DOI: https://doi.org/10.30836/ igs.2522-9753.2024.316351

УДК 56.593.5:593.7(477.43)

E-mail: podolimirus@gmail.com https://orcid.org/0000-0002-0006-7665

Ключові слова: едіакарій, венд, Поділля, трубчасті скам'янілості, Shaanxilithes.

Keywords: Ediacaran, Vendian, Podillia, tubular fossils, Shaanxilithes.

© Видавець Інститут геологічних наук НАН України, 2024. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією СС BY-NC-ND (https:// creativecommons.org/licenses/ by-nc-nd/4.0/).

© Publisher Institute of Geological Sciences of the National Academy of Sciences of Ukraine, 2024. This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (https:// creativecommons.org/licenses/ by-nc-nd/4.0/).

НАЙДАВНІШІ «ЧЕРЕПАШНИКИ» У ВІДКЛАДАХ БРОННИЦЬКИХ ВЕРСТВ ЕДІАКАРІЮ ПОДІЛЛЯ

THE MOST ANCIENT «SHELL ROCKS» IN THE DEPOSITS OF THE BRONNYTSYA MEMBER OF THE UPPER EDIACARAN OF PODILLIA

A. I. Мартишин Andrii I. Martyshyn

Institute of Geological Sciences, NAS of Ukraine, 55-b O. Honchara Str., Kyiv, Ukraine, 01601

Масові нагромадження червоподібних скам'янілостей, вкритих поперечними зморшками, виявлені у туфогенних аргілітах бронницьких верств верхнього едіакарію Поділля. Автори попередніх досліджень інтерпретували їх переважно як іхнофосилії (сліди життєдіяльності невідомих організмів, найдавніших біотурбаторів тощо). Найновіші дослідження подібних скам'янілостей з інших регіонів поширення відкладів верхнього едіакарію показали що частина виявлених нами скам'янілих решток належить до проблематичних трубчастих організмів Shaanxilithes ningqiangensis. Для іншої частини подільського матеріалу ще не має систематичного опису. Фрагменти оболонок та екзоскелетів червоподібних організмів заміщені силікатними мінералами, що утворилися в процесі гідролізу вулканічного попелу. Рештки організмів нагромадились у вигляді детриту, вони утворили прошарки та лінзи, де часто є основним компонентом гірської породи. Подібні породи знайдені на інших місцезнаходженнях, де відслонені відклади передкембрійського етапу седиментації, але переважно в регіонах поширення карбонатних відкладів тепловодної субекваторіальної зони. Трубчасті фосилії є рідкістю у теригенних відкладах холодних морів високих широт, таких як Волино-Подільський седиментаційний басейн едіакарського часу.

Massive accumulations of worm-like fossils covered with transverse wrinkles were discovered in the tuffogenic mudstones of the Bronnytsya Member of the Upper Ediacaran of Podillia. The authors of previous studies interpreted them mainly as ichnofossils (traces of the vital activity of unknown organisms, the most ancient bioturbators, etc.). The latest studies of similar fossils from other regions of the distribution of Upper Ediacaran deposits showed that part of the fossilized remains we discovered belong to the problematic tubular organisms *Shaanxilithes ningqiangensis*. The rest of the Podillia material does not yet have a systematic description. Fragments of the shells and exoskeletons of worm-like organisms are replaced by silicate minerals formed during the hydrolysis of volcanic ash. The remains of organisms accumulated in the form of detritus, they formed layers and lenses, where they are often the main component of the rock. Similar rocks have been found in other locations where Precambrian sedimentary deposits are exposed, but mainly in the regions of distribution of carbonate deposits of the warm-water subequatorial zone. Tubular fossils are rare in terrigenous deposits of cold seas at high latitudes, such as the Volyn-Podilskyi sedimentary basin of Ediacaran time.

Цитування: Мартишин А. І. Найдавніші «черепашники» у відкладах бронницьких верств едіакарію Поділля. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. 2024. Том 17, вип. 1. С. 59–68. https://doi.org/10.30836/ igs.2522-9753.2024.316351.

Citation: Martyshyn A. I., 2024. The most ancient «Shell rocks» in the deposits of the Bronnytsya Member of the Upper Ediacaran of Podillia. Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine. Vol. 17. Iss. 1. Pp. 59–68. https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2024.316351.

