснутій пластовій структурі, а й наявності вертикально-висхідної циркуляції води з підтоком з нижче розташованих шарів.

Влітку 2001 р. рівень понтичних вод був такий низький, що на днищі печери залишилися лише окремі озера та озерця. Отже наявні значні сезонні та багаторічні коливання рівня води в печері. Гіпотеза про зв'язок таких коливань з підтіканням води з північніше розташованих шламосховищ Новокриворізького та Південного ГЗК не підтвердилась через регулярність інфільтрації вод з гідровідвалів. Цей процес не узгоджується з пульсаційним характером режиму рівня понтичних підземних вод. Останнє також не можна пояснити й сучасним режимом атмосферних опадів через непромивний характер ґрунтів. Тому такі коливання води скоріше зумовлені процесами вертикальної динаміки пластових вод у висхідному та низхідному напрямках з чітким переходом у латеральний рух по лабіринтовій каналовій системі порожнин.

Печера, не дивлячись на покритість товщею пісків, досить активно взаємодіє з денною поверхнею. На стелі і стінках скрізь зустрічаються виходи багаточисельних понорів. Особливо на лівому борту східної галереї розвинуті сліпі вивали гірських порід і чорноземних ґрунтів у вигляді конусів. В 30-ти м від печери на південь, приблизно за напрямом центральної галереї, знаходяться дві свіжі карстові лійки. Об'єм обвалених порід не менше 9-10 м³, об'єм нової лійки – 7 м³. Це підтверджує думку про те, що тут під землею знаходяться значні порожнини, які необхідно шукати і далі.

На предмет прогнозу нових порожнин здійснена біолокація карстових ділянок №6, №1, №2. Простежується лінійна невелика порожнина в місці розвитку найбільших провальних лійок на ділянці №1, а також порожнини на ділянці №6. На території останньої виявляються дві лінійні порожнини значної довжини (понад 100 м), причому, одна співпадає з новою провальною лійкою. Здійснена кореляція плану печери і біолокаційної зйомки.

ВИСНОВКИ

Зазначені передумови розвитку карсту та спелеогенезу, аналіз морфології печери Кобильної дозволяють зробити наступне припущення – *підземний карст району балки Кобильної відзначається переважно, якщо не виключно, ознаками гіпогенного шляху розвитку*. Це проявляється у пластовій геологічній будові території Північного Причорномор'я, наявності артезіанського басейну, латеральних та висхідних рухах пластових понтичних вод, характерних рисах морфології печери Кобильної, різностадіальних часових проявах парадинамічних переходів від гіпогенного етапу розвитку карстового масиву до епігенного.

Проведені дослідження також вимагають поставити питання про внесення змін та доповнень в схему карстологічного районування території України (Дублянський, Ломаєв, 1980). Згідно з нею, за всіма морфогенетичними ознаками карстові ділянки району балки Кобильної необхідно віднести до Причорноморсько-Азовської карстової області, а її межі слід продовжити північніше по долині р. Інгулець і навколишнім територіям, де карстові породи лежать близько до земної поверхні. Підставою до цього слугують характерні риси структури карсту і його розвитку – наявність поверхневих і підземних форм карстового рельєфу, особливість карстових процесів, які протікають в осадових карбонатно-вапнякових відкладах морського походження неогенового віку.

ЛІТЕРАТУРА

- Дублянський В.Н., Ломаєв А.А. Карстовые пещеры Украины. – К.: Наук. думка, 1980. – 180 с.
- Казаков В.Л., Шипунова В.О. Нові відомості про підземний карст північного Причорномор'я // Україна: географічні проблеми сталого розвитку. Зб. наук. праць. – К.: ВГЛ Обрії. – Т. 3. – 2004. – с. 225-228.
- Климчук А.Б. Карстообразование в артезианских условиях: концепция поперечного спелеогенеза // Геол. журн. – 2006. – № 2-3. – С. 181-190.
- Климчук А.Б. Гипогенный спелеогенез и его значение в карстологии и практических приложениях // Крымские карстовые чтения: Состояние и проблемы карстолого-спелеологических исследований. Матер. Междунар. науч. конф. – Симферополь, 2008. – с. 8-11.
- Климчук А.Б., Амеличев Г.Н., Тимохина Е.И., Лукьяненко Е.А. Гипогенный карст юго-западной части Предгорного Крыма. Путеводитель полевой экскурсии Международной конференции «Крымские карстовые чтения». – Симферополь, 2008. – 23 с.
- Натаров В.Д. К вопросу об условиях питания и стока подземных вод Криворожского бассейна // НИГРИ. Бюллетень науч.-техн. информ. Вып 2., 1957. – с. 102-105.