

DOI: <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2025.348351>

УДК 551.7:622.35(477.8)

E-mail:

podolimirus@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-0006-7665>

БІОСТРАТИГРАФІЯ ТА ЛІТОЛОГІЯ ВІДКЛАДІВ ВЕРХНЬОГО ЕДІАКАРІЮ ПОДІЛЛЯ ЯК ПРАКТИЧНИЙ ІНСТРУМЕНТ ПРИ ГЕОЛОГІЧНИХ ДОСЛІДЖЕННЯХ

BIOSTRATIGRAPHY AND LITHOLOGY OF THE UPPER EDIACARAN DEPOSITS OF PODILLIA AS A PRACTICAL TOOL IN GEOLOGICAL RESEARCH

**A. I. Мартишин
Andrii Martyshyn**

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

Зібрано та опрацьовано масив палеонтологічних і палеоекологічних даних, які значною мірою змінюють картину біотичних угруповань та едіакарської екосистеми в цілому у Волино-Подільському седиментаційному басейні, наявну в більш давніх публікаціях. Запропоновано до використання перелік керівної фауни і флори, за якими можна діагностувати стратиграфічне положення відкладів підчас польових і лабораторних досліджень. Наведено приклади різновікових літологічно-подібних відслонень, вік яких можна встановити за збереженими в них скам'янілостями. Задекларовано необхідність внесення змін до стратиграфічної схеми розрізу відкладів едіакарію України в питанні визначення конкретної межі між докембрієм і фанерозоєм. Зібрана інформація сприятиме підвищенню ефективності роботи геологів, аспірантів і студентів, зацікавлених у дослідженні відкладів пізнього докембрію та едіакарій-кембрійського переходу.

The paper presents the results of paleontological and lithological studies of the Upper Ediacaran section in the Podillia region over two decades. An array of paleontological and paleoecological data has been collected and processed, significantly altering the picture of biotic communities and the Ediacaran ecosystem as a whole in the Volyn-Podilskyi sedimentary basin, as presented in earlier publications. A list of guiding fauna and flora has been proposed for use, enabling the stratigraphic position of deposits to be diagnosed during field and laboratory studies. Examples of lithologically similar outcrops of different ages, whose ages can be established by the fossils preserved there, have been given. The need for changes to the stratigraphic scheme of the Ediacaran section of Ukraine to determine the specific boundary between the Precambrian and Phanerozoic has been recognized. The information collected will help improve the efficiency of geologists, graduate students, and undergraduates interested in studying Late Precambrian and Ediacaran-Cambrian transition sediments.

Ключові слова: едіакарій, венд, едіакарська біота, скам'янілості, біостратиграфія.

Keywords: Ediacaran, Vendian, Ediacaran biota, fossils, biostratigraphy.

© Видавець Інститут геологічних наук НАН України, 2025. Стаття опублікована за умовами відкритого доступу за ліцензією CC 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, 2025. This is an Open Access article under the CC BY-NC-ND license (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Цитування: Мартишин А. І. Біостратиграфія та літологія відкладів верхнього едіакарію Поділля як практичний інструмент при геологічних дослідженнях. Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. 2025. Том 18. Вип. 2. С. 29–43. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2025.348351>.

Citation: Martyshyn A. I., 2025 Biostratigraphy and lithology of the Upper Ediacaran deposits of Podillia as a practical tool in geological research. Collection of Scientific Works of the Institute of Geological Sciences NAS of Ukraine. Vol. 18. Iss. 2. Pp. 29–43. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.2025.348351>.

ВСТУП

Максимально поглиблена інформація щодо геологічної будови надр України є одним з першочергових завдань дослідницьких інституцій. Потреба в таких даних різко зросла за останні роки, це пов'язано з пошуком корисних копалин для вирішення поточних потреб промисловості у сировині та післявоєнної відбудови країни. У відкладах едіакарію на території України свого часу було виявлено товщі порід, які в перспективі можуть стати джерелом критичної та стратегічної сировини. До прикладу, встановлено, що деякі породи мають підвищений вміст рідкісноземельних елементів, фосфорної сировини, бариту. У розрізі едіакарію також виявлені бітумінозні породи, що дозволяють прогнозувати наявність покладів вуглеводнів. Комплексні дослідження відкладів едіакарію були обмеженими протягом пів століття. Детальні геохімічні дослідження багатьох осадових товщ не проведені досі. На сьогодні існує значний дефіцит фахівців, компетентних у питаннях геології пізнього докембрію України. Завданням цієї роботи є актуалізація застарілих даних щодо біостратиграфії та літології розрізу верхнього едіакарію регіону Поділля, на підставі результатів, отриманих автором у процесі багаторічних досліджень.

Подільський розріз верхнього едіакарію, ймовірно, є найповнішим з нині відомих. Теригенна товща відкрита на поверхні в долині р. Дністер та його притоків. Відслонення переважно легкодоступні, за винятком розміщених на високих берегових урвищах річок. Різноманіття фаціальних умов та унікальна насиченість відкладів скам'янілими рештками біоти засвідчують великі перспективи регіону Волино-Поділля як дослідницького полігону світового значення. Особливо цьому сприяє наявність доступної для вивчення едіакарій-кембрійської межі, яку недостатньо вивчено і фактично не зафіксовано, не зважаючи на всі необхідні геологічні чинники. В процесі досліджень останніми роками виявлені нові перспективні відслонення, що дає змогу вивчати невідомі раніше палеоекологічні процеси у Волино-Подільському седиментаційному басейні на межі протерозою і палеозою. Зібрано значну кількість фосилій докембрійських організмів, невідомих раніше на Поділлі, та нових видів, які ще не мають систематичного опису. Комплексний підхід до вивчення таксономічного складу біотичних угруповань, еволюційних трендів едіакарського часу, впливу екологічних факторів середовища на біоту є пріоритетними напрямками дослідження.

МАТЕРІАЛИ ТА МЕТОДИ

Досліджено понад 50 відслонень верхнього едіакарію в регіоні Поділля. В процесі польових робіт зібрано тисячі зразків фосилізованих докембрійських організмів. Найбільшу кількість палеонтологічного матеріалу отримано з кар'єру біля Дністровської ГЕС і з відслонень у селах Бандишівка, Вінож, Липчани, Яришів, Гораївка, Тимків, Китайгород, Березівка, м. Могилів-Подільський та інші. Ці відслонення містять біотичні угруповання, які характеризують основні етапи видоутворення могилівської, яришівської та нагорянської світ могилів-подільської серії та унікальну біотичну асоціацію канилівської серії і едіакарій-кембрійського переходу. Частина скам'янілостей виявлена на Поділлі вперше. Використано компаративний метод діагностики для пошуку подібних таксонів, описаних з інших місцезнаходжень. Досліджено проблематичні рештки, які не мають описаних аналогів, методом побудови гомологічних рядів з вимерлими та нині існуючими організмами.

РЕЗУЛЬТАТИ

Дослідження в різних регіонах поширення відкладів едіакарію показали, що докембрійські організми переважно заселяли прибережну мілководну зону шельфу. Така сама картина спостерігається у Волино-Подільському палеобасейні, який розміщувався на схилі материка Балтика наприкінці докембрію (Boddy et al., 2021). Для Поділля характерно заселення біотою поверхні і схилів тектонічних піднять (блоків), з них найкраще досліджено Бернашівське підняття (Великанов и др., 1983; Стратиграфія ... України, 2013). Встановлено, що незалежно від глибини палеобасейну скам'янілості едіакарію переважно належать до седентарного бентосу і окремих представників мобільних організмів (Boag et al., 2024; Mitchell et al., 2020; Dzik and Martyshyn, 2015, 2017). Цей факт вказує на залежність значної частини організмів в біотичних угрупованнях того часу від сонячного світла. Винятком із загального правила є глибоководне угруповання біоти авалонського типу, виявлене на місцезнаходженнях у Канаді та Великобританії, що засвідчує існування біотичної асоціації, незалежної від сонячної енергії, як важливий аргумент тваринного походження фосилій (Laflamme et al., 2012). Без сонячної енергії не могли існувати бактеріальні мати, що вкривали морське дно і слугували життєвою платформою для існування

м'якотілих седентарних організмів; для мобільних організмів біомати були їжею (Gehling et al., 2014; Uchman and Martyshyn, 2019). Деякі дослідження вказують на першочергову роль бактеріальних матів як основних постачальників кисню в придонному середовищі едіакарської екосистеми, необхідного компонента в процесі метаболізму багатоклітинних організмів (Ding et al., 2019). На нинішній час поширеною є така точка зору – початок біотурбації зумовив зменшення поверхні морського дна, вкритого біоматами, що, в свою чергу, позбавило біоту едіакарського типу базису існування і призвело до її вимирання (Buatois and Mangano, 2016). Однак результати досліджень, отримані автором у процесі вивчення насиченості відкладів верхнього едіакарію Поділля рештками біоматів і скам'янілостями м'якотілого бентосу, протирічають таким висновкам.

Могилів-подільська серія

МОГИЛІВСЬКА СВІТА

Могилівська світа лежить в основі верхньоедіакарського етапу седиментації (рис. 1, а). Вона складена теригенними породами, які відклались у динамічних умовах трансгресивно-регресивних процесів у мілководному морському басейні. Ольчедаївські верстви складені грубозернистими аркозовими пісковиками та гравелітами з окремими прошарками аргілітів. Породи часто косошаруваті, з різкими переходами, що засвідчує існування дельтової зони осадконагромадження. Органічні рештки тут не виявлені. Мінеральні компоненти порід змінені несуттєво, зерна часто гострокутні, що є наслідком переважно фізичного вивітрювання в умовах прохолодного посушливого клімату і змиву в седиментаційний басейн тимчасовими потоками.