вступ

Назву «черепашник» переважно застосовують до осадових карбонатних порід, утворених в літеральній зоні. Такі породи складені з уламків черепашок і скелетів різноманітних морських тварин з домішкою глинистого, піщаного та іншого матеріалу. Донедавна цей термін не міг бути застосований до гірської породи з відкладів докембрію у зв'язку з панівною точкою зору про відсутність або велику рідкість скам'янілостей організмів з твердими скелетами у докембрійських відкладах. Ситуація змінюється в міру появи нових знахідок і нових результатів досліджень. Найдавніші рифові утворення, наповнені екзоскелетами організмів верхнього едіакарію виявлено в Намібії (Penny et al., 2014), карбонатні породи збагачені детритом оболонок трубчастих фосилій знайдені в Іспанії, Південній Америці, Сибіру, Китаї та Індії (Mehra, Maloof, 2018; Tarhan et al., 2013; Wang et al., 2021; Zhuravlev et al., 2012). Такі карбонатні відклади утворились у тепловодних морях субекваторіальної зони, тоді як Волино-Подільський седиментаційний басейн едіакарського часу був зоною шельфу палеоматерика Балтика з доволі прохолодним морем, тому тут нагромадилась потужна теригенна товща (Boddy et al., 2021; Narbonne et al, 2012). Тим не менш, ми виявили на Поділлі гірські породи, складені частково або переважно з оболонок та екзоскелетів кількох видів трубчастих організмів.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

У цьому дослідженні використано понад сотню зразків, виявлених у товщі бронницьких верств яришівської світи могилів-подільської серії верхнього едіакарію. Переважна більшість матеріалів походить з відслонення Борщів Яр у м. Могилів-Подільський. Зразки сфотографовані камерою Canon EOS M50 Mark II з об'єктивом Canon EF-M28 f/3,5 Macro IS STM. У дослідженнях застосовано бінокулярний мікроскоп для вивчення біотичних решток та мінеральних компонентів гірської породи.

ГЕОЛОГІЧНА СИТУАЦІЯ

Відклади бронницьких верств є маркуючим рівнем верхнього едіакарію завдяки характерному вигляду, вони поширенні у відслоненнях від с. Нова Ушиця на заході до гирла р. Дерло на сході. Основним об'єктом у цьому дослідженні є відслонення Борщів Яр на східній окраїні м. Могилів-Подільський завдяки його легкодоступності та значному обсягу відкладів. Польові роботи також проводились на відслоненнях у селах Бернашівка, Жеребилівка, Серебрія та Нова Ушиця. Бронницька товща складена з туфогенних аргілітів (пелітових туфітів), які залягають на хвилястій розмитій поверхні ясно-сірого середньозернистого пісковику бернашівських верств. Для цієї породи характерні збагаченість інтракластами давніших порід (аргілітів), наявність каолінізованих зерен силікатних мінералів і коса шаруватість. Межа між пісковиком і туфітом різка, часто між ними трапляється прошарок пухкої глини або базального конгломерату (Рис. 1).

Нижня частина бронницьких верств (0-0,6 м) складена пелітоморфними тонко-шаруватими туфітами бежево-сірого кольору (шар 1) (рис. 1, 2, 3, а). Товщина окремих прошарків туфіту у нижньому пласті коливається в межах 1-10 мм, вона поступово збільшується у напрямку знизу вгору. Залягання шарів туфіту горизонтальне, знаки брижів відсутні, на деяких поверхнях збережені структури цементації бактеріальними матами. Мінеральний склад туфіту: гідрослюди, хлорит, каолініт, монтморилоніт, кварц, уламки вулканічного скла, глауконіт, карбонати, гематит і незначні домішки теригенного матеріалу: кварц, польовий шпат, слюди (Коренчук, 1981; Веліканов та ін., 1983). Цей шар містить різноманітні скам'янілості: прикріплювальні диски фрондоморфних організмів Glaessneria imperfecta Gureev, Planomedusites grandis Sokol., Vendella haelenicae Gureev, дрібні сферичні зліпки Bronicella podolica Zaika-Nov. (Гуреєв, 1987; Nesterovsky et al., 2018). Крім перелічених, автор виявив у цих шарах екземпляри трубчастих фосилій, подібних до Cloudina, гостроконічні скам'янілості ймовірних предків Sphenothallus, ймовірні губки Vaveliksia vana Serezh., скупчення дуже тонких голчастих відбитків, схожих до спікул Protomonaxinida (Porifera), проблематичні рештки, подібні до водоростей Tawuia, Mezenia та білатеральні сліди життєдіяльності невідомих риючих організмів доволі великого розміру.

