

До методики палеогеографічного вивчення відкладів карстових печер України

Юлія Л. Авдєєнко 

Київський національний університет імені Тараса Шевченка, вул. Володимирська, 64/13, Київ, 01601, Україна

Реферат

У статті розглядаються основні палеогеографічні методи вивчення печерних відкладів для реконструкції палеоекологічних умов минулого. Показано актуальність і достовірність результатів їхнього сумісного використання. Наведено теоретико-методологічні та методичні основи комплексного палеопалінологічного та літологічного (зокрема, гранулометричного) дослідження кластичних печерних відкладів. Методологічною основою реконструкції давньої рослинності за кластичними відкладами печер є порівняння поверхневих пилкових проб: відкладів печер і сучасних ґрунтів. Під час палеогеографічного дослідження відкладів карстових печер було системно виконано палінологічний аналіз їхніх теригенних та біогенних складових (копролітів хижаків), що показало майже повну ідентичність результатів і довело адекватність спорово-пилкових даних для палеоекологічних реконструкцій. Встановлено, що вміст перевідкладеного пилку у кластичних відкладах печер залежить від їх гранулометричного складу, різко збільшуючись у запищаних відмінах. Гранулометричний склад печерних відкладів дає інформацію щодо генези відкладів і, таким чином, опосередковано, й про палеокліматичні умови. Головне значення для інтерпретації результатів мають зміни вмісту фракцій мулу, крупного пилу та піску. Встановлено пряму кореляцію палеокліматичних сигналів, отриманих за результатами палінологічного та літологічного аналізів, із показниками магнітної сприйнятливості. Застосування комплексу методів дослідження відкладів печер, а саме палінологічного, літологічного (зокрема, гранулометричного), петромагнітного, палеофауністичного, палеогенетичного, радіоізотопних та палеомагнітних методів, може забезпечити контроль достовірності виконаних реконструкцій шляхом верифікації їхніх результатів між собою. Комплексні палеоекологічні реконструкції за відкладами печер мають велике значення для реконструкції природних умов проживання людини доісторичного та історичного часу, оскільки відклади багатьох печер містять археологічні горизонти від нижнього палеоліту до епохи раннього заліза.

Ключові слова

Кластичні відклади печер, палінологічний метод, гранулометричний метод, палеоекологічні реконструкції

Надійшла до редакції: 1 грудня 2020 / Прийнята: 23 грудня 2020

On methodology of palaeogeographical studies of karst cave deposits of Ukraine

Yuliia L. Avdieienko

Taras Shevchenko National University of Kyiv, 64/13, Volodymyrska St, Kyiv, 01601, Ukraine

Abstract

New approaches developed within the complex palaeogeographic methodology of cave deposits studies for reconstruction of the past ecological conditions are presented in the paper. The relevance and reliability of results of such studies are shown on the cases from the previous research of cave systems in Ukraine. The methodology based of palynological and lithological (including grain-size analysis) study of terrigenous cave deposits is proposed, and the advantages of their complex application within the multidisciplinary palaeoenvironmental study are proved. The reliability of palaeovegetational reconstructions based on pollen studies of clastic cave deposits is confirmed by the compatibility of their results with those obtained from coeval subaerial deposits. The same patterns were shown by a comparison of pollen from hyaena coprolites in the cave and their enclosing sediments. It has been found that the content of redeposited pollen in the clastic sediments of caves depends on their particle size distribution, sharply increasing in sandy deposits. The grain-size composition of cave deposits also provides information on the genesis of deposits and, thus, indirectly, on palaeoenvironmental conditions. Changes in clay, large silt and sand fractions are of main importance for the interpretation of the results. A direct correlation of paleoclimatic signals obtained by the results of pollen and lithological analyses with the indicators of magnetic susceptibility has been established. The use of these palaeogeographic methods for studying cave deposits, namely pollen analyses, lithological (in particular, grain-size), palaeontological, petromagnetic, palaeogenetic, radiocarbon and paleomagnetic methods, will be able to control the reliability of the reconstruction by collate them. Multidisciplinary study of the cave deposits has a great potential for reconstructions of the ancient Man environments as deposits of many caves include archaeological horizons of different material cultures from the Early Palaeolithic to the Early Iron Age.

Keywords

Clastic cave sediments, palynology, grain-size analysis, palaeoecological reconstructions

Received: 1 December 2020 / Accepted: 23 December 2020

1. Вступ

Вивчення палеоклімату та палеоландшафтів є на сьогодні актуальним, оскільки встановлення закономірностей змін рослинності і клімату у пізньому плейстоцені та голоцені дозволяє розробляти підходи до прогнозування їхніх змін у майбутньому. Розрізи із детально стратифікованими субаеральними відкладами верхнього плейстоцену та голоцену у карстових районах є одиничними, і тому саме вивчення печерних відкладів може допомогти детально відтворити послідовність змін клімату і ландшафтів у минулому на цих територіях.