На цих відкладах залягає товща ломозівських верств аргіліт-алевроліт-пісковикового складу. У північно-східній частині палеобасейну, ближче до материкової зони, породи більш грубозернисті, часто нерівно- та косошаруваті (зона продельти). На південному заході розріз складений переважно аргілітами та алевролітами, залягання горизонтальне. Найкраще ці два типи відкладів представлені на відслоненнях біля сіл Ломазів і Вінож (перший тип) і в кар'єрі біля Дністровської ГЕС, який нині затоплений (другий тип) (рис. 1, б). Практично на всіх відслоненнях ломозівські верстви поступово або різко переходять вгору за розрізом до середньозернистих кварцових

пісковиків ямпільських верств. Останні містять пачку тонкоплитчастих глинистих пісковиків у верхній частині, а на деяких відслоненнях (Івонівка, Бандишівка) подібна виявлена також у середині товщі (Мартишин, 2012; 2022) (рис. 2 а). Ломозівські верстви разом з плитчастою частиною ямпільських верств є зоною наймасовішого поширення скам'янілих решток біотичної асоціації типу Едіакара–Біле море.

На місцезнаходженні в кар'єрі біля ГЕС були виявлені: *Nemiana simplex* Palij, 1976; *Nimbia occlusa* Fedonkin, 1981; *N. dniesteri* Fedonkin, 1983; *Irridinitus multiradiatus* Fedonkin, 1983; *Elasenia aseevae* Fedonkin, 1983; *Ediacaria flindersi* Sprigg, 1947 (рис. 2, б); *Hiemalora stellaris* Fedonkin, 1980; *Charniodiscus* sp.; *Dickinsonia costata* Sprigg, 1947; *D. tenuis* Glaessner and Wade, 1966; *Protodipleurosoma rugulosum* Fedonkin, 1980; *Valdania plumosa* Fedonkin, 1983; *Conomedusites lobatus* Glaessner and Wade, 1966; *Lomosovis malus* Fedonkin, 1983; *Paliella patelliformis* Fedonkin, 1980; *Vaveliksia velicanovi* Fedonkin, 1983; *Cyclomedusa davidi* Sprigg, 1947; *C. radiata* Sprigg, 1947; *C. plana* Glaessner and Wade, 1966; *Medusinites asteroides* Sprigg, 1949; *Tirasiana disciformis* Palij, 1976; *T. coniformis* Palij, 1976; *Tribrachidium heraldicum* Glaessner, 1959; *Pteridinium nenoxa* Keller et al., 1974; *Podolimirus mirus* Fedonkin, 1983 та деякі інші (Великанов и др., 1983).

У процесі досліджень ломозівських верств автор виявив скам'янілості, раніше не відомі на Поділлі: прикріплювальні структури фрондоморф *Aspidella terranovica* Billings, 1872; *A. khatyspytia* Vodaniuk, 1989; *Eoporpita medusa* Wade, 1972; *Mawsonites spriggi* Glaessner and Wade, 1966; *Cyclomedusa gigantea* Sprigg, 1949; *Glaessneria imperfekta* Gureev, 1987; *Hiemalora pleiomorphus* Vodaniuk, 1989; повні та часткові відбитки фрондоморф *Charniodiscus procerus* Laflamme et al, 2004; *C. concentricus* Ford, 1958; *C. spinosus* Laflamme et al., 2004; *Charnia masoni* Ford, 1958; *Bradgatia linfordensis* Boynton and Ford, 1995; палеопасцихніди *Palaeopascichnus delicatus* Palij, 1976 (рис. 2, в); *Palaeopascichnus (Yelovichnus) gracilis* Fedonkin, 1985; *P. linearis* Kolesnikov et al., 2019; проблематичні рештки *Swartpuntia germsi* Narbonne et al., 1997; *Platypholinia pholiata* Fedonkin, 1985; *Somatohelix sinuosus* Sappenfield et al., 2011; *Nilpenia rossii* Droser et al., 2014; гіпотетичні предки моллюсків *Kimberella quadrata* Glaessner, 1959; рідкісний

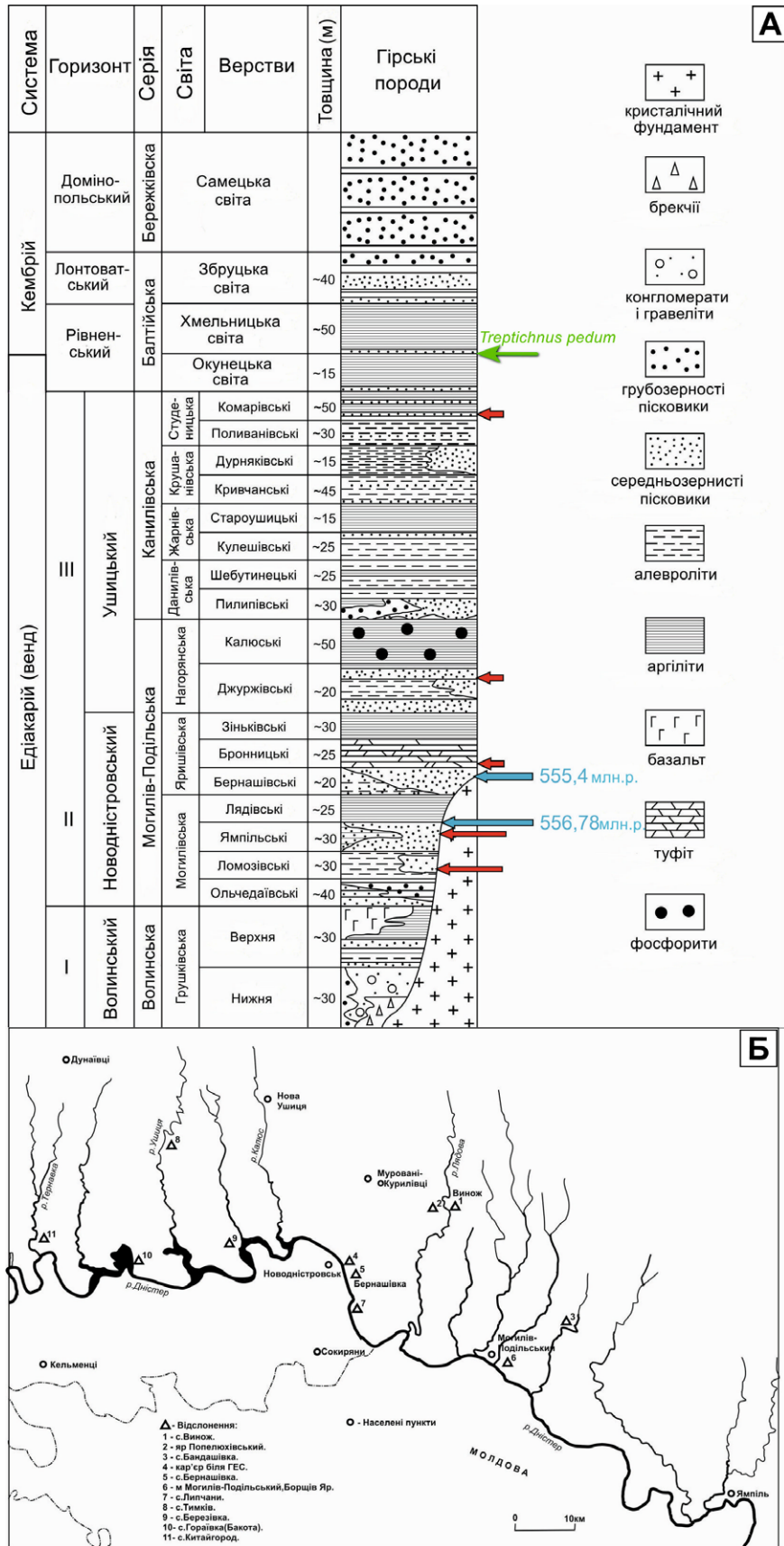


Рис. 1. Стратиграфічна схема та місцезнаходження району досліджень.
 А. Стратиграфічна схема відкладів верхнього едіакарію Подільського виступу УЩ (за Martyshyn, Uchman, 2021, модифікована). Червоні стрілки вказують на рівні з максимально високим вмістом фосилій, зелена стрілка

вказує рівень першої появи іхнофосилій *Treptichnus pedum*, сині стрілки вказують на положення проверстків бентонітів, по яких визначено ізотопний вік.

Б. Регіон досліджень із зазначенням вивчених відслонень.

Fig. 1. Stratigraphic scheme and location of the research area.

A. Stratigraphic scheme of the Upper Ediacaran deposits of the Podilskyi block of the Ukrainian Shield (after Martyshyn, Uchman, 2021, modified). Red arrows indicate the levels with the highest fossil content, the green arrow indicates the level of the first appearance of the ichnofossil *Treptichnus pedum*, and blue arrows indicate the positions of bentonite layers, from which the isotopic age was determined.

Б. Study region with indication of the studied sections.