Найбільш поширеними скам'янілостями в цьому пласті є детрит і фрагменти трубчастих Shaanxilithes ningqiangensis Xing, Yue, and Zhang та інших червоподібних скам'янілостей які сформували прошарки «черепашників» (Wang et al., 2021; Xing et al., 1984) (див. рис. 2, 3, а). Ці червоподібні рештки, вкриті поперечними зморшками, вивчали на Поділлі кілька дослідників. У публікаціях попередніх років надано різні варіанти



Рис. 1. Відслонення Борщів Яр м. у Могилів-Подільський. Розріз бернашівських та бронницьких верств. Червона лінія — межа між відкладами верств, зелені лінії — межі між шарами туфіту.

Fig. 1. Borshchiv Yar outcrop in the city of Mohyliv-Podilskyi. Section of the Bernashivka and Bronnytsya members. Red line – the boundary between the members, green lines – the boundaries between the tuffite layers.

інтерпретації: відбитки проблематичних організмів (Гуреїв, 1988), іхнофосилії (Гриценко, 2009; Grazhdankin, 2014). У згаданому ж вище пласті поширені лійкоподібні радіально-зморшкуваті седиментаційні структури, утворені в процесі заповнення пластичним осадом порожнин відмерлих прикріплювальних дисків фрондоморф. Такі структури часто розміщуються вертикально одна над одною на кількох шарах а на нижньому шарі зберігається відбиток нижньої поверхні диска.

Пласт масивного скременілого аргіліту з раковистим зломом поверхні залягає вище 0,5 м від нижньої межі верств (**шар 2**). Він розділений на блоки вертикальними тріщинами, стінки тріщин вкриті оксидами заліза і мангану, товщина пласта близько 0,5 м (див. рис. 1). Залягання пласта туфіту горизонтальне, у шарах спостерігається імпульсний характер градаційної шаруватості, що засвідчує відносно спокійні середньоглибинні умови осадження компонентів з потоку мулистої суспензії (рис. З, б (1). Туфіт у цьому пласті сіро-бежевий, смугастий, світліші прошарки складені тонкодисперсним алюмосилікатним матеріалом, а темніші є сумішшю більш грубих зерен мінералів і детриту Shaanxilithes та інших фосилій.

Туфіт у **шарі 3** грубоплитчастий, зелено-сірий в нижній частині і коричнево-фіолетовий вгору за розрізом. Порода залягає вище за один метр від нижньої межі відкладів бронницьких верств. Товщина окремих плит 15–30 мм, порода розбита на багатокутні блоки горизонтальними та вертикальними тріщинами. Поверхня зламу ніздрювата, місцями грубораковиста. Цей шар містить скам'янілі рештки прикріплювальних дисків і трубчастих організмів, які переважно є безрельєфними на поверхні, але виділяються іншим (світлішим або темнішим) кольором на фоні гірської породи. Для перехідної зони все-



Рис. 2. Туфіт з шару 1: а — нижня поверхня горизонтального сколу; (1), (2) — ділянки породи з фрагментами оболонок Shaanxilithes; б — фрагменти трьох екземплярів Shaanxilithes різного розміру (віку?) (збільшена ділянка 1); в — деформована оболонка Shaanxilithes і детрит інших особин (збільшена ділянка 2). Відслонення Борщів Яр. Масштабний відрізок 10 мм.

Fig. 2. Tuffite from layer 1: a – lower surface of horizontal cleavage; (1), (2) – rock sections with fragments of *Shaanxilithes* shells; 6 – fragments of three specimens of *Shaanxilithes* of different sizes (ages?) (enlarged section 1); B – deformed shell of *Shaanxilithes* and detritus of other specimens (enlarged section 2). Borshchiv Yar outcrop. Scale bars, 10 mm.

редині шару характерне неоднорідне плямисте забарвлення, біотичні рештки в цій зоні мають сіро-зелений колір на фоні коричнево-фіолетової породи (рис. 3, б (2–4); 4 а, б). В середній частині шару часто спостерігається зональність забарвлення блоків породи: внутрішня частина блоків має коричнево-фіолетовий колір, а крайові зони світлі, зеленувато-сірі. Очевидно, така зональність є результатом процесів хімічного вивітрювання (гідролізу). Результати цього процесу дозволяють робити висновок про високу насиченість всієї товщі біотичними рештками, тому що на освітлених ділянках наявна доволі велика кількість червоподібних скам'янілостей, яку не можна побачити в масі гірської породи темного кольору. Видима товщина **шару 3** на відслоненні Борщів Яр більш як 1 м, вище схил задернований.