Комплексне палеогеографічне вивчення печерних відкладів в Україні почалося лише у кінці ХХ століття. До цього часу використовувалися лише окремі методи дослідження, спочатку переважно археологічні та палеонтологічні, пізніше – літологічні, петромагнітні, палеомагнітний, палінологічний та радіовуглецеве датування. Вагомий внесок у палеогеографічне вивчення печерних відкладів зробили такі дослідники як В. Н. Дублянський (Dublyansky, 1980), Б. А. Вахрушев (Vakhrushev, 2001), В. Андрейчук (Andreychuk, 2007), О. Б. Климчук (Klimchuk, 2009), Б. Т. Рідуш (Ridush, 2004, 2009, 2013; Ridush *et al.*, 2013), К. М. Бондар (Bondar *et al.*, 2010), Н. П. Герасименко і М. Б. Гладиревська (Gerasimenko *et al.*, 2010). Особливе значення для палеогеографічних реконструкцій у карстових ландшафтах має розробка О. Б. Климчуком (Klimchuk, 2009) моделі утворення печер в артезіанських умовах – гіпогенного спелеогенезу.

Серед палеогеографічних методів за можливістю виконувати реконструкції за короткотривалими проміжками часу виділяється палінологічний аналіз. Перші стратиграфічні дослідження та палеогеографічні реконструкції за палінологічними даними було виконано для розрізів археологічних пам'яток Київ-Коба (палінологічні дослідження проведені М. Н. Клапчуком) (Stepanchuk, 2002) і Заскельне (Gubonina, 1985). На основі результатів вивчення відкладів стоянок Кабазі II, Кабазі V та Буран-Кая III Н. П. Герасименко (Gerasimenko, 1999, 2004, 2005, 2007) були визначені особливості природних змін у північних передгір'ях Криму та виконано кореляцію короткоперіодичної етапності розвитку природи цього регіону з глобальними кліматичними подіями та кліматостратиграфічними шкалами Східної і Західної Європи.

Важливим здобутком для палеогеографії стала робота Б. Т. Рідуша з теорії, методики та практики палеогеографічних реконструкцій природних умов пізнього кайнозою півдня Східної Європи за результатами досліджень відкладів печер (Ridush, 2013). У ній запропоновано принципову схему та алгоритм досліджень печерних відкладів, розроблено методико-методологічну модель дослідження карстових печер у палеогеографічних цілях.

На території України відомі печери, що

функціонували як природні пастки осадових та палеонтологічних решток і містять розрізи із непорушеною стратиграфією кластичних відкладів (Ridush, 2013; Gerasimenko *et al.*, 2014, 2019; Avdieienko, 2015, 2016; Avdieienko *et al.*, 2018). На тепер за поєднаною методикою використання палінологічного і гранулометричного аналізів досліджено п'ять розрізів відкладів печер на території Середнього Придністров'я і Гірського Криму (Avdieienko, 2016). Проте більшість карстових печер в Україні залишаються малодослідженими, або не дослідженими у палеоекологічному аспекті.

2. Матеріали і методи

Польові експедиційні методи є головними на початку палеогеографічного дослідження печерних відкладів. Визначення місця розташування їхніх розрізів, перспективних для палеогеографічних досліджень, потребує спеціальних спелеологічних вишукувань, тому вузьким спеціалістам із галузевих палеоекологічних методів необхідна допомога досвідчених спелеологів та карстологів-науковців зі значним досвідом роботи. Саме вони можуть вказати на місця розташування у печері потужних нашарувань теригенних або біогенних відкладів, які можуть стати об'єктами подальших аналітичних досліджень.

Встановлення генетичних типів печерних відкладів, їхня стратифікація та детальний відбір зразків визначають успіх подальших лабораторних досліджень. Для виконання цих завдань, перш за все, необхідно отримати дані палеокарстологів, зокрема й літературні, щодо історії утворення і етапів формування підземної порожнини, яка вивчається. Після отримання інформації щодо будови печери, яка містить палеогеографічні пам'ятки, перспективні для палінологічного та літологічного аналізу, перший етап дослідження передбачає:

1. пошук та визначення положення розрізу за картосхемою печери і іншими допоміжними матеріалами;
2. детальний пошаровий опис розрізу (виконують стратифікацію відкладів, визначають потужність, описують літологічні ознаки верств, попередньо визначають генетичний тип і фаціальний склад відкладів);
3. вибір найбільш репрезентативних розрізів у якості опорних;
4. розробка стратегії опробування та відбір зразків для аналітичних досліджень.

Нами у рамках комплексного палеогеографічного підходу до вивчення печер було розвинуто і використано для палеоекологічних реконструкцій такі важливі його складові як палінологічний та літологічний аналізи, зокрема, вивчення гранулометричного складу відкладів. У нашому дослідженні паралельне застосування цих

двох методів із метою отримання надійних палеогеографічних індикаторів, а також взаємна верифікація отриманих результатів слугувала підвалиною обґрунтування достовірності останніх. Звичайно іншою важливою основою перевірки достовірності палеогеографічних реконструкцій за палінологічними та літологічними даними є порівняння із результатами, отриманими іншими методами мультидисциплінарного підходу: палеофауністичним, петромагнітним та палеогеоморфологічним тощо, а для визначення віку відкладів – палеомагнітним, радіовуглецевим тощо.