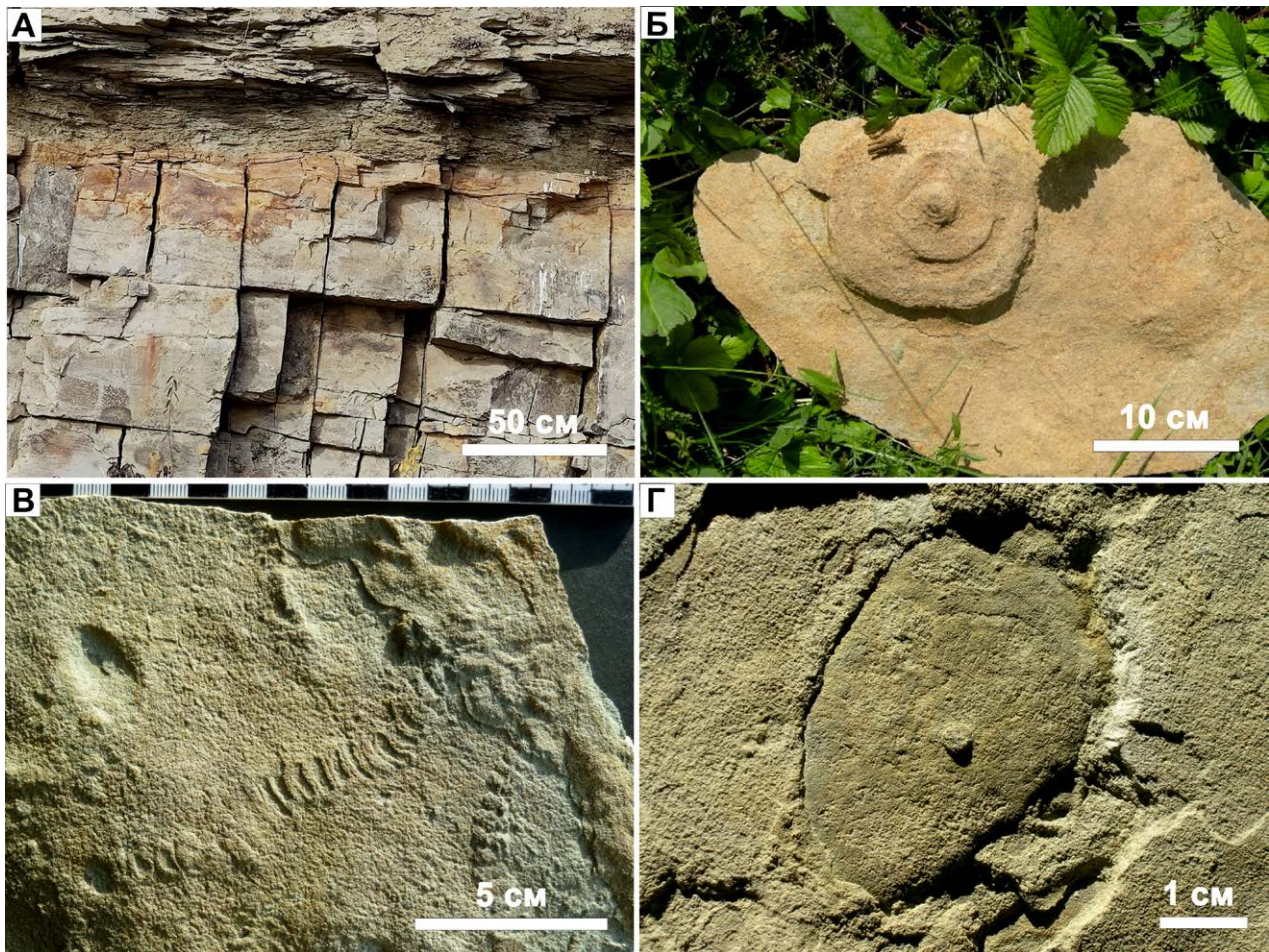


Рис. 2. Літологія та фосилії могилівської світи.

А. Ямпільські верстви в кар'єрі біля Дністровської ГЕС. Масивні та плитчасті пісковики верхньої частини товщі.

Б. *Ediacaria flindersi*, позитивний гіпорельєф. Ямпільські верстви, кар'єр біля ГЕС.

В. *Palaeopascichnus delicatus*, позитивний гіпорельєф. Вік і походження, як попередній.

Г. *Finkoella ukrainica*, позитивний гіпорельєф. Вік і походження, як попередні.

Fig. 2. Lithology and fossils of the Mohiliv Formation.

A. Yampil Member in the quarry near the Dniester HPP. Massive and slab-like sandstones of the upper part of the sequence.

Б. *Ediacaria flindersi*, positive hyporelief. Yampil Member, quarry near the Dniester HPP.

В. *Palaeopascichnus delicatus*, positive hyporelief. Age and origin, as previously mentioned.

Г. *Finkoella ukrainica*, positive hyporelief. Age and origin, as previously mentioned.

представник дікінсоніїд *Yorgia waggoneri* Ivantsov, 1999; імовірні кільчасті черви *Aulozoon soliorum* Gehling and Runnegar, 2022; імовірні предки хордових *Finkoella ukrainica* Martyshyn, 2021 (Рис. 2, г); *F. oblonga* Martyshyn and Uchman, 2021; *Pharyngomorpha reticulata* Martyshyn and Uchman, 2021 та численні скам'янілі рештки, що не мають систематичного опису (Мартішин, 2022).

У товщі ямпільських пісковиків відомі масові скупчення *Nemiana simplex*, прикріплювальні структури фрондоморф *Cyclomedusa davidi*, *C. plana*, *C. gigantea*, *Ediacaria flindersi*, *Arborea arborea*, *Charniodiscus concentricus*, *Protodipleurosoma rugulosum*, *Hiemalora stellaris*, *H. pleiomorphus*, *Paliella patelliformis*, *Nimbia occlusa*, *Medusinites asteroides*, *Aspidella* sp.; гіпотетичні губки *Vavellksia velicanovi*; проблематичні *Platypholinia pholiata*; трирадіальні *Tribrachidium heraldicum*; мобільні *Dickinsonia costata*; ймовірні протохордові *Finkoella ukrainica*, *F. oblonga*; палеопасцихніди *Palaeopascichnus delicatus*, *P. linearis*, *P. gracilis*, *Orbisiana simplex*, *O. spumea*; червоподібні *Aulozoon soliorum*; верхні частини фрондоморф *Charnia*, *Charniodiscus*, *Bradgatia* та проблематичні рештки (Мартішин, 2022; Палій, 1976; Nesterovski et al., 2018).

Найпоширеніші фосилії в цих відкладах — циклічні *Nemiana simplex*, їх інтерпретація є дискусійною (Решетник та ін., 2021). За спостереженнями автора ці скам'янілості відсутні у ломозівських верствах дистальної зони басейну (кар'єр біля ГЕС), але доволі поширені в проксимальній зоні (с. Вінож). Також *Nemiana* наявні у вище залягаючих бернашівських і джуржівських верствах, що не дає можливості використовувати їх в цілях біостратиграфії, але є свідченням відносно стабільних палеоекологічних умов на протязі могилів-подільського часу та високої здатності організмів до адаптації. Важливими компонентами біотичного угруповання ломозівських і ямпільських верств є ймовірні предки кількох груп біоти фанерозою: Cnidaria (Medusozoa, Anthozoa), Porifera, Lophophorata, Urochordata тощо (Мартішин, 2023а; Nesterovsky et al., 2018; Martyshyn and Uchman, 2021). Вище залягає перешарування сіро-зелених та коричнево-фіолетових аргілітів лядівських верств, які містять поодинокі проверстки тонкозернистих пісковиків, біотичні рештки майже відсутні, винятком є рідкісні бактеріальні структури в нижній (алевролітовій) частині товщі (рис. 5, е). Наявність цієї алевроліт-аргілітової

товщі засвідчує короткочасну трансгресію моря у лядівський час, яка призвела до вимирання значної частини біоти. У верхній частині ямпільських верств, приблизно 2 м нижче межі з лядівськими верствами, серед сірих алевролітів залягає тонкий прошарок строкатоколірного бентоніту. Дослідження кристалів циркону з цього прошарку показали, що їх ізотопний вік становить $556,78 \pm 0,18$ млн років (Soldatenko et al., 2019). Таким чином, можна констатувати що вік біотичного угруповання могилівської світи є старший за 557 млн років.

ЯРИШІВСЬКА СВІТА

Бернашівські верстви лежать на лядівських з поступовим переходом. Ця товща є найбільш різноманітною за літологічним складом серед усього комплексу верхнього едіакарію: пласти кількох типів аргілітів та алевролітів перешаровуються з косошаруватими та масивними пісковиками. Пласт пісковіку у верхній частині має характерні особливості: він часто косошаруватий, насичений каолінованими зернами силікатних мінералів, що, ймовірно, засвідчує хімічне вивітрювання у вологому помірнопрохолодному кліматі (рис. 3, а, б). Ця порода також збагачена інтракластами давніших порід, переважно аргілітів, та містить контрастні вклучення оксидів заліза і марганцю. Кілька верств цього пісковіку вкриті відбитками *Arumberia banksii*, подібні фосилії поширені на багатьох відслоненнях бернашівських верств, що робить їх важливим біостратиграфічним репером (рис. 3, в) (Martyshyn, 2023 в). На підшві пласта цих пісковиків у кар'єрі біля ГЕС автор виявив нагромодження гігантських підковоподібних гієрогліфів та об'ємні зліпки фосилій, подібних до *Ernietta* (Мартішин, 2022) (рис. 3, г). Цей таксон є індексним видом біоти намського типу, такі скам'янілості були відомі раніше тільки з Намібії та США, тому можуть бути використані як засіб глобальної кореляції. Ерозійні структури, подібні до виявлених у бернашівських верствах, були отримані під час лабораторних експериментів при моделюванні процесу харчування *Ernietta*. Вони утворилися в результаті розмиву поверхні дна водним потоком навколо чашоподібних моделей організмів, що імітували тіла *Ernietta*, заглиблені в осад нижнім кінцем (Gibson et al., 2021). Пласт пісковіку зберіг зліпки тіл організмів і рельєфні седиментаційні структури завдяки прошарку строкатоколірного бентоніту завтовшки близько 15 см, на якому він залягає. Ізотопний вік цир-