Повний розріз бронницьких верств відслонений в яру на лівому схилі долини р. Жван у с. Бернашівка. Тут поширені відклади лядівсь-



Рис. 3. Скам'янілості трубчастих організмів у шарах 1, 2 та 3: а — нижня поверхня плитки туфіту з шару 1 з контрастно збереженим ребристим екзоскелетом невідомого організму (1) та деформованими зморшкуватими оболонками *Shaanxilithes* (2). б — туфіти з шарів 2 та 3: (1) — поперечний зріз скременілого туфіту з прошарками детриту трубчастих організмів з шару 2; (2) — поверхня горизонтального сколу туфіту з шару 3, порода збагачена детритом трубчастих організмів; (3) — горизонтальний скол туфіту з шару 3, фрагменти невідомого організму, складеного з тетрарадіальних елементів, 4 — лінзи і прошарки з детритом трубчастих організмів; (3) — коризонтальний скол туфіту з цару 3, фрагменти невідомого організму, складеного з тетрарадіальних елементів, 4 — лінзи і прошарки з детритом трубчастих організмів на світлих ділянках туфіту з шару 3. Екземпляр на рис. 3, б (2) походить з с. Бернашівка, інші екземпляри зібрані з відслонення Борщів Яр. Масштабний відрізок 10 мм.

Fig. 3. Fossils of tubular organisms in layers 1, 2 and 3: a - the lower surface of a tuffite slab from layer 1 with a contrastingly preserved ribbed exoskeleton of an unknown organism (1) and deformed wrinkled shells of*Shaanxilithes*(2). 6 - tuffites from layers 2 and 3: (1) - cross-section of a petrified tuffite with layers of detritus of

tubular organisms from layer 2; (2) – surface of a horizontal cleavage of tuffite from layer 3, the rock is enriched with detritus of tubular organisms; (3) – horizontal cleavage of tuffite from layer 3, fragments of an unknown organism composed of tetraradial elements, 4 - lenses and layers with detritus of tubular organisms on light areas of tuffite from layer 3. The specimen in Fig. 3, 6 (2) comes from the village of Bernashivka, and other specimens were collected from the Borshchiv Yar outcrop. Scale bars, 10 mm.



Рис. 4. Туфіт з шару 3: а — вертикальний скол породи з прошарками та лінзами різного мінералогічного складу; б — верхня поверхня плити туфіту з контрастно збереженими оболонками (екзоскелетами?) проблематичних трубчастих організмів. Відслонення Борщів Яр.

Fig. 4. Tuffite from layer 3: a – vertical rock cleavage with layers and lenses of different mineralogical composition; 6 – upper surface of the tuffite slab with contrastingly preserved shells (exoskeletons?) of problematic tubular organisms. Borshchiv Yar outcrop.

ких, бернашівських, бронницьких і зіньківських верств. Розріз осадової товщі бронницьких туфітів подібний тут до розрізу у Могилів-Подільському. Верхня частина бронницьких верств складена тонкооскольчастими аргілітами коричневого і сіро-зеленого кольору з поступовим переходом до зеленувато-сірих і сіро-коричневих аргілітів зіньківських верств. На відслоненнях біля сіл Серебрія, Немія і Жеребилівка виходить на поверхню нижня частина відкладів бронницьких верств і верхня частина бернашівських верств. Літологія і палеонтологічний матеріал на цих місцезнаходження подібний до вищеописаних.

У відкладах бернашівських верств за 2 м нижче межі між бернашівським пісковиком і бронницьким туфітом залягає прошарок бентоніту. U-Pb ізотопний вік кристалів циркону з цього шару становить 555,4 ± 2,9 млн років (Soldatenko et al., 2023). З огляду на видимий перерив у процесі седиментації на межі бернашівських і бронницьких верств можна вважати що вік туфітової товщі є менший за 555 млн років.

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ОБГОВОРЕННЯ

Нижні пласти туфітів на відслоненні Борщів Яр містять прошарки і лінзи, збагачені детритом оболонок червоподібних трубчастих організмів. Вміст детриту в цих прошарках коливається в широких межах і в деяких випадках візуально складається враження що порода складена майже повністю з оболонок та екзоскелетів (див. рис. 2 а, б; 3, б (2)). У відслоненні виявлено два основні типи «черепашників», залежно від структури туфіту, яка, відповідно, пов'язана з положенням породи у розрізі. У нижньому **шарі 1** це сіро-бежева тонкозерниста порода, ніздрювата на поперечному та поздовжньому сколах; вона легко розколюється на рівні тонкі плитки по тих площинах, на яких збереглися відбитки бактеріальних матів (див. рис. 2; 3, а). Для цієї породи характерні деформовані фрагменти Shaanxilithes і мінімально деформовані екзоскелети червоподібних організмів, складених з тетрарадіальних елементів (див. рис. 3, а). Ці складові елементи мають форму зрізаних пірамід, вкладених одна в одну, окремі елементи розпорошені у масі породи. В цьому пласті також поширені рештки інших червоподібних організмів, які не мають систематичного опису.