Оскільки найістотнішим завданням палеогеографічних досліджень є прогнозування природних змін у майбутньому важливим є визначення закономірностей їхніх змін впродовж окремого палеогеографічного етапу і, отже, вивчення короткоперіодичної етапності та циклічності розвитку. Це досягається лише шляхом детального відбору проб, у нашому випадку проб печерних відкладів на спорово-пилковий та гранулометричний аналізи.

Зразки для палінологічного та гранулометричного аналізів відбирають із кожної літологічної відміни, із інтервалом 10 см. Потрібно дотримуватися умови, щоб до зразку не потрапляв матеріал із різних літологічних шарів (біля їхніх меж), а також будь-які домішки чи новоутворення. Окремо відбирають зразки із біологічних включень, наприклад, копролітів, посліду рукокрилих, вмісту трубчатих кісток тощо. При зберіганні зразків не допускається висихання та перегрів седиментів, що будуть використовуватися для спорово-пилкового аналізу.

Найкращими об'єктами вивчення є стратиграфічно безперервні розрізи теригенних відкладів, по можливості достатньої потужності (три та більше метрів).

На денній поверхні поблизу печери і в радіусі 1 км навколо неї описують сучасний рослинний покрив, ґрунтові відміни та відбирають поверхневі спорово-пилкові проби ґрунтів із різних природних біотопів поблизу печери. Оскільки паліноморфи деяких рослин розносяться на значні відстані, необхідно мати літературні дані щодо складу рослинного покриву у геоботанічній провінції, в якій розташовано досліджуваний розріз.

Для обробки печерних відкладів на спорово-пилковий аналіз було використано методіку мацерації та сепарації зразків (Malyasova, Spiridonova, 1989) у модифікації Н. П. Герасименко. У ході аналітичних робіт деякі методичні прийоми були змінені із метою їх адаптації до повнішого вилучення паліноморф із печерних відкладів та копролітів. У відкладах печер вапнякового карсту значно більшого часу потребувало видалення карбонатів і за первинної обробки, і після диспергації мулистих часток із вивільненням вторинних карбонатів. Для наважок зразків із копролітів необхідно брати у 3–5 разів більше матеріалу (300–500 г), ніж із кластичних

відкладів. Обробка HF була переважно не потрібною.

Для визначення гранулометричного складу відкладів був використаний метод “піпетки” (Kachinsky, 1965), який базується на врахуванні швидкості осідання часток у спокійній воді. Кластичні відклади карбонатних і гіпсових печер попередньо звільнили від крупноуламкових часток (продуктів руйнування стінок печер), карбонатів і гіпсу, оскільки, невидалення гіпсу приводило до позірною збільшення вмісту мулистої фракції.

3. Результати

Основними методами дослідження було обрано палінологічний та гранулометричний аналізи. У статті показано актуальність та перспективність паралельного застосування палінологічного та літологічного (зокрема, гранулометричного) методів до розрізів печерних відкладів, а також доцільність їхнього комплексного застосування у рамках мультидисциплінарного палеогеографічного підходу до реконструкції природних змін минулого. Саме застосування цих методів у комплексі до відкладів печер Еміне-Баїр-Хосар, Буковинка, Кришталева та Товтри дало уможливило адекватні результати реконструкції клімату і рослинності на теренах розташування цих печер.

Спорово-пилкові дані є надзвичайно важливими для реконструкції палеорослинності та її змін як показників змін давнього клімату, оскільки рослинний покрив є дуже тонким індикатором кліматичних умов. Безперечно, при інтерпретації паліноматеріалів із печерних відкладів необхідне врахування чинників, що впливають на занесення паліноморф у печеру, їхнє переміщення на різні глибини у підземній порожнині (разом з атмосферними опадами чи у результаті привнесення підземними потоками), збереженість при фосилізації тощо.

Інтерпретація палінологічних діаграм базується на методологічних засадах, розроблених шляхом порівняння палінологічного складу сучасних поверхневих проб ґрунтів і складу сучасної рослинності. Подібні дослідження (Grichuk *et al.*, 1948; Arap, 1976; Bolikhovskaya, 1995; Bezusko, 1999; Bezusko *et al.*, 2011) показали, що для адекватних інтерпретацій палеопаліноспектрів необхідно враховувати можливе значне перебільшення відсотків вмісту пилку сосни та недостатнє відображення у складі паліноспектрів пилку широколистяних порід, злаків тощо.

Проведені нами дослідження показали, що склад субрецентних паліноспектрів кластичних відкладів печер має певні відміни від такого субаеральних відкладів. Це пов'язано із тим, що вміст пилку рослин, які зростають безпосередньо біля входу до печери, стає надрепрезентованим у їх кластичних відкладах. Тому при інтерпретації палеопаліноматеріалів необхідно розрахувати і

вводити похибку на перевищення вмісту локальної рослинності, поширеної біля відкритих карстових форм.

Надзвичайно важливим є отримання ідентичного палеокліматичного та палеоекологічного сигналу за палеоботанічними та палеофауністичними даними. У зв'язку із поширенням пилку на значні відстані шляхом повітряного переносу, за палінологічними реконструкціями отримуємо регіональну характеристику давніх рослинності та клімату. Мобільність ссавців та птахів у межах регіону зіставна із такою паліноморф. В той же час палеокліматичний сигнал, отриманий за рештками комах та рукокрилих, відображає локальні умови печери. Проте останні опосередковано також відображають зміни кліматичних умов на поверхні. Перед проведенням кореляції палеокліматичних сигналів, отриманих за палінологічними та палеофауністичними матеріалами, необхідно упевнитися у непорушеному стратифічному положенні палеофауністичних решток.