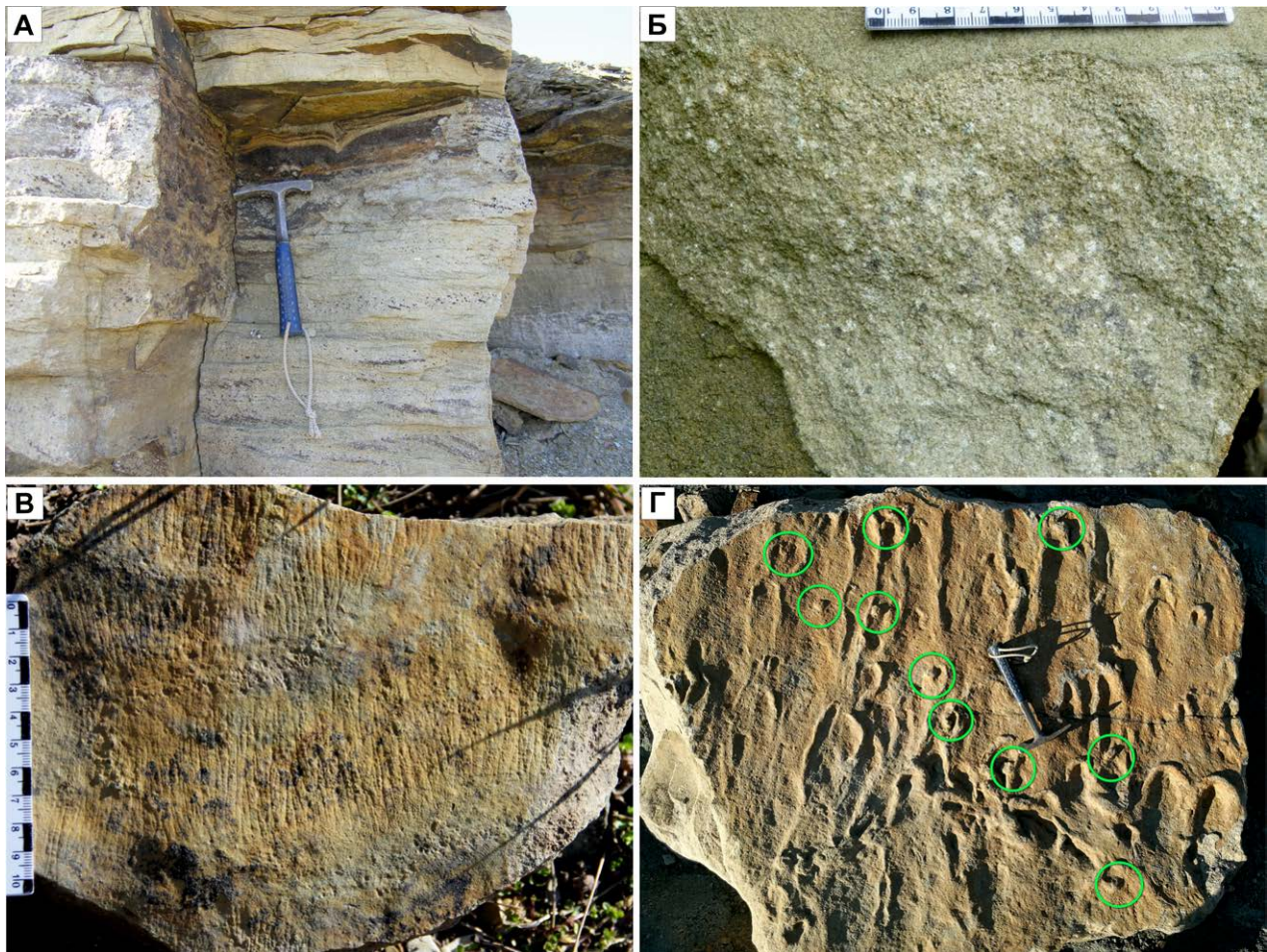


Рис. 3. Літологія та фосилії яришівської світи.

А. Масивні та плитчасті пісковики бернашівських верств, кар'єр біля ГЕС.

Б. Масивний пісковик бернашівських верств збагачений каолінізованими зернами мінералів та гідроксидами марганцю.

В. *Arumberia banksii*, гіпорельєф; бернашівські верстви. Відслонення в с. Бернашівка.

Г. Герогліфи та зліпки *Ernietta* sp. (зелені кола) на нижній поверхні плити пісковика бернашівських верств. Кар'єр біля ГЕС.

Fig. 3. Lithology and fossils of the Yaryshiv Formation.

A. Massive and plate-like sandstones of the Bernashivka Member, quarry near the Dniester HPP.

B. Massive sandstone of the Bernashivka Member enriched with kaolinized mineral grains and manganese hydroxides.

C. *Arumberia banksii*, hyporelief; Bernashivka Member. Outcrop in the village of Bernashivka.

D. Hieroglyphs and casts of *Ernietta* sp. (green circles) on the lower surface of a slab of sandstone of the Bernashivka Member. Quarry near the Dniester HPP.

конів з цього прошарку сягає ($555,4 \pm 2,9$) млн років (Soldatenko et al., 2019). У вище залягаючих алевролітах наявні скупчення *Nemiana*, інші фосилії та їхнофосилії.

Відклади бронницьких верств добре впізнавані завдяки літологічному складу: вони представлені туфітами (пелітоморфними окремнілими аргілітами). Породи складені часточками вулканічного попелу з домішкою осадового силікатного ма-

теріалу, вони тонкоплитчасті внизу з переходом до грубоплитчастих і масивних вгору за розрізом (рис. 4, а). Нижні шари ясно-сірі та бежеві, вище сіро-зеленуваті, ще вище — фіолетово-коричневі. Нижня пачка містить унікальне біотичне угруповання, більш ніде у світі не описане: це представники біоти типу Едіакара – Біле море у вигляді опорних дисків фрндоморфних організмів разом з кількома тафономічними варіантами трубча-

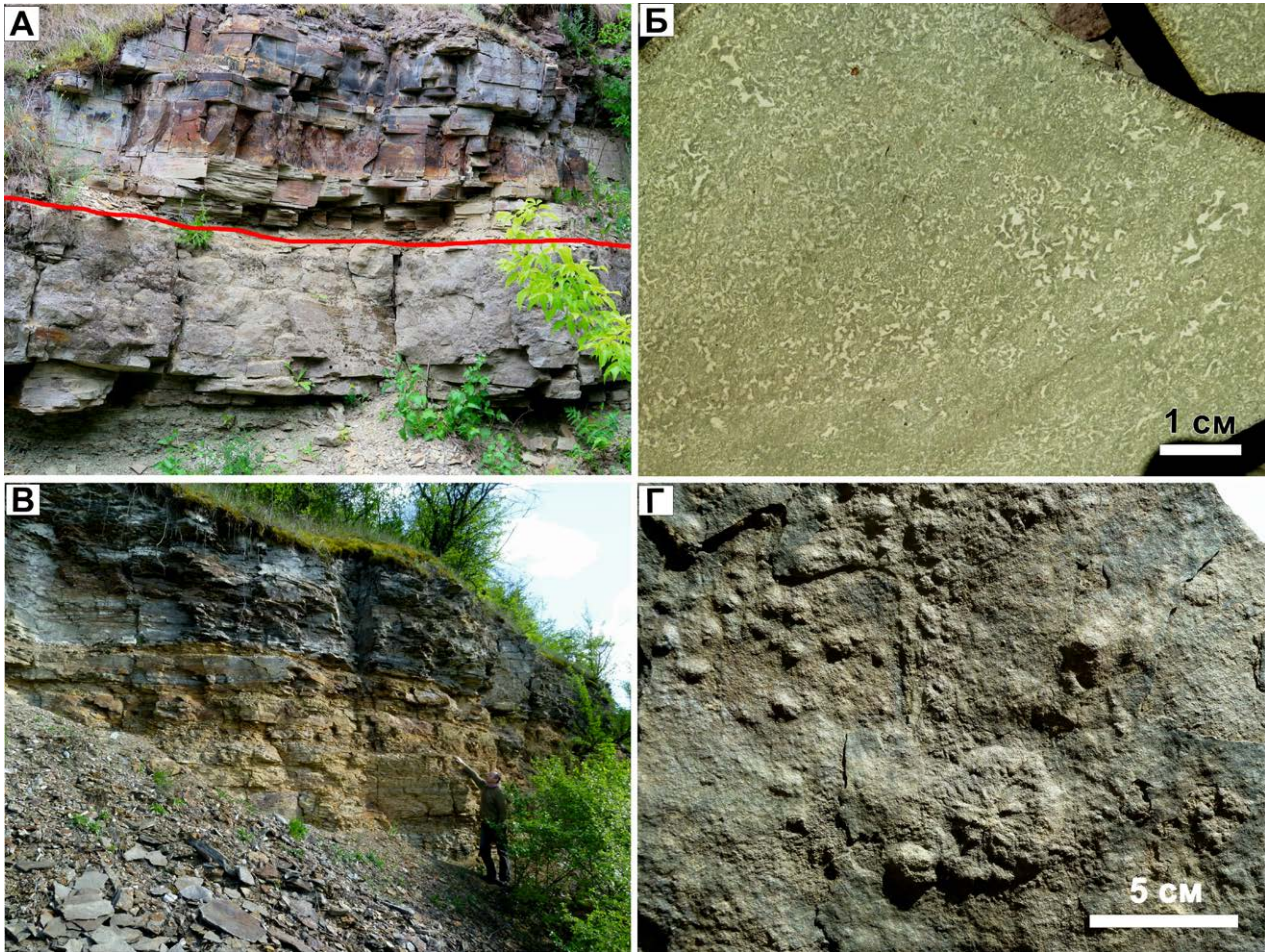


Рис. 4. Літологія та фосилії яришівської і нагорянської світ.

А. Межа між пісковиком бернашівських верств та туфітом бронницьких верств; відслонення Борщів Яр у м. Могилів-Подільський.

Б. Туфіт бронницьких верств, наповнений рештками *Shaanxilithes* та інших трубчастих фосилій; відслонення Борщів Яр.

В. Відслонення джуржівських верств у с. Лядова. Нижня частина відслонення — інтенсивно вивітрілі кавернозні породи.

Г. Іхнофосилії *Bergaueria*, *Conichnus*, *Conostichnus*; гіпорельєф. Джуржівські верстви, відслонення в с. Яришів.