Туфіт у **шарі 2** масивний, скременілий, порода має раковистий злом і не розколюється на плитки. Для цього пласта характерні прошарки та лінзи «черепашника»; детрит і крупніші зерна породоутворювальних мінералів сформували смугасту структуру породи. Детрит представлений переважно дрібними фрагментами *Shaanxilithes*, фрагментами організмів, складених з тетрарадіальних елементів та іншими рештками червоподібної морфології (див. рис. 3, б (1)). Це другий тип «черепашників», скам'янілі рештки виділяються тут іншим кольором на фоні вмісної породи, такий тип також поширений у пластах вище за розрізом.

Шар 3 сформований грубоплитчастими туфітами, зеленувато-сірими в нижній частині та коричнево-фіолетовими вище по розрізу. Плити породи розбиті на блоки багатокутної форми вертикальними та горизонтальними тріщинами. Перехідна зона має неоднорідне плямисте забарвлення, скам'янілі рештки наявні у тих місцях, де порода має сіро-зелений колір. На перехідному рівні у пласті спостерігається зональність забарвлення породи: внутрішня частина блоків має коричнево-фіолетовий колір, а крайові зони є зеленувато-сірі (див. рис. 3, б (2–4)).

Дослідження різних типів туфіту за допомогою бінокулярного мікроскопа показало що компоненти детриту належать до кількох видів червоподібних організмів. Переважно вони подібні до скам'янілостей, описаних як тафономічні варіанти збереження Shaanxilithes, що поширені у відкладах верхнього едіакарію в Китаї (див. рис. 2; 3, a (2)) (Wang et al., 2021). Згідно з даними з публікацій, породи, які містять такі скам'янілості, залягають у верхній частині верхнього едіакарію близько межі з відкладами нижнього кембрію, така закономірність типова для місцезнаходжень у всіх регіонах їх поширення, за винятком Подільського виступу УЩ (Zhuravlev et al., 2012; Wang et al., 2021). Слід особливо зазначити, що біотична асоціація в якій одночасно присутні типові представники біоти едіакарського типу (фрондоморфи) та трубчасті організми Shaanxilithes, Cloudina, ще ніде не була виявлена.

Частина подільських трубчастих скам'янілостей істотно відрізняється від таких у відкладах в Китаї тим, що вони побудовані із вкладених один в один тетрарадіальних елементів. Аналіз морфології таких решток вказує про ймовірну їх приналежність до Cnidaria. Для життєвого циклу деяких пелагічних Medusozoa в сучасній екосистемі характерна морфологічно подібна стадія поліморфізму (Scrutton, 2015).

Морфологія компонентів детриту очевидно відображає умови процесів седиментації: шари з цілими екземплярами та великими фрагментами у шарі 1 нагромаджувалися у спокійних умовах. Наявність лінз та прошарків з детритом, які поширені у масивному туфіті шару 2, засвідчує активні гідродинамічні умови седиментації. Нечисленні відбитки бактеріальних плівок і матів у шарі 1 вказують на середньоглибинні умови в палеобасейні. Менша кількість бактеріальних структур зафіксована на місцезнаходженнях скам'янілостей верхнього едіакарію на півострові Авалон, що, як встановлено, утворилися у глибоководних умовах (Antcliffe et al., 2015). Тафономія скам'янілостей авалонської біоти цілковито відмінна від подільської, не зважаючи на наявність туфових відкладів в обидвох палеобасейнах. Авалонські скам'янілості утворені в результаті швидкого захоронення організмів і слідів їх життєдіяльності потоком, насиченим вулканічним попелом, на мулистій поверхні осадонагромадження, що привело до утворення об'ємних зліпків поверхні (позитивний епірельєф) (Antcliffe et al., 2015). Численний матеріал з бронницьких верств демонструє спокійне існування різних організмів упродовж значного періоду часу в умовах відносно повільного процесу седиментації. На це вказують знахідки прикріплювальних дисків фрондомофних організмів розміром до 0,5 м, що є унікальним явищем, можливим тільки в разі тривалого комфортного існування.