На тепер надзвичайно цікаві матеріали щодо походження та міграцій представників палеофауни отримано палеогенетичним методом (Stankovich et al., 2001). Дуже перспективним є проведення подібних досліджень за палео-ДНК палінологічного матеріалу. Подібні роботи мали б показати синхронність чи певне часове відставання у змінах, з одного боку, рослинних, а з іншого, тваринних ценозів у відповідь на палеокліматичні зрушення.

Можливість використання палеопалінологічного методу для реконструкції давньої рослинності за кластичними відкладами печер, процес формування яких є складним і полігенетичним, підтверджується майже повною ідентичністю результатів їхнього аналізу із такими, отриманими внаслідок вивчення спорово-пилкового складу копролітів хижаків, зцементованих в одновікових утвореннях. Паліноморфи цих копролітів найбільш адекватно репрезентують склад пилку у повітрі місцевості проживання цих тварин. Відмічаємо дуже гарну збереженість пилкових зерен у кластичних відкладах печер, і особливо всередині копролітів, а також чітку різницю у стані збереження паліноморф повітряного заносу та перевідкладених форм, що дозволяє чітко відрізнити останні. У копролітах хижаків перевідкладений пилко відсутній, проте концентрація пилку нижча, ніж у кластичних відкладах.

Встановлено, що вміст перевідкладеного пилку в останніх залежить від їхнього гранулометричного складу, різко збільшуючись у запіщаних відмінах. Перевідкладений пилко включав переважно палінотипи родини Pinaceae, що загалом характеризуються найбільшою летючістю і прекрасним ступенем збереження. Проте у давніших відкладах (плейстоценових) знайдено пилко неогенових реліктів (горіх волосбкий, карія, кедр, тсуга, подокарпус, реліктові сосни). Це обумовлене розмивом міоценових порід, в яких вироблено

печери (Буковинка та Товтри). Присутність пилку реліктових рослин дозволяє виявляти рівні розвитку інтенсивного розмиву, пов'язані із підвищеним надходженням вологи, а, отже, із підвищеним зволоженням клімату.

Інтерпретація результатів гранулометричного аналізу кластичних відкладів печер має базуватися на літологічному описі порід. Для крупних фракцій необхідне розрізнення гравійно-галькового матеріалу флювіального генезису та уламків, сформованих шляхом фізичного руйнування вмісних порід печери. При аналізі вмісту пилуватої та мулистої фракцій слід враховувати здатність гіпсових порід утворювати крупнопилуваті ("гіпсове борошно") чи тонкодисперсні агрегати. Наявність їх у розрізах відкладів визначається лише за літологічним описом порід, який є абсолютно необхідним для визначення реальної, а не позірної частки крупнопилуватої чи мулистої фракції у теригенних відкладах печер. Літологічний опис порід необхідний для визначення їхнього генезису і відповідної адаптації методів їхньої подальшої обробки.

Гранулометричний склад печерних відкладів дає інформацію щодо генезису відкладів і, таким чином, опосередковано, й про палеокліматичні умови. Головне значення для інтерпретації результатів гранулометричного аналізу мають зміни вмісту фракцій мулу, крупного пилу та піску. Враховуючи відміни гранулометричного складу викопних ґрунтів і лесів (Veklich, 1968; Sirenko, Turlo, 1986), було припущено, що вміст мулистих і крупнопилуватих часток свідчить про переважання відповідно елювіальних чи еолових процесів на поверхні, і, таким чином, показники гранулометричного складу кластичних відкладів печер-пасток можуть розглядатися у якості палеокліматичних індикаторів. Високий вміст крупнопилуватих часток є показником розвитку пилових бур за умов посилення посушливості клімату. Доведено, що у печерах існують надзвичайно сприятливі умови для накопичення еолових відкладів (Ridush, 1993). Підвищений вміст мулистих (а також і глинистих) часток відображає сповільнення еолових процесів і посилення ґрунтового вивітрювання в умовах сприятливішого клімату та стабільнішої поверхні, а також і посилення хімічного вивітрювання у печерній порожнині. Підвищений вміст піщаної фракції (за умов попереднього видалення із відкладів карбонатів та гіпсів) свідчить про посилення поверхневого змиву або про розвиток флювіальних процесів у печері. Збільшення інтенсивності наземного і підземного стоку є переважно відображенням підвищеного зволоженого клімату.

Важливим є зіставлення результатів палінологічного та гранулометричного аналізів при визначенні меж стратиграфічних одиниць. У випадках, коли палінологічні проби відібрані із широким інтервалом, при проведенні меж палінозон враховувалися межі літологічних,

зокрема, гранулометричних, відмін. Адже зміни літологічного складу відкладів відображають зміни умов седиментації, і, у багатьох випадках, зміни природних умов на поверхні. Проте виокремлення таксонів палеогеографічної етапності виконують саме за палінологічними даними (у комплексі із іншими палеонтологічними), оскільки щодо печерних відкладів вони як індикатори палеорослинності та давнього клімату є надійнішими регіональними показниками природних змін, ніж літологічні відміни, що формуються і під сильним впливом локальних умов печерних порожнин.

Петромагнітні дослідження магнітних властивостей печерних відкладів (Laukhin, 2001; Pospelova *et al.*, 2006) показали, що теригенні відклади печер є носіями палеокліматичного сигналу. Зокрема, це доведено за доброю кореляцією вертикальної структури магнітної сприйнятливості у розрізах печерних (печера Еміне-Баїр-Хосар) та ґрунтових (розріз Біюк-Карасу-ХІХ) голоценових відкладів (Bondar, 2014). Автори робіт (Bol'shakov, 2004; Zagniy, 1982) наголошують, що у печерних відкладах слід очікувати більш надійного запису древнього магнітного поля, оскільки кліматичні умови в середині печери відносно стабільні, а отже низька ймовірність накладання вторинної намагніченості. Крім того, еоловий спосіб формування рихлої товщі у привхідній частині печери дозволяє сподіватись на неперервність палеомагнітного та палеокліматичного запису на відміну від лесово-ґрунтових формацій, де ґрунтові шари часто утворені внаслідок переробки материнського лесу.

Нами показано чітку кореляцію палеокліматичних сигналів, отриманих за магнітною сприйтливостю, із результатами палінологічного та літологічного аналізу (Gerasimenko *et al.*, 2014), що доводить правильність отриманих реконструкцій і вказує на перспективність комплексного застосування цих методів.

Відмічаємо, що методи палеозоології та “абсолютної” геохронології мають набагато важливіше значення для вивчення печерних утворень, ніж для субаеральних, оскільки у кластичних відкладах печер палінологічний і гранулометричний методи не доповнюються повноцінно палеопедологічними.

Безумовно найбільш раціональним є застосування комплексу літологічного, палінологічного, палеофауністичного, палеогенетичного та петромагнітного методів при вивченні розрізів печер, які до того ж вже мають радіовуглецеві чи палеомагнітні дані. Останнім часом, із розвитком AMS-радіометрії відкриваються можливості ¹⁴C-датування безпосередньо пилку із печерних відкладів. Адже із них, на відміну від багатьох літологічних відмін лесово-ґрунтової товщі, можна отримати достатньо концентрований пилковий мацерат. Перевага полягає також й у тому, що крупні кісткові рештки (звичайний матеріал для

датування) часто вміщені у дрібнозем, який повільно накопичувався впродовж різновікових фаз, а це не дає змогу точно визначити вік відповідних літологічних верств.

4. Висновки

У наш час мультидисциплінарність дослідження стає пріоритетним і основним підходом до реконструкції природних умов минулого за відкладами печер. Комплексне застосування палінологічного та літологічного методів при вивченні кластичних відкладів та органогенних утворень печер робить новий внесок до палеогеографічних реконструкцій. Можливість використання палеопалінологічного методу для реконструкцій давньої рослинності за кластичними відкладами печер підтверджується майже повною ідентичністю результатів їх аналізу із такими, отриманими внаслідок вивчення спорово-пилкового складу копролітів, зацементованих у одновікових утвореннях. Інтерпретація результатів гранулометричного аналізу теригенних відкладів печер має базуватися на літологічному описі порід і вилученні із них елементів складу, що надійшли шляхом руйнування стін печери.

Особливе значення має контроль отриманих результатів шляхом порівняння із такими, отриманими іншими методами у межах мультидисциплінарного підходу: палеофауністичним, петромагнітним, палеогеоморфологічним тощо, а для визначення віку відкладів – радіовуглецевим, люмінісцентними, палеомагнітним, тощо.

Для надійної реконструкції розвитку рослинного покриву і змін клімату у минулому на карстових територіях України у подальшому потрібні цілеспрямовані комплексні дослідження, які будуть включати сучасні, перш за все, геохронологічні методи дослідження печерних відкладів, а також палеогенетичний метод. Необхідним є продовження пошуку нових об'єктів дослідження – розрізів теригенних відкладів у печерах.

Комплексні палеоекологічні реконструкції за відкладами печер мають велике значення для реконструкції природних умов проживання людини доісторичного та історичного часу, оскільки відклади багатьох печер містять археологічні горизонти від нижнього палеоліту до епохи раннього заліза.

ORCID iD

Yuliia Avdieienko  <https://orcid.org/0000-0002-5673-202X>

Список посилань

Andreychuk, V. N. (2007). *Peshchera Zolushka*. Sosnovets-Simferopol'. [Андрейчук, В.Н. (2007). *Пещера Золушка*. Сосновец-Симферополь].