Fig. 4. Lithology and fossils of the Yaryshiv and Nagoryany Formations.

A. The boundary between the sandstone of the Bernashivka Member and the tuffite of the Bronnytsya Member; the Borshchiv Yar outcrop in the city of Mohyliv-Podilsky.

B. The tuffite of the Bronnytsya Member, filled with the remains of *Shaanxilithes* and other tubular fossils; the Borshchiv Yar outcrop.

C. The Dzhurzhivka Member outcrop in the village of Lyadova. The lower part of the outcrop consists of intensively weathered, cavernous rocks.

D. Ichnofossils *Bergaueria*, *Conichnus*, *Conostichnus*; hyporelief. Dzhurzhivka Member, outcrop in the village of Yaryshiv.

стих червоподібних організмів *Shaanxilithes*, дрібними сферичними *Bronicella* та проблематичними трубчастими рештками, які ймовірно споріднені з Medusozoa (Мартишин, 2023а) (рис. 4, б). Також тут зібрані іхнофосилії мулоїдів доволі великого розміру та макроводорості *Tawuia*

dalensis. Найпоширенішими в туфітах є радіально-зморшкуваті структури у вигляді воронки, утворені в процесі заповнення пластичним осадом відмираючих прикріплювальних дисків і «цибулін» фрондоморф. Основна кількість палеонтологічного матеріалу з бернашівських і бронницьких

верств отримана з відслонень в с. Бернашівка та м. Могилів-Подільський (рис. 1, б).

Вище залягають зінківські верстви. Для цих відкладів характерним є будинач алевролітів серед пластів аргілітів, що робить їх впізнаваними у багаторівневих відслоненнях. Біотичні рештки тут рідкісні, автор виявив різноманітні бактеріальні структури, сліди зондування осаду, подібні до *Intrites*, і тетрарадіальні відбитки, подібні до пелагічних *Medusozoa*.

НАГОРЯНСЬКА СВІТА

В основі джуржівських верств залягає метровий пласт пісковиків, вище товща складена аргілітами та алевролітами, інтенсивно ламінованими біоматами. У відслоненнях в с. Липчани (рис. 1, б) та інших ці породи мають коричневий колір через окиснення тонкодисперсного сульфідів заліза, яким вони збагачені. У верхній частині товща містить один-два пласти кавернозної оранжево-коричневої породи, утвореної в результаті хімічного вивітрювання значної кількості піриту (рис. 4, в). Очевидно наявність цієї породи є свідченням сірчаного зараження палеобасейну джуржівського часу. Вище зазначених пластів плитчасті аргіліти та алевроліти містять масові скупчення їхнофосилій *Bergaueria*, *Conichnus*, *Conostichnus*, *Helminthoidichnites*, *Torrowangea* та фосилії *Nemiana* (рис. 4, г). Спорадично тут трапляються ймовірні предки хордових *Pharyngomorpha* та *Finkoella*, пелагічні *Medusozoa*, фосилії, подібні до *Spongia*, сегментовані черви *Wutubus*, *Saarina*, та водорості *Vendotaenia*. Найбільш поширеними рештками у джуржівських верствах є різноманітні не описані стрижнеподібні і трубчасті фосилії, які разом з *Wutubus* та *Saarina* слід віднести до інноваційної на той час біотичної групи WormWorld Fauna (Schiffbauer et al., 2016). У польових умовах біотичне угруповання джуржівських верств є добре впізнаваним саме завдяки значній кількості рельєфних зліпків *Domichnia*, які переважно інтерпретовано як рештки поліпів групи морських анемонів (Pemberton et al., 1988).

Вище залягає потужна товща лускуватих бітумінозних аргілітів калюських верств, які ймовірно накопичувалися в глибоководних умовах. Біотичні рештки спорадичні, представлені водоростями *Vendotaenia* та поодинокими бактеріальними структурами. Характерна особливість цих відкладів: вони містять кілька рівнів сферичних конкрецій фосфориту (фторопатиту), специфічних карбонатних утворень конус-в-конус та псев-

дофосилії *Guilielmites*. Як показали геохімічні дослідження, в аргілітах наявний підвищений вміст рідкісноземельних елементів, що може мати практичне значення в умовах дефіциту такого типу сировини в нинішній час. У покрівлі товщі аргілітів залягає малопотужна (близько 0,5 м) кора вивітрювання, що є свідченням перериву в осадоконагромадженні на межі могилів-подільського і канилівського часу.

Канилівська серія

На калюських аргілітах залягає пачка пісковиків та алевролітів сірих і зеленувато-сірих, товстоплитчастих, глинистих, які складають базальну товщу пилпівських верств данилівської світи канилівської серії (рис. 5, а). Межа між могилів-подільськими і канилівськими відкладами доступна для вивчення на багатьох локаціях, найбагатшими за кількістю палеонтологічного матеріалу були відслонення біля сіл Тимків і Березівка (рис. 1, б). Фосилізовані рештки в цій пачці представлені масовими поселеннями *Tymkivia primitiva* (рис. 5, б), *Arumberia banksia* (рис. 3, в), поодинокими червоподібними *Harlaniella podolica* та відбитками ймовірних пелагічних *Medusozoa* (Martyshyn, 2023a, б, в). Також тут виявлені нечисленні екземпляри інших фосилій, більшість з яких не мають систематичного опису. Над базальним пісковиком вгору за розрізом залягає перешарування аргілітів та алевролітів з окремими лінзами і верствами дрібнозернистих пісковиків. У цих породах зібрано фосилії різних морфотипів (видів?) *Harlaniella* (рис. 5, в), водорості *Vendotaenia*, *Kanilovia* та інші рештки біоти. Також тут виявлені білатеральні їхнофосилії доволі складної морфології та велике різноманіття бактеріальних структур. Дослідження показали, що подібна циклічність палеонтологічних решток з деякими відмінностями спостерігається у товщах жарнівської, крушанівської та студеницької світ канилівської серії. Важливим є той факт, що *Arumberia banksii* характерна для базальних пісковиків, нагромаджених у динамічних, штормових умовах (рис. 5а). У внутрішньоформаційних алевролітових прошарках та аргілітах переважно знаходяться фосилії *Arumberia vindhyanensis* (рис. 5г). Така закономірність указує на тісний зв'язок організмів *Arumberia* з палеоекологічними умовами. *Arumberia* виявлені автором на Поділлі кілька років тому, наявність цих фосилій є важливим стратиграфічним і палеоекологічним репером завдяки глобальному поширенню (Martyshyn, 2023в; McMahon et al., 2022). Їх наявність дає

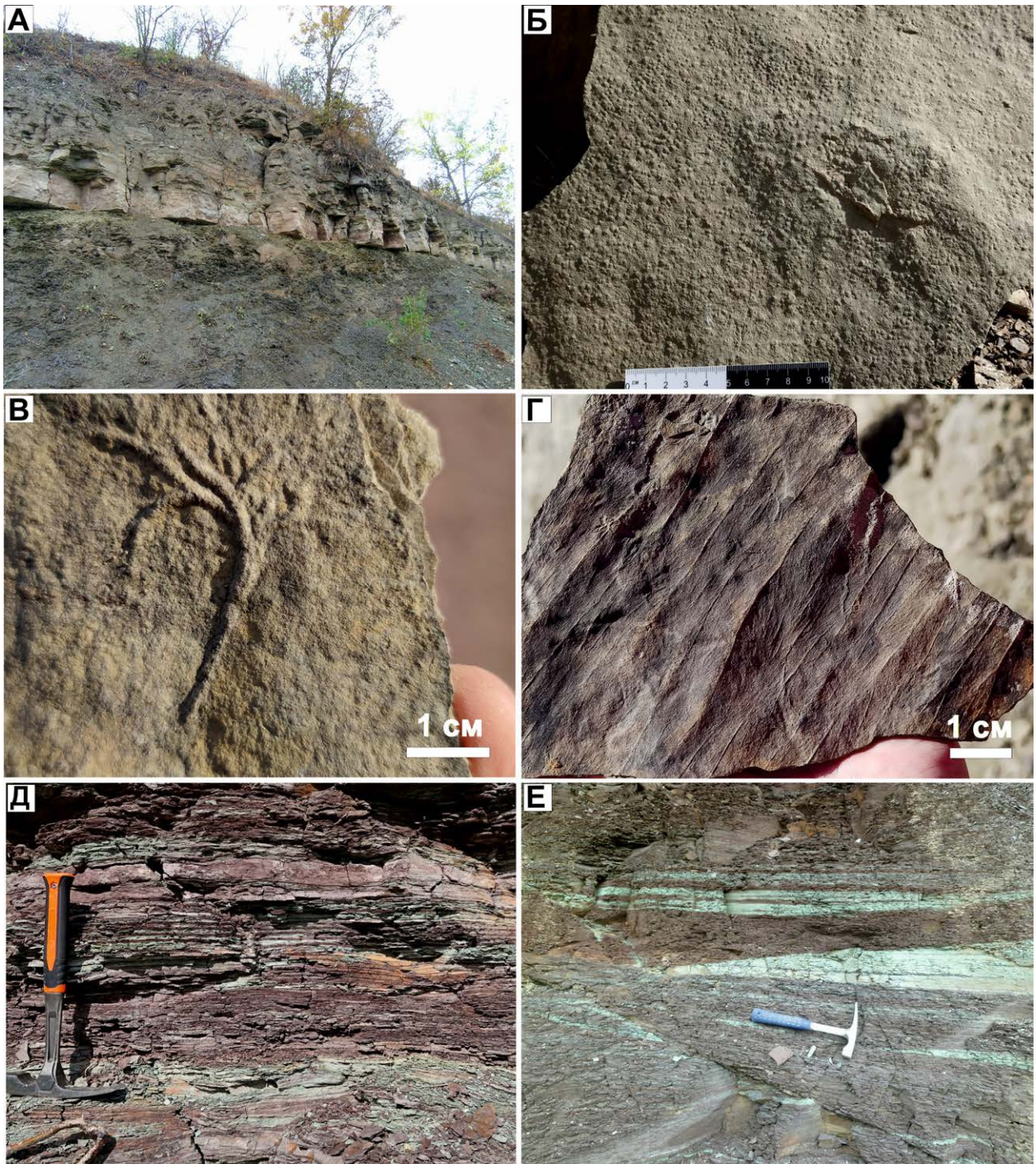


Рис. 5. Літологія та фосилії канилівської серії.

А. Відслонення в с. Тимків, межа могилів-подільської та канилівської серій.

Б. Пісковик, вкритий *Tymkivia primitiva*, пилипівські верстви. Відслонення в с. Тимків.

В. *Harlaniella* sp., гіпорельєф. Комарівські верстви, відслонення в с. Гораївка.

Г. *Arumberia vindhyanensis*, гіпорельєф. Комарівські верстви, відслонення в с. Гораївка.

Д. Аргіліти дурняківських верств. Відслонення в с. Пижівка.

Е. Аргіліти лядівських верств. Відслонення в кар'єрі біля ГЕС.

Fig. 5. Lithology and fossils of the Kanylivka Group.

A. The outcrop in the village of Tymkiv, boundary of the Mohyliv-Podilsky and Kanylivka Groups.

B. Sandstone covered with *Tymkivia primitiva*, Pylypy Member. Outcrop in the village of Tymkiv.

C. *Harlaniella* sp., hyporelief. Komariv Member, outcrop in the village of Gorayivka.

Г. *Arumberia vindhyanensis*, hyporelief. Komariv Member, outcrop in the village of Gorayivka.

Д. Mudstones of the Durnyakivka Member. Outcrop in the village of Pyzhivka.

Е. Mudstones of the Lyadova Member. Outcrop in the quarry near the Dniester HPP.

зможу ідентифікувати стратиграфічне положення візуально подібних відкладів у фрагментарних відслоненнях у процесі польових досліджень. Наприклад, ці фосилії були корисними при визначенні відносного віку подібних літологічних послідовностей пісковик/алевроліт у ямпільських та бернашівських верствах (*A. banksii* поширена в бернашівських відкладах) (рис. 3, в). Аналогічне завдання виникало під час дослідження товщ смугастих зелених і фіолетово-коричневих аргілітів (прошарки алевроліту дурняківських верств містять *A. vindhyanensis*, лядівські верстви не містять фосилій) (рис. 5д, е).

Фаціальний аналіз товщі канилівської серії дає підстави вважати, що відклади нагромаджувалися в умовах лагуни або естуарію з обмеженим доступом до відкритого моря. Ця товща має монотонний характер, сформований неритмічним нашаруванням аргілітів, алевролітів та окремих верств дрібнозернистих пісковиків, які розмежовуються пластами штормових пісковиків. Переважання глинистих порід, відсутність аркозів, масове поширення флори і бактеріальних матів засвідчують значне потепління в палеобасейні наприкінці едіакарію. Це збігається щодо даними дрейфу материка Балтика в екваторіальному напрямку протягом едіакарського періоду (Boddy et al., 2021).

Деякі плитчасті відміни пісковиків і алевролітів вкриті знаками брижі, вони також демонструють структури бактеріальної стабілізації, тріщини синерезису, сліди життєдіяльності мулоїдів з горизонтальною та вертикальною ондуляцією. Аргіліти інтенсивно ламіновані бактеріальними матами, алевроліти часто заповнені різнорозмірними обривками таких матів, пісковики містять обривки біоматів і скупчення інтракластів складної морфології, утворених при обволіканні глиняних катунів обривками біоматів з подальшим транспортуванням течією у пониження рельєфу дна. Подібні утворення важко діагностувати, вони об'ємні, дуже подібні до справжніх фосилій, серед них трапляються скам'янілі рештки різних організмів. Найбільшу кількість і морфологічне різноманіття вказаних псевдофосилій виявлено у відкладах студеницької світи на відслоненнях у селах Гораївка та Китайгород (див. рис. 16). Крім псевдофосилій, студеницька товща доволі багата

на справжні скам'янілості. Тут зібрано: чотири морфотипи (види) *Harlaniella* (рис. 5в); поселення *Tymkivia* та *Arumberia* (рис. 5г); інкрустуючі структури організмів *Palaeopascichnus* (Палий, 1976); седентарні й пелагічні *Cnidaria* (Мартышин, 2023а); імовірні протохордові *Burykhia* (Martyshyn and Uchman, 2022); скупчення спікулоподібних елементів, подібні до решток *Protomonaxonida* (Porifera); ріючі червоподібні *Ikarria* (Evans et al, 2020); водорості *Vendotaenia* і *Kanilovia*; сліди життєдіяльності різноманітних організмів, зокрема білатеральні іхрофосилії; різноманітні бактеріальні структури та проблематичні рештки.

Едіакарій — кембрійська межа

На відслоненні Китайгород над відкладами студеницької світи залягає півметровий пласт тонкозернистого плитчастого пісковика, вище знаходяться плитчасті алевроліти та оскольчасті аргіліти окунецької світи. Аргіліти мають сірий колір на свіжому зламі, але на поверхні відслонення набувають ясно-коричневого забарвлення через окислення тонкодисперсного сульфідів заліза (рис. 6а). Окунецькі відклади бідні біотичними рештками, з макрофосилій тут відомі водорості *Tyrasotaenia* (Стратиграфія ... України, 2013). У верхній частині товщі автор виявив іхрофосилії *Helminthoidichnites* і *Torrowangea* (рис. 6б), рештки проблематичних м'якотілих організмів і неописані водорості. Вище залягають зеленуваті аргіліти, алевроліти та зелені глауконітові пісковики хмельницької світи балтійської серії нижнього кембрію. Ці породи містять біотичне угруповання, типове для дотрилобітового етапу кембрію: масові сліди життєдіяльності ріючих організмів: рештки ймовірних поліпів *Bergaueria*, *Conichnus*; імовірні анеліди *Sabellidites* та сліди їх життєдіяльності *Kullingia*. Серед різноманітних іхрофосилій тут трапляються сліди зондування осаду *Treptichnus pedum*, які є біостратиграфічним репером кембрійської системи (рис. 6в). На межі між окунецькою і хмельницькою товщами залягає кількасантиметровий темно-зелений прошарок, складений переважно з пухкого незцементованого глауконіту (рис. 6г). На думку автора, цей прошарок є свідченням важливої палеоекологічної події, суть якої треба визначити за комплексом геохімічних досліджень перехідної

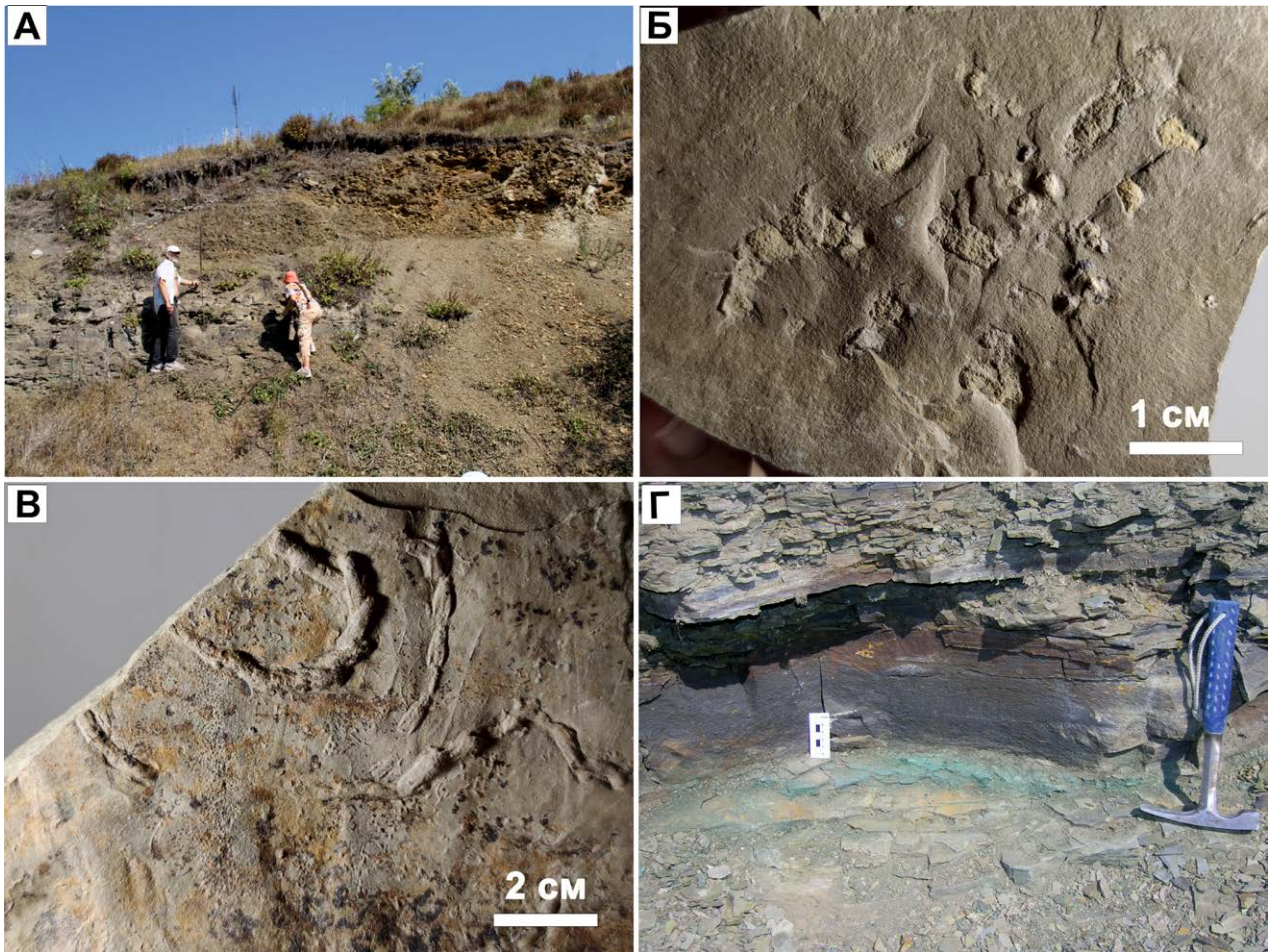


Рис. 6. Літологія та фосилії біля межі едіакарій-кембрій.
 А. Відслонення Китайгород; студеницька, окунецька та хмельницька світи.
 Б. Іхнофосилії *Torrowangea* sp., епірельєф. Окунецька світа.
 В. Іхнофосилії *Treptichnus pedum*, гіпорельєф. Хмельницька світа.
 Г. Прошарок глауконіту на межі окунецької та хмельницької світ.

Fig. 6. Lithology and fossils at the Ediacaran-Cambrian boundary.
 A. Kytaygorod outcrop; Studenitsya, Okunets, and Khmelnytskyi Formations.
 B. Ichnofossils *Torrowangea* sp., epirelief. Okunetska Formation.
 B. Ichnofossils *Treptichnus pedum*, hyporelief. Khmelnytskyi Formation.
 Г. Glauconite layer on the boundary of Okunets and Khmelnytskyi Formation.

ділянки окунецьких і хмельницьких відкладів. Імовірно, саме поверхня цього прошарку, вище якої з'являється кембрійська біотична асоціація, буде визнана межею докембрію і фанерозою у Волино-Подільському седиментаційному басейні.

У роботі «Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України» показано зведений опорний розріз венду Поділля в якому межа між протерозоєм і палеозоєм встановлена по покрівлі комарівських верств студеницької світи (Стратиграфія ..., 2013). Вказано і про «... балтійську серію, яка відноситься до кембрію відповідно до стратиграфічної схеми, затвердженої НСК

України та узгодженої з рішенням МГК (Японія, 1992 р.) про положення нижньої границі кембрію в підшві іхнозони *Phycodes pedum*. Ця зона збігається з покрівлею окунецької світи — нижньої зі світ балтійської серії кембрію». Ці дві тези суперечать одна одній. З огляду на посилання в цьому виданні, підставою для побудови такого варіанта зведеного опорного розрізу слугувала позиція В. В. Кірянова (Кирянов, 1993). Аналіз публікації В. В. Кірянова викликає чимало запитань і заперечень. До прикладу, термін «іхнозона *Harlaniella podolica*» є неактуальним, тому що фосилії *Harlaniella* є тілесними зліпками, а не

іхнофосиліями (Ivantsov, 2013). Основна теза в публікації В. В. Кірянова така: «Граница докембрия – кембрия ДОЛЖНА (виділено А. І. Мартишин) располагаться в нем (відслоненні Китайгород) в пределах 8–10-метрового интервала, лишеного ихнофосилей, ... до подошвы зональной ассоциации *Phycodes pedum* в самых низах хмельницкой свиты» (Кірянов, 1993). Ця теза протирічить міжнародному стандарту границі між докембрієм і кембрієм. У статті Є. А. Асєєвої, опублікованій в тому самому збірнику праць, що і вище згадана робота, проаналізовано аргументи В. В. Кірянова і чітко доведено їх помилковість та кон'юктурний характер. З невідомих причин посилання на роботу Є. А. Асєєвої та її аргументація відсутні у тексті «Стратиграфії ... України» і не враховані при укладанні зведеного опорного розрізу едіакарію (венду) Поділля. Відслонення Китайгород є унікальним геологічним об'єктом в масштабі Східноєвропейської платформи, воно має всі перспективи бути визнаним як регіостратотип протерозойсько-палеозойської межі для глобальної кореляції розрізів докембрію–кембрію.

ВИСНОВКИ

Теригенна товща верхнього едіакарію на Поділлі є унікальним геологічним полігоном завдяки повноті розрізу, численним відслоненням відкладів стратиграфічних підрозділів, фаціальному розмаїттю, насиченості скам'янілими рештками докембрійських організмів та легкодоступності. Могилівська світа вміщує біотичне угруповання типу Едіакара–Біле море, складене характерними представниками цієї асоціації та низкою ендемічних видів, у тому числі ймовірними предками кількох груп біоти фанерозою. Скам'янілі рештки у яришівській та нагорянській світах демонструють основні етапи еволюційних змін докембрійської біоти в умовах потепління клімату, споріднені з іншими біотич-

ними асоціаціями що дає змогу проводити глобальну кореляцію. Ці відклади вміщують фосилії, характерні для заключних етапів седиментації едіакарію в інших регіонах.

Біоценоз канилівської серії не має аналогів деінде і очевидно є тафономічним вікном седиментації на межі протерозою і палеозою. Осадконагромадження відбувалося в умовах палеобасейну типу естуарію або лагуни з обмеженим доступом до відкритого моря. Теригенні відклади канилівської серії збагачені різноманітними бактеріальними структурами, водоростями, масовими поселеннями проблематичних *Arumberia* та *Tymkivia*. Заключний етап докембрійської седиментації, студеницька світа, містить масові рештки карбонізованої флори та біоматів, численні відбитки *Harlaniella*, *Arumberia*, *Tymkivia* та пелагічних Medusozoa. Межа між канилівською та балтійською серією є межею між докембрієм і фанерозоєм. Процеси і події на цьому рубежі мали вирішальне значення в історії життя на Землі. Їх можна вивчати на відслоненні Китайгород, яке є унікальним геологічним об'єктом глобального значення.

Упродовж седиментації Волино-Подільського басейну відбувалися палеоекологічні зміни, спричинені потеплінням клімату внаслідок дрейфу материка Балтика в екваторіальному напрямку та еволюційними процесами в біотичному середовищі. Комплексний підхід до застосування фосилій, літології і фаціального аналізу дає можливість відтворити палеоекологію палеобасейну, він може бути використаний для вирішення практичних завдань у процесі геологічних досліджень товщі верхнього едіакарію. Зібраний матеріал скам'янілостей може слугувати інструментом для глобальної кореляції Подільського розрізу з іншими районами поширення одновікових відкладів.

REFERENCES

Aseeva E. A., 1993. The boundary of the Proterozoic and Paleozoic on the territory of Ukraine. Problems of the creation of the geological time scale of the Precambrian and Phanerozoic of Ukraine. Kyiv: IGH AN of Ukraine. Pp. 52–56. (In Russian).

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

Kirjanov, V. V., 1993. Modern condition of the problem of Precambrian-Cambrian boundary in East-European platform. Problem of creation of geological time scale of Precambrian

Асєєва Е. А. Граница протерозоя и палеозоя на территории Украины. Проблемы створення шкали геологічного часу докембрію і фанерозою України. Київ: ІГН АН України. 1993. С. 52–56.

Великанов В. А., Асєєва Е. А., Федонкин М. А. Венд Украины. Киев: Наук. думка, 1983. 162 с.

Кірянов В. В. Современное состояние проблемы границы докембрия-кембрия на Восточно-Европейской платформе. Проблемы створення шкали геологічного часу докембрію і фанерозою України. Київ: ІГН АН України. 1993. С. 47–52.

and Phanerozoic of Ukraine. Kyiv: IGS NAS of Ukraine. Pp. 47–52. (In Russian).

Martyshyn A. I., 2012. Ediacaran fauna of the Yampil sandstones of Vendian of Podillia. *Geolog Ukrainy*. No. 4 (40). Pp. 97–104. (In Ukrainian).

Martyshyn A. I., 2022. The association of benthic macrobiota of the Late Ediacaran of Podillia in the deposits of the Mohyliv-Podilskiy Group in the quarry near the Dniester HPP. *Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine*. Vol. 15. Issue. 1. Pp. 44–64. (In Ukrainian). <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.268218>.

Martyshyn A. I., 2023. The oldest Cnidaria in the ecosystem of the Volyno-Podilsky sedimentation basin on the border of the Proterozoic and Paleozoic. *Collection of scientific works of the Institute of Geological Sciences of NAS of Ukraine*. Vol. 16, iss. 2. Pp. 52–65. (In Ukrainian). <https://doi.10.30836/igs.2522-9753.2022.292616>.

Paliy V. M., 1976. Remains of non-skeletal fauna and traces of vital activity from deposits of the Upper Precambrian and Lower Cambrian of Podolia. 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).

Reshetnyk M., Grytsenko V., Martyshyn A., 2021. Signs of the bacterial nature of Vendian organisms *Nemiana simplex*. *Visnyk of Taras Shevchenko National University of Kyiv. Geology*. Iss. 1 (92). Kyiv. Pp. 6–10. (in Ukrainian). <http://doi.org/10.17721/1728-2713.92.01>.

Gozhyk P. F. (Ed.), 2013. *Stratigraphy of the Upper Proterozoic and Phanerozoic of Ukraine*. Kyiv: Logos. 637 p. (In Ukrainian).

Boag T. H., Darroch S. A. F., Laflamme M., 2016. Ediacaran distributions in space and time: testing assemblage concepts of earliest macroscopic body fossils. *Paleobiology*. Pp. 1–21. DOI: 10.1017/pab.2016.20.

Boddy C. E., Mitchell E. G., Merdith A., Liu A. G., 2022. Palaeolatitudinal distribution of the Ediacaran macrobiota. *Journal of the Geological Society*. <https://doi.org/10.1144/jgs2021-030>.

Dzik J., Martyshyn A., 2015. Taphonomy of the Ediacaran *Podolimirus* and associated dipleurozoans from the Vendian of Ukraine. *Precambrian Research*. Vol. 269. Pp. 139–146. <https://doi.org/10.1007/s10347-010-0248-7>.

Dzik J., Martyshyn A., 2017. Hydraulic sediment penetration and seasonal growth of petalonamean basal discs from the Vendian of Ukraine. *Precambrian Research*. Vol. 302. Pp. 140–149. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2017.09.024>.

Evans S. D., Hughes I. V., Gehling J. G., Droser M. L., 2020. Discovery of the oldest bilaterian from the Ediacaran of South Australia. *PNAS*. Vol. 117. No. 17. Pp. 7845–7850. DOI: 10.1073/pnas.2001045117.

Gibson B. M., Darroch S. A. F., Maloney K. M., Laflamme M., 2021. The Importance of Size and Location Within Gregarious Populations of *Ernietta plateauensis*. *Front. Earth Sci*. Vol. 9. Art. 749150. doi: 10.3389/feart.2021.749150.

Ivantsov A. Yu., 2013. New Data on Late Vendian Problematic Fossils from the Genus *Harlaniella*. *Stratigraphy and Geological Correlation*. Vol. 21. No. 6. P. 592–600.

Мартишин А. І. Едіакарська фауна ямпільських пісковиків венду Поділля. *Геолог України*. 2012. № 4 (40). С. 97–104.

Мартишин А. І. Асоціація бентосної макробіоти пізнього едіакарію Поділля за відкладами могиливів-подільської серії в кар'єрі біля Дністровської ГЕС. *Зб. наук. пр. ІГН НАН України*. 2022. Т. 15, вип. 1. С. 44–64. <https://doi.org/10.30836/igs.2522-9753.268218>.

Мартишин А. І. Найдавніші Снідарія в екосистемі Волино-Подільського седиментаційного басейну на межі протерозою і палеозою. *Зб. наук. пр. ІГН НАН України*. 2023. Т. 16, вип. 2. С. 52–65. <https://doi.10.30836/igs.2522-9753.2022.292616>.

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*: Шульга П. Л. (ред.). Киев: Наук. думка, 1976. С. 63–77.

Решетник М., Гриценко В., Мартишин А. Ознаки бактеріальної природи вендських організмів *Nemiana simplex*. *Вісник КНУ ім. Т. Шевченка. Загальна та історична геологія*. 2021. Вип. 1 (92). Київ. С. 6–10.

Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України. Гожик П. Ф. (ред.). Київ: Логос, 2013. 637 с.

Boag T. H., Darroch S. A. F., Laflamme M., 2017. Ediacaran distributions in space and time: testing assemblage concepts of earliest macroscopic body fossils. *Paleobiology*. 2016. P. 1–21. DOI: 10.1017/pab.2016.20.

Boddy C. E., Mitchell E. G., Merdith A., Liu A. G. Palaeolatitudinal distribution of the Ediacaran macrobiota. *Journal of the Geological Society*. <https://doi.org/10.1144/jgs2021-030>.

Dzik J., Martyshyn A. Taphonomy of the Ediacaran *Podolimirus* and associated dipleurozoans from the Vendian of Ukraine. *Precambrian Research*. 2015. Vol. 269. P. 139–146. <https://doi.org/10.1007/s10347-010-0248-7>.

Dzik J., Martyshyn A. Hydraulic sediment penetration and seasonal growth of petalonamean basal discs from the Vendian of Ukraine. *Precambrian Research*. 2017. Vol. 302. P. 140–149. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2017.09.024>.

Evans S. D., Hughes I. V., Gehling J. G., Droser M. L. Discovery of the oldest bilaterian from the Ediacaran of South Australia. *PNAS*. 2020. Vol. 117. No. 17. P. 7845–7850. DOI: 10.1073/pnas.2001045117.

Gibson B. M., Darroch S. A. F., Maloney K. M., Laflamme M. The Importance of Size and Location Within Gregarious Populations of *Ernietta plateauensis*. *Front. Earth Sci*. 2021. Vol. 9. Art. 749150. P. 1–11. doi: 10.3389/feart.2021.749150.

Ivantsov A. Yu. New Data on Late Vendian Problematic Fossils from the Genus *Harlaniella*. *Stratigraphy and Geological Correlation*. 2013. Vol. 21. No. 6. P. 592–600.

Martyshyn A. I., 2023. *Tymkivia primitiva* gen. nov. sp. nov., a new type of fossils from the Late Ediacaran (Vendian) Kanylivka Group in Podolia, Ukraine. *Geologičnij žurnal*. Vol. 2 (383). Pp. 58–67. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2023.2.275044>.

Martyshyn A. I., 2023. New data on mysterious *Arumberia* fossils from late Ediacaran sediments from Podillia (Ukraine) and their interpretation.. Lviv. Pp. 18–20.

Martyshyn A., Uchman A., 2021. New Ediacaran fossils from the Ukraine, some with a putative tunicate relationship. *Paläontologische Zeitschrift*. Pp. 623–639. <https://doi.org/10.1007/s12542-021-00596-1>.

McMahon W. J., Davies N. S., Liu A. G., Went D. J., 2022. Enigma variations: characteristics and likely origin of the problematic surface texture *Arumberia*, as recognized from an exceptional bedding plane exposure and the global record. *Geological Magazine*. 2022. No. 159. Pp. 1–20. <https://doi.org/10.1017/S0016756821000777>.

Mitchell E. G., Bobkov N., Bykova N., Dhungana A., Kolesnikov A. V., Hogarth I. R. P., Liu A. G., Mustill T. M. R., Sozonov N., Rogov V. I., Xiao S., Grazhdankin D. V., 2020. The influence of environmental setting on the community ecology of Ediacaran organisms. *Interface Focus*. 10: 20190109. <http://dx.doi.org/10.1098/rsfs.2019.0109>.

Nesterovsky V. A., Martyshyn A. I., Chupryna A. M., 2018. New biocenosis model of Vendian (Ediacaran) sedimentation basin of Podilia (Ukraine). *Journ. Geology, Geography, Geoecology*. No. 27 (1). Pp. 95–107. <https://doi.org/10.15421/111835>.

Pemberton S. G., Frey R. W., Bromley R. G., 1988. The ichnotaxonomy of *Conostichus* and other plug-shaped ichnofossils. *Can. J. Earth Sci.* Vol. 25. Pp. 866–892.

Schiffbauer J. D., Huntley J. W., O'Neil G. R., Darroch S. A., Laflamme M., Cai Y., 2016. The latest Ediacaran Wormworld fauna: Setting the ecological stage for the Cambrian Explosion. *GSA Today*. Vol. 26(11). doi: 10.1130/GSATG265A.1.

Soldatenko Y., El Albani A., Ruzina M., Fontaine C., Nesterovsky V., Paquette J.-L., Meunier A., Ovtcharova M., 2019. Precise U-Pb age constraints on the Ediacaran biota in Podolia, East European Platform, Ukraine. *Nature Scientific Reports*. Pp. 1–13.

Martyshyn A. I. *Tymkivia primitiva* gen. nov. sp. nov., a new type of fossils from the Late Ediacaran (Vendian) Kanylivka Group in Podolia, Ukraine. *Geologičnij žurnal*. 2023. No. 2 (383). P. 58–67. <https://doi.org/10.30836/igs.1025-6814.2023.2.275044>.

Martyshyn A. I. New data on mysterious *Arumberia* fossils from late Ediacaran sediments from Podillia (Ukraine) and their interpretation. *Мат. XIV Всеукр. наук. конф.: Проблеми геології України*. ЛНУ. Львів. 2023. С. 18–20.

Martyshyn A., Uchman A. New Ediacaran fossils from the Ukraine, some with a putative tunicate relationship. *Paläontologische Zeitschrift*. 2021. P. 623–639. <https://doi.org/10.1007/s12542-021-00596-1>.

McMahon W. J., Davies N. S., Liu A. G., Went D. J. Enigma variations: characteristics and likely origin of the problematic surface texture *Arumberia*, as recognized from an exceptional bedding plane exposure and the global record. *Geological Magazine*. 2022. No. 159. P. 1–20. <https://doi.org/10.1017/S0016756821000777>.

Mitchell E. G., Bobkov N., Bykova N., Dhungana A., Kolesnikov A. V., Hogarth I. R. P., Liu A. G., Mustill T. M. R., Sozonov N., Rogov V. I., Xiao S., Grazhdankin D. V. The influence of environmental setting on the community ecology of Ediacaran organisms. *Interface Focus*. 2020. 10: 20190109. <http://dx.doi.org/10.1098/rsfs.2019.0109>.

Nesterovsky V. A., Martyshyn A. I., Chupryna A. M. New biocenosis model of Vendian (Ediacaran) sedimentation basin of Podilia (Ukraine). *J. Geology, Geography, Geoecology*. 2018. No. 27(1). P. 95–107. <https://doi.org/10.15421/111835>.

Pemberton S. G., Frey R. W., Bromley R. G. The ichnotaxonomy of *Conostichus* and other plug-shaped ichnofossils. *Can. J. Earth Sci.* 1988. Vol. 25. P. 866–892.

Schiffbauer J. D., Huntley J. W., O'Neil G. R., Darroch S. A., Laflamme M., Cai Y. The latest Ediacaran Wormworld fauna: Setting the ecological stage for the Cambrian Explosion. *GSA Today*, 2016. 26(11). doi: 10.1130/GSATG265A.1.

Soldatenko Y., El Albani A., Ruzina M., Fontaine C., Nesterovsky V., Paquette J.-L., Meunier A., Ovtcharova M. Precise U-Pb age constraints on the Ediacaran biota in Podolia, East European Platform, Ukraine. *Nature Scientific Reports*. 2019. P. 1–13.

Manuscript received October 6, 2025;
revision accepted November 28, 2025.

Інститут геологічних наук НАН України,
Київ, Україна