Вулканічний попіл, потрапляючи у басейн седиментації, утворював мулисту суспензію яка блокувала сонячне світло, що давало можливість комфортно існувати тільки організмам, не залежним від сонячної енергії. Тому рослинні рештки є рідкісними у бронницьких відкладах, вони належать до згаданих вище планктонних видів. Важливим є питання харчового ланцюга в цій доволі специфічній екосистемі. Тонкодисперсна маса вулканічного попелу зазнавала гідролізу, що сприяло насиченню водного середовища розчиненими хімічними сполуками. Очевидно цей «коктейль» був поживною масою для існування автотрофів, на що вказує значна кількість скам'янілостей седентарних вендобіонтів. Іхнофосилії ймовірних білатерій та скам'янілості Cnidaria, ймовірно, належать до консументів у цьому трофічному ланцюгу.

Скам'янілі рештки трубчастих організмів привертають все більшу увагу дослідників. Результати вивчення такого палеонтологічного матеріалу в Китаї та інших регіонах планети вказують на можливість використання групи трубчастих фосилій для потреб регіональної біостратиграфії та глобальної кореляції відкладів верхнього едіакарію. Очевидним є значний потенціал нових палеонтологічних знахідок не тільки у верхньоедіакарських карбонатних відкладах, а й у теригенних товщах при використанні прецизійних методів досліджень (Cai et al., 2013; Luo, Miao, 2020).

висновки

Товща туфогенних кременистих туфітів бронницьких верств верхнього едіакарію Поділля містить прошарки та лінзи порід, основними компонентами яких є детрит оболонок і фрагменти екзоскелетів кількох видів трубчастих організмів. Частина цих скам'янілостей червоподібної морфології належить до уже відомих морфотипів Shaanxilithes ningqiangensis, інші є проблематичними рештками, що не мають систематичного опису. Крім цих фосилій до складу біотичної асоціації входили фрондоморфні вендобіонти, ймовірні Cnidaria, можливі Porifera, білатеральні риючі організми та пелагічні водорості. Таке біотичне угрупування не відоме з інших місцезнаходжень відкладів едіакарію. Породи які містять подібну, але значно біднішу біотичну асоціацію, виявлені у регіонах поширення карбонатних відкладів, які репрезентують передкембрійський етап седиментації, втім такі відклади завжди утворені в умовах тепловодних морів субекваторіальної зони. Біотичне угрупування бронницьких верств ніде окрім Поділля, не знайдене у теригенних відкладах субширотних холодноводних басейнів, яким був Волино-Подільський палеобасейн едіакарського часу. Біота бронницьких верств дає можливість застосовувати її у регіональній біостратиграфії верхньоедіакарських відкладів в Україні та для кореляції з іншими регіонами поширення порід едіакарію.

REFERENCES

Velikanov V. A., Aseeva E. A., Fedonkin M. A., 1983. Vendian of Ukraine. Kyiv. Naukova Dumka. 162 p. (In Russian).

Gritsenko V. P., 2009. New findings of ichnofossils in Bronnitsa Beds (Mogilev-Podolsky Group of Vendian) and paleoecological conditions of Podolian marine basin at Bronnitsa age. Fossil fauna and flora of the Ukraine: paleoecological and stratigraphic aspects. Report of scientific proceedings of IGS NAS of Ukraine. Kyiv. Pp. 30–35. (In Ukrainian).

Gureev Yu. A., 1988. Vendian Non-Skeletal Fauna. *Biostratigraphy and Paleogeographic Reconstructions of the Precambrian of the Ukraine*. Kyiv. Naukova Dumka. Pp. 65–80. (In Russian).

Korenchuk L. V., 1981. Stratotype sections of Mogilev-Podolsky Group of Vendian of Dniester area. Kyiv: IGN AN of Ukraine. Pp. 1–56. (In Russian).

Paliy V., 1976. M. Non-skeletal fauna remains, and traces of vital activity are found from Podolia deposits' Upper Precambrian and Lower Cambrian. In: Paleontology and stratigraphy of the Upper Precambrian and Lower Paleozoic of the southwest of the East European Platform (Ed. Shulga P. L.). Kyiv. Naukova Dumka. Pp. 63–77. (In Russian). Великанов В. А., Асеева Е. А., Федонкин М. А. Венд Украины. Киев: Наук. думка. 1983. 162 с.

Гриценко В. П. Нові знахідки іхнофосилій у бронницьких верствах (могилів-подільська серія венду) та палеоекологічні умови подільського морського басейну у бронницький час. Викопна фауна і флора України: палеоекологічний та стратиграфічний аспекти: Зб. наук. праць ІГН НАН України. Київ: 2009. С. 30–35.

Гуреев Ю. А. Бесскелетная фауна венда. Биостратиграфия и палеогеографические реконструкции докембрия Украины. Киев: Наук. думка. 1988. С. 65–80.

Коренчук Л. В. Стратотипические разрезы могилевподольской серии венда Приднестровья. *ИГН АН УССР*. Киев. 1981. 56 с.

Палий В. М. Остатки бесскелетной фауны и следы жизнедеятельности из отложений верхнего докембрия и нижнего кембрия Подолии. Палеонтология и стратиграфия верхнего докембрия и нижнего палеозоя юго-запада Восточно-Европейской платформы (під ред. П. Л. Шульги). Киев: Наук. думка. 1976. С. 63–77. Antcliffe J. B., Hancy A. D., Bracier M. D., 2015. A new ecological model for the ~565 Ma Ediacaran biota of Mistaken Point, Newfoundland. *Precambrian Research*. Vol. 268. Pp. 227–242.

Boddy C. E., Mitchell E. G., Merdith A., Liu A., 2022. The palaeolatitudinal distribution of the Ediacaran macrobiota. *Journal of the Geological Society*. Vol. 179 (1): jgs 2021–030. https://doi.org/10.1144/jgs2021–030.

Cai Y., Xiao S., Hua H., Yuan X., 2015. New material of the biomineralizing tubular fossil *Sinotubulites* from the late Ediacaran Dengying Formation, South China. *Precambrian Research*. Vol. 261. Pp. 12–24.

Grazhdankin D. V. 2014. Patterns of evolution of the Ediacaran soft-bodied biota. *Journal of Paleontology*. Vol. 88(2). Pp. 269–283.

Luo C., Miao L. Y., 2020. A *Horodyskia-Nenoxites*-dominated fossil assemblage from the Ediacaran–Cambrian transition (Liuchapo Formation, Hunan Province): its paleontological implications and stratigraphic potential. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology.* Vol. 545. 109635.

Mehraa A., Maloof A. 2018. Multiscale approach reveals that *Cloudina* aggregates are detritus and not in situ reef constructions. *PNAS*. Vol. 115. No. 11. E2519–E2527.

Narbonne G. M., Xiao S., Shields G. A., 2012. With contributions by Gehling J. G. The Ediacaran Period The Geologic Time Scale. *Elsevier.* Pp. 413–435. DOI: 10.1016/ B978–0–444–59425–9.00018–4.

Nesterovsky V. A., Martyshyn A. I., Chupryna A. M., 2018. New biocenosis model of Vendian (Ediacaran) sedimentation basin of Podolia (Ukraine). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. Vol. 27. Pp. 95–107. https:// doi. org/ 10. 15421/ 111835.

Penny A. M., Wood R., Curtis A., Bowier F., Tostevin R., Hoffman K. -H., 2014. Ediacaran metazoan reefs from the Nama Group, Namibia. *Science*. Vol. 344, Iss. 6191. Pp. 1504–1506.

Scrutton C. T., 2015. Corals and Other Cnidaria, Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. *Elsevier*. Pp. 1–17. doi: 10.1016/B978–0–12–409548–9.09549-X.

Soldatenko Y., El Albani A., Ruzina A. M., Fontaine C., Nesterovsky V., Paquette J. L., Meunier A., Ovtcharova M., 2019. Precise U-Pb age constrains on the Ediacaran biota in Podolia, East European Platform, Ukraine. *Nature Scientific Reports*. Vol. 9(1675), Pp. 1–13. https:// doi. org/ 10. 1038/ s41598-018-38448-9.

Tarhan L. G., Hughes N. C., Myrow P. M., Bhargava O. N., Arun D. Ahluwalia A. D., Kudryavtsev A. B., 2013. Precambrian – Cambrian boundary interval occurrence and form of the enigmatic tubular body fossil *Shaanxilithes ningqiangensis* from the lesser Himalaya of India. *Palaeontology*. Pp. 1–16. doi: 10.1111/pala.12066.

Wang X., Zhang X., Zhang Y., Cui L., Li L., 2021. New materials reveal *Shaanxilithes* as a *Cloudina*-like organism of the late Ediacaran. *Precambrian Research*. Vol. 362. 106277 https://doi.org/10.1016/j.precamres.2021.106277.

Xing Y., Ding Q., Luo H., He T., Wang Y. 1984. The Sinian-Cambrian boundary of China. *Bulletin of the Institute of*

Antcliffe J. B., Hancy A. D., Bracier M. D. A new ecological model for the ~565 Ma Ediacaran biota of Mistaken Point, Newfoundland. *Precambrian Research*. 2015. Vol. 268. P. 227–242.