- Arap, R. Ya. (1976). *Sporovo-pyltsevye issledovanie poverhosnnykh prob pochv rastitel'nykh zon ravninnoy Ukrainy*. Ukrainian Botanical Institute, Kiev. [Арап, Р. Я. (1976). *Споро-пыльцевые исследования поверхностных проб почв растительных зон равнинной Украины*. Украинский ботанический институт, Киев].
- Artyushenko, A. T., Arap, R. Ya, Bezus'ko, A. G. (1982). *Istoriya rastitel'nosti zapadnykh oblastey Ukrainy v chetvertichnom periode*. Kiev: Nauk. Dumka. [Артюшенко, А. Т., Арап, Р. Я, Безусько, А. Г. (1982). *История растительности западных областей Украины в четвертичном периоде*. Киев: Наук. думка].
- Avdieienko, Yu. L. (2015). Roslynnist ta klimat ostannioho mizhzledeninnya u karstovykh rayonakh Krymu ta Serednioho Prydnistrov'ya. *Physical Geography and Geomorphology*, 4(80), 102–109. [Авдеєнко, Ю. Л. (2015). Рослинистість та клімат останнього міжзледеніння у карстових районах Криму та Середнього Придністров'я. *Фізична географія та геоморфологія*, 4 (80), 102–109].
- Avdieienko, Yu. L. (2016). *Paleoheohrafichni umovy karstovykh rayoniv Krymu ta Prydnistrovya u pizniomu pletsstotseni ta holotseni*. (Candidate of Sciences' thesis). Taras Shevchenko National University of Kyiv, Kyiv (In Ukrainian). [Авдеєнко, Ю. Л. (2016). *Палеогеографічні умови карстових районів Криму та Придністров'я у пізньому плейстоцені та голоцені*. (Автореф. дис. на здобуття наук. ступеня кандидата геогр. наук). Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ].
- Avdieienko, Yu., Gerasimenko, N., Ridush, B. (2018). Paleontological and lithological study of the Kryshtaleva Cave, Ukraine. *Quaternary Stratigraphy and Karst and Cave Sediments*, 11–13.
- Bezusko, L. G (1999). Roslynnnyu pokryv ta klimat Ukrainy v piznoliodyovykiv'ya. *Ukrainian Botanical Journal*, 56/5, 449–454. [Безусько, Л. Г. (1999). Рослинний покрив та клімат України у пізньольодовиків'ї. *Укр. ботан. журн.*, 56/5, 449–454].
- Bezusko, L. G., Bezusko, A. G., Mosyakin, S. L. (2005). Paleofloristicheskiye, fitostratigraficheskiye i paleofitogeograficheskiye aspekty palinologii rissvuyurmskikh otlozheniy Ukrainy (na primere razreza Kolodiyev). *Sovremennyye problemy paleofloristiki, paleofitogeografii i fitostratigrafii* (pp. 44–49). M.: GEOS. [Бузусько, Л. Г., Безусько, А. Г., Мосякин, С. Л. (2005). Палеофлористические, фитостратиграфические и палеофитогеографические аспекты палинологии рессвюрмских отложений Украины (на примере разреза Колодиев). *Современные проблемы палеофлористики, палеофитогеографии и витостратиграфии* (С. 44–49). М.: GEOS].
- Bezusko, L., Mosyakin, L., Bezusko, A. (2011). *Zakonomirnosti ta tendenzii rozvytku roslynnoho pokryvu Ukrainy u piznyomu pleystotseni ta golotseni*. Kyiv: Alterpress. [Бузусько, Л., Мосякин, С., Безусько, А. (2011). *Закономірності та тенденції розвитку рослинного покриву України в пізньому плейстоцені та голоцені*. Київ: Альтпрес].
- Bolikhovskaya, N. S. (1995). *Evolutsia lessovo-pochvennoy formatsii Severnoy Evrazii*. Moscow: Moscow University Press. [Болиховская, Н. С. (1995). *Эволюция лессово-почвенной формации Северной Евразии*. М.: Изд-во Московского ун-та].
- Bol'shakov, V. A. (2004). Opredeleniye klimatostratigraficheskogo polozheniya inversii Matuyama-Bryunes v otlozheniyakh lessovoy formatsii kak kompleksnaya problema nauk o Zemle. *Fizika Zemli*, 12, 58–76. [Большаков, В. А. (2004). Определение климатостратиграфического положения инверсии Матуйама-Брюнес в отложениях лессовой формации как комплексная проблема наук о Земле. *Физика Земли*, 12, 58–76].
- Bondar, K. M., Ridush, B. T. (2010). Dynamika klimatychnykh zmin v Krymu u holotseni-verkhniomu pleystotseni za danymy mahnitnykh doslidzhen pukhkykh vidkladiv pechery Emine-Bayir-Khosar. *Visnyk Taras Shevchenko National University of Kyiv, Geology*, 48, 39–44. [Бондар, К. М., Ридуш, Б. Т. (2010). Динаміка кліматичних змін в Криму у голоцені-верхньому плейстоцені за даними магнітних досліджень пухких відкладів печери Еміне-Баїр-Хосар. *Вісник Київ. ун-ту. Геологія*, 48, 39–44].
- Bondar, K., Ridush, B., Matviishyna, Zh., Stepanchuk, V. (2014). Rockmagnetic correlation between Holocene cave sediments at the mountain and loess soil deposits in Piedmont Crimea (on example of the trap cave Emine-Bair-Khosar and archaeological site Biyuk-Karasu-XIX). *Georeview*, 24 (2), 8–10.
- Cohen, V., Gerasimenko, N., Rekovets, L., Starkin, A. (1996). Chronostratigraphy of rockshelter Skalisty (Crimea). *European Prehistory*, 9, 325–358.
- Dublyansky, V. N., Lomaev, A. A. (1980). *Karstovye peshchery Ukrainy* [Karst Caves of Ukraine]. Kiev: Naukova Dumka. [Дублянський, В. Н., Ломаев, А. А. (1980). *Карстовые пещеры Украины*. К.: Наук. думка].
- Gerasimenko, N. (1999). Late Pleistocene vegetation history of the Kabazi-II Paleolithic site. In V. Chabai, K. Monigal (Eds.), *The Paleolithic of Crimea. The Middle Paleolithic of Western Crimea, ERAUL*, 87 (2), 115–141.
- Gerasimenko, N. (2004). Vegetational history of Buran-Kaya III. In V. Chabai, K. Monigal, A. Marks (Eds.), *The Paleolithic of Crimea, III. The Middle Paleolithic and Early Upper Paleolithic of Eastern Crimea. ERAUL*, 104, 19–34.
- Gerasimenko, N. (2005). Vegetation evolution of the Kabazi II site. In V. Chabai, J. Richter, T. Uthmeiere (Eds.), *Kabazi II: Last Interglacial Occupation, Environment and Subsistence. Palaeolithic Sites of Crimea, Vol. 1* (pp. 25–49). Simferopol-Cologne: Shlyakh.
- Gerasimenko, N. (2007). Pollen Study of Kabazi V. In V. P. Chabai, J. Richter and Th. Uthmeier (Eds.), *Kabazi V: Interstratification of Micoquian & Levallois-Mousterian Camp Sites. Palaeolithic Sites of Crimea. Vol. 3, Part 1* (pp. 89–95). Simferopol-Cologne: Shlyakh.
- Gerasimenko, N. (2009). Pryrodni zminy u pivnichnykh peredhiriyakh Krymu protyahom mustyerskoyi doby. *NVCHU, Geography*, 459, 48–55. [Герасименко, Н. П. (2009). Природні зміни у північних передгір'ях Криму протягом мустьєрської доби. *НВЧУ, Географія*, 459, 48–55].
- Gerasimenko, N., Gladirevska, M., Korzun, Yu. (2010). Novi dani pro zminy paleoekolohichnykh umov Hirskoho Krymu za ostanni 30 tys. rokiv (palinolohichne ta litolohichne vuvchennya vidkladiv pechery Emine-Bayir-Khosar). *Physical Geography and Geomorphology*, 57, 203–208. [Герасименко, Н. П. Гладиревська, М. Б., Корзун, Ю. Л. (2010). Нові дані про зміни палеоекологічних умов Гірського Криму за останні 30 тис. років (палинологічне та літологічне вивчення відкладів печери Еміне-Баїр-Хосар). *Фізична географія та геоморфологія*, 57, 203–208].
- Gerasimenko, N., Ridush, B., Korzun, Yu., Popelyushko, A. (2014). Environmental changes in the Crimean Mountains during the last 45,000 years (paleontology and lithology

- from the Emine-Bair-Khosar cave). *IGCP 610 "From the Caspian to Mediterranean: Environmental Change and Human Response during the Quaternary"*, 49–52.
- Gerasimenko, N., Ridush, B., Avdeyenko, Yu. (2019). Late Pleistocene and Holocene environmental changes recorded in deposits of the Bukovynka Cave (the East-Carpathian foreland, Ukraine). *Quaternary International*, 504, 96–107.
- Grichuk, V. P., Zaklinskaya, Ye. A. (1948). *Analiz iskopayemykh pyl'tsy i spor i ego primeneniye v paleogeografii*. Moscow: Geografiz. [Гричук, В. П., Заклинская, Е. А. (1948). *Анализ ископаемых пыльцы и спор и его применение в палеогеографии*. М.: Географиз].
- Gubonina, Z. P. (1985). Usloviya obitaniya paleoliticheskogo cheloveka v predgor'yakh Kryma. *Palinologiya chetvertichnogo perioda* (pp. 95–103). Moscow: Nauka. [Губонина, З. П. (1985). Условия обитания палеолитического человека в предгорьях Крыма. *Палинология четвертичного периода* (С. 95–103). М.: Наука].
- Kachinsky, N. A. (1965). *Fizyka hruntiv*. Moscow: Vyschia shkola. [Качинский, Н. А. *Физика грунтов*. Москва: Вища школа].
- Klimchuk, A. (2009). Morphogenesis of hypogenic caves. *Geomorphology*, 106, 100–117.
- Laukhin, S. A., Gribidenko, Z. N. (2001). Paleomagnitnyye issledovaniya peshchernykh otlozheniy pley-stotsena Gornogo Altaya. *Vestnik arkheologii, antropologii i etnografii*, 3, 3–14. [Лаухин, С. А. Гнибиденко, З. Н. (2001). Палеомагнитные исследования пещерных отложений плейстоцена Горного Алтая. *Вестник археологии, антропологии и этнографии*, 3, 3–14].
- Malysova, T. I., Spiridonova, Ye. S. (1989). Metodika podgotovki obraztsov lessovo-pochvennoy serii k sporovopyl'tsevomu analizu. *Vestnik Leningradskogo universiteta*, 2, 5–12. [Малысова, Т. И., Спиридонова, Е. С. (1989). Методика подготовки образцов лессово-почвенной серии к спорово-пыльцевому анализу. *Вестник Ленинградского университета, сер. геогр.*, 2, 5–12].
- Pospelova, G. A., Golovanova, L. V., Sharonova, Z. V., Semenov, V. V. (2006). Paleomagnitnyye issledovaniya otlozheniy paleoliticheskoy stoyanki v peshchere Matuzka (Severnnyy Kavkaz). *Fizika Zemli*, 7, 52–65. [Поспелова, Г. А., Голованова, Л. В., Шаронова, З. В., Семенов, В. В. (2006). Палеомагнитные исследования отложений палеолитической стоянки в пещере Матюзка (Северный Кавказ). *Физика Земли*, 7, 52–65].
- Ridush, B. T. (1993). Peshchera Syykyrduu na Vostochnom Pamire. *Vestnik Kiyevskogo karstologo-speleologicheskogo Tsentra*, 1-2 (7-8), 5–9. [Ридуш, Б. Т. (1993). Пещера Сыйкырдуу на Восточном Памире. *Вестник Киевского карстолого-спелеологического Центра*, 1-2 (7-8), 5–9].
- Ridush, B. (2004). Chetvertynni vidklady pechery Bukovynka ta yikh paleoheohrafichne znachennya. *Naukovyy visnyk Chernivetskoho universytetu*, 199, 105–115. [Ридуш, Б. (2004). Четвертинні відклади печери Буковинка та їх палеогеографічне значення. *Науковий вісник Чернівецького університету, Географія*, 199, 105–115].
- Ridush, B. (2009). "Bear caves" in Ukraine. *Acta Carstologica Slovaca*, 47 (1), 67–84.
- Ridush, B. (2013). *Paleogeographic reconstructions of the Late Cenozoic environments in the South of Eastern Europe based on the study of cave sediments*. (Doctor of Geography Sciences' thesis). The Institute of Geography of NAS of Ukraine. Kyiv. [Ридуш, Б. Т. (2013). *Палеогеографічні реконструкції природних умов пізнього кайнозою півдня Східної Європи за результатами досліджень відкладів печер*. (Автореф. дис. д-ра географ. наук). Інститут географії НАН України. Київ].
- Ridush, B., Stefaniak, K., Socha, P., Proskurnyak, Y., Marciszak, A., Vremir, M., Nadachowski, A. (2013). Emine-Bair-Khosar in the Crimea, a huge bone accumulation of Late Pleistocene fauna. *Quaternary International*, 284, 151–160.
- Sirenko, N. A., Turlo, S. I. (1986). *Razvitiye pochv i rastitel'nosti Ukrainy v plio-tsene i pleystotsene*. K.: Nauk. Dumka. [Сиренко, Н. А., Турло, С. И. (1986). *Развитие почв и растительности Украины в плиоцене и плейстоцене*. К.: Наук. Думка].
- Stankovich, A., Doan, K., Mackiewicz, P. et al. (2001). First ancient DNA sequences of the Late Pleistocene red deer (*Cervus elaphus*) from the Crimea, Ukraine. *Quaternary International*, 24, 262–267.
- Stepanchuk, V. N. (2002). *Pozdniye neandertal'tsy Kryma. Kiik-Kobinskiye pamyatniki (istoriya issledovaniya, lokalizatsiya, stratigrafiya, khronologiya, fauna, kamennyi inventar', analogii, proiskhozhdeniye, sud'by)*. Kyiv: Stilos. [Степанчук В.Н. (2002). *Поздние неандертальцы Крыма. Киик-Кобинские памятники (история исследования, локализация, стратиграфия, хронология, фауна, каменный инвентарь, аналогии, происхождение, судьбы)*. К.: Стилос].
- Vakhrushev, B. A. (2001). Paleogeografiya Kryma v svete noveyshikh karstologo-speleologicheskikh issledovaniy. *Kultura Narodov Prichernomoria*, 17, 11–18. [Вахрушев, Б. А. (2001). Палеогеография Крыма в свете новейших карстолого-спелеологических исследований. *Культура народов Причерноморья*, 17, 11–20].
- Veklich, M. F. (1968). *Stratigrafiya lessovoy formatsii Ukrainy i sosednikh stran*. Kiev: Naukova dumka. [Веклич, М. Ф. (1968). *Стратиграфия лессовой формации Украины и соседних стран*. Киев: Наук. думка].
- Velichko, A. A. 1988. Geocology of the Mousterian in East Europe and the adjacent areas, 179–206. In M. Otte (Ed.), *L'Homme de Neandertal. Vol. 2, L'Environnement*. Liège: Etudes et Recherches Archéologique de l'Université de Liège 29.
- Zagniy, G. F., Rusakov, O. M. (1982). *Arkheovekovyye variatsii geomagnitnogo polya Yugo-Zapada SSSR*. Kiev: Naukova Dumka (in Russian). [Загний, Г. Ф., Русаков, О. М. (1982). *Археовековые вариации геомагнитного поля Юго-Запада СССР*. Киев: Наук. думка].