

## ЗАГАЛЬНА ТА ІСТОРИЧНА ГЕОЛОГІЯ

УДК 55:551(477.74)

А. Мєнасова, канд. геол. наук, доц.  
E-mail: mangelina@ukr.net

Київський національний університет імені Тараса Шевченка  
ННІ "Інститут геології", вул. Васильківська, 90, м. Київ, 03022, Україна

### ІМОВІРНИЙ МЕХАНІЗМ ПОХОДЖЕННЯ ВІДБИТКІВ ВИДУ *NEMIANA SIMPLEX* PALIJ

(Рекомендовано членом редакційної колегії д-ром геол. наук, проф. В. А. Нестеровським)

Найпоширенішим представником едіакарської фауни у відкладах венду Подільського Придністров'я є вид *Nemiana simplex* Palij. Відбитки являють собою округлі в плані опуклі диски з гладкою поверхнею і трактуються як рештки багатоклітинних безскелетних тварин, що вели прикріплений спосіб життя і, як вважається, захоронювались *insitu*. Дані відбитки достовірно відомі з відкладів венду Подільського Придністров'я, Зимового берега Білого моря, Оленьокського підняття на півночі Сибірської платформи, а також в пізньодокембрійських відкладах Канади, Китаю та Австралії.

У районі Канієського заповідника автор мала змогу спостерігати утворення, що дуже нагадують неміан – біля берега, на дні мікрозаток були скупчення піщаних горбочків діаметром від 3 до 8 мм і заввишки до 3 мм.

Під шаром піску, потужність якого становить 2–4 мм, залягає алевроитистий мул чорного кольору з характерним запахом сірководню. Утворення цих горбочків, імовірно, є результатом життєдіяльності своєрідного мікробного мату, у формуванні якого беруть участь багато різних мікроорганізмів. Автор вважає, що механізм формування структур типу *Nemiana simplex* Palij близький до механізму утворення строматолітів, тобто поверхня мату під час зміни рівня води поступово заноситься піском, а мікроорганізми або мігрують вгору крізь шар піску, що накопичується, або переходять тимчасово в латентний стан з наступною реколонізацією осада. При цьому осадок упорядковується, тобто стає шаруватим. А у випадку загибелі колонії зовнішня оболонка деякий час зберігає форму, що робить можливим утворення зліпків на нижній поверхні нашарування.

**Ключові слова:** неміани, венд, едіакарська фауна, Подільське Придністров'я, мікробний мат.

**Вступ та аналіз попередніх досліджень і публікацій.** Як відомо, найпоширенішим представником едіакарської фауни у відкладах венду Подільського Придністров'я є вид *Nemiana simplex* Palij [5]. На частку неміан припадає понад половини знахідок Metazoa в цьому ре-

гіоні. Викопні рештки являють собою округлі в плані опуклі диски з гладкою поверхнею, які лежать на підшвах верств пісковиків і до недавнього часу трактувалися більшістю дослідників як відбитки багатоклітинних безскелетних тварин, що вели прикріплений спосіб життя (рис. 1).

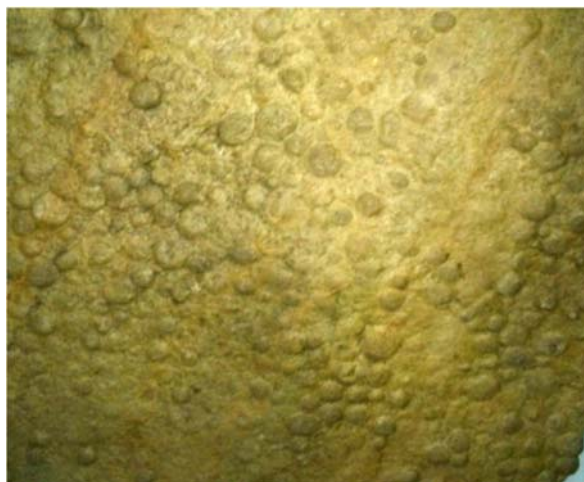


Рис. 1. Вид *Nemiana simplex* Palij

Неміани, як вважається, захоронювались *insitu* і найчастіше зустрічаються групами від декількох до сотень екземплярів, іноді вкриваючи поверхню нашарування суцільною ковдрою, площа якої може сягати десятки і навіть сотні квадратних метрів. Іноді, якщо пісковик більш-менш вивітрілий, неміани відокремлюються від породи у вигляді сплющеного сфероїда, плоского диска або двоякоопуклої лінзи.

Крім Придністров'я, подібні рештки відомі з відкладів венду Зимового берега Білого моря, Оленьокського підняття на півночі Сибірської платформи і в пізньодокембрійських відкладах Канади, Китаю та Австралії.

Відбитки неміан у Придністров'ї в літературних джерелах згадуються з початку ХХ ст. імовірно завдяки своєму значному поширенню у відкладах певного стратиграфічного рівня. Тлумачення даних питань у різні часи пропонувалось найрізноманітніше. Деякі дослідники визначали

їх як утворення неорганічної природи, що залишилися від водяних крапель [3, 8]. Подібна інтерпретація можливо пов'язана з тим, що в негативному епірельєфі неміани мають вигляд ізометричних або близьких до таких депресій.

У пізніших роботах [4] з відкладів ямпільського горизонту могиливіської світи наведено описи своєрідних піщаних "пухирів", які місцями тисячами вкривають плити пісковиків. Автор вважав їх результатом впливу річкових хвиль, що набігають на низький піщаний берег, і вказував на аналогічні утворення на пляжах деяких сучасних рівнинних річок.