Boddy C. E., Mitchell E. G., Merdith A., Liu A. The palaeolatitudinal distribution of the Ediacaran macrobiota. *Journal of the Geological Society*. 2022. Vol. 179 (1): jgs 2021–030. https://doi.org/10.1144/jgs2021–030.

Cai Y., Xiao S., Hua H., Yuan X. New material of the biomineralizing tubular fossil *Sinotubulites* from the late Ediacaran Dengying Formation, South China. *Precambrian Research.* 2015. Vol. 261. P. 12–24.

Grazhdankin D. V. Patterns of evolution of the Ediacaran soft-bodied biota. *Journal of Paleontology*. 2014. Vol. 88(2). P. 269–283.

Luo C., Miao L. Y. A *Horodyskia–Nenoxites*-dominated fossil assemblage from the Ediacaran–Cambrian transition (Liuchapo Formation, Hunan Province): its paleontological implications and stratigraphic potential. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology.* 2020. Vol. 545, 109635.

Mehraa A., Maloof A. Multiscale approach reveals that *Cloudina* aggregates are detritus and not in situ reef constructions. *PNAS*. 2018. Vol. 115. no. 11. E2519–E2527.

Narbonne G. M., Xiao S., Shields G. A. with contributions by Gehling J. G. The Ediacaran Period The Geologic Time Scale. *Elsevier.* 2012. P. 413-435. DOI: 10.1016/ B978-0-444-59425-9.00018-4.

Nesterovsky V. A., Martyshyn A. I., Chupryna A. M. New biocenosis model of Vendian (Ediacaran) sedimentation basin of Podolia (Ukraine). *Journal of Geology, Geography and Geoecology*. 2018. Vol. 27. P. 95–107. https:// doi. org/ 10. 15421/ 111835.

Penny A. M., Wood R., Curtis A., Bowier F., Tostevin R., Hoffman K. -H. Ediacaran metazoan reefs from the Nama Group, Namibia. *Science*. 2014. Vol. 344. ISSUE 6191. P. 1504–1506.

Scrutton C. T. Corals and Other Cnidaria, Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences. *Elsevier*. 2015. P. 1–17. doi: 10.1016/B978–0–12–409548–9.09549-X.

Soldatenko Y., El Albani A., Ruzina A. M., Fontaine C., Nesterovsky V., Paquette J. L., Meunier A., Ovtcharova M. Precise U-Pb age constrains on the Ediacaran biota in Podolia, East European Platform, Ukraine. *Nature Scientific Reports*. 2019. Vol. 9 (1675). P. 1–13. https:// doi. org/ 10.1038/ s41598–018–38448–9.

Tarhan L. G., Hughes N. C., Myrow P. M., Bhargava O. N., Arun D., Ahluwalia A. D., Kudryavtsev A. B. Precambrian–Cambrian boundary interval occurrence and form of the enigmatic tubular body fossil *Shaanxilithes ningqiangensis* from the lesser Himalaya of India. *Palaeontology*. 2013. P. 1–16. doi: 10.1111/pala.12066.

Wang X., Zhang X., Zhang Y., Cui L., Li L. New materials reveal Shaanxilithes as a Cloudina-like organism of the late Ediacaran. *Precambrian Research*. 2021. Vol. 362. 106277 https://doi. org/10.1016/j.precamres.2021.106277.

Xing Y., Ding Q., Luo H., He T., Wang Y. The Sinian–Cambrian boundary of China. *Bulletin of the Institute of Geology, Chinese*

Geology, Chinese Academy of Geological Sciences. Vol. 10. Special Issue. Pp. 1–262 .(In Chinese with abridged English version).

Zhuravlev A. Yu., Liñán E., Vintaned G., Debrenne J. A., Fedorov A. B., 2012. New finds of skeletal fossils in the terminal Neoproterozoic of the Siberian Platform and Spain. *Acta Palaeontologica Polonica*. Vol. 57 (1). Pp. 205–224. http:// dx.doi.org/10.4202/app.2010.0074. Academy of Geological Sciences. 1984. Vol. 10. Special Issue. P. 1–262 (in Chinese with abridged English version).

Zhuravlev A. Yu., Liñán E., Vintaned G., Debrenne J. A., Fedorov A. B. New finds of skeletal fossils in the terminal Neoproterozoic of the Siberian Platform and Spain. *Acta Palaeontologica Polonica*. 2012. Vol. 57 (1). P. 205–224. http://dx.doi.org/10.4202/app.2010.0074.

Manuscript received Fabruary 28, 2024; revision accepted May 6, 2024.

Інститут геологічних наук НАН України, Київ, Україна