Припущення про органічну природу цих проблематичних відбитків уперше висловлюється в статті О. К. Каптаренко [2]. Вона їх трактує як відбитки викопних медуз. Згадки про знахідки подібних викопних решток у цих самих стратиграфічних горизонтах є й у монографії Т. Васкауцану (1931), які він визначав як лінгули або оболуси.

Відбитками викопних медуз, принаймні спочатку, їх вважали і В. С. Заїка-Новацький і В. М. Палій, який і описав цей рід у 1976 р. [6], а М. В. Леонов стверджує, що вони належать бентосним губкоподібним тваринам [10]. На сьогоднішній день найбільшим поширенням користуються уявлення про належність відбитків неміан до псамокоралів [11], але деякі дослідники говорять і про їхню ціанобактеріальну природу [9, 12].

Метою даної роботи була спроба дослідження механізму утворення відбитків, подібних до найпоширеніших викопних решток Подільського Придністров'я.

**Основний матеріал дослідження.** Декілька років тому, у районі Канівського заповідника на березі

р. Дніпро, я спостерігала утворення, які дивним чином нагадували неміан, тільки не викопних, а сучасних. На ділянці берега від м. Канів до с. Пекарі через кожні 100–150 м насипані так звані "шпори" – поперечні вали із кам'яних брил – своєрідні хвилерізи (у гідрогеології вони називаються буни), що уповільнюють течію. Крім того, двічі на день спускається вода з Канівського водосховища, створюючи ефект "припливно-відливної" хвилі. У результаті взаємодії цих двох факторів біля берега подекуди утворюються мікрозатоки (рис. 2) із практично стоячою водою, рівень якої то збільшується (залежно від кількості води, що спускається з водосховища), то зменшується майже до нуля.



Рис. 2. Мікрозатока біля "шпори"

На дні цих маленьких заток і розташовані сучасні "неміани", які являють собою піщані горбочки діаметром від 3 до 8 мм і заввишки до 3 мм (рис. 3). Під шаром піску, потужність якого становить 2–4 мм лежить алевритистий мул чорного кольору з характерним запахом сірководню.

Важко стверджувати напевно, оскільки спеціальних досліджень не проводилось, але утворення подібних "горбочків" може бути результатом дії своєрідного мікробного мату, у формуванні якого бере участь велика кількість

найрізноманітніших мікроорганізмів – наприклад, автотрофами можуть служити бактерії, що здійснюють неокисневий фотосинтез, а гетеротрофами – факультативні аероби, які можуть використовувати кисень, але за його відсутності здатні задовольняти енергетичні потреби не диханням, а бродінням. Під верхнім шаром осада, в якому відбуваються процеси фотосинтезу і який можна назвати фотичною зоною мату, розташована більш потужна безкиснева зона, в якій процвітають різноманітні анаероби, що не потребують молекулярного кисню [1].



Рис. 3. Сучасні "неміани"

Можна припустити, що екологічна обстановка, принаймні у могилівський час, у Подільському Придністров'ї була схожа на ту, в якій існували строматоліти в більш глибокому докембрії.

За відсутності взагалі будь-якої наземної рослинності нахилені субстрати тоді розмивалися в рази швидше, майже горизонтальні рівнини займали величезні

площі практично на рівні мілководних басейнів, рівень води в яких постійно змінювався. Берегової лінії як такої не існувало – ані суша, ані море в сучасному розумінні цього слова – тобто територія, безпосередньо прилегла до води, то заливалась водою, то тією чи іншою мірою осушувалась [7].

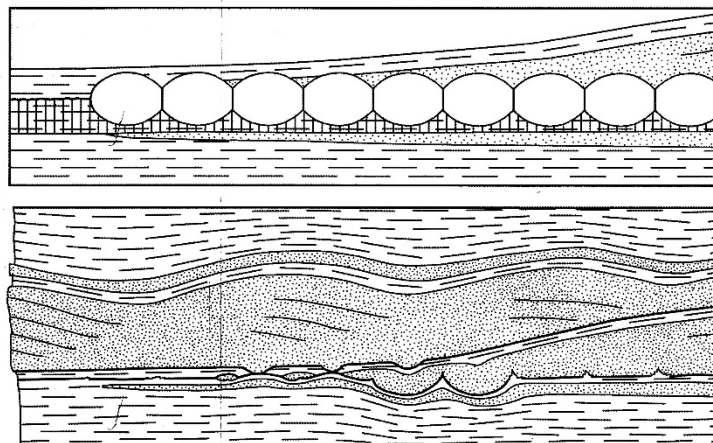


Рис. 4. Схема утворення зліпків "неміан" (за А. Yu. Ivantsov et al, 2014)

У цих умовах і відбувалось формування структур типу *Nemiana simplex* Palij і подібних до них, таких як *Beltanelliformis* (=Beltanelloides), *Bronicella*, *Medusinities*, *Hagenetta*, *Namamedusium*. Так само, як і при утворенні строматолітів, поверхня поступово заноситься піском під час зміни рівня води, а мікроорганізми або мігрують угору крізь шар піску, що накопичується, або тимчасово переходять у латентний стан з наступною реколонізацією поверхні осаду, який в результаті впорядковується, тобто стає шаруватим. А у випадку загибелі колонії зовнішня зона матриксу поводить себе як порожня оболонка з більш високою густиною, так само, як і в деяких сучасних прокариот, здатних до утворення сферичних колоній з тривалим терміном існування, що являють

собою численні ціанобактеріальні клітини, організовані в однорядні трихоми і занурені в слизовий зовнішній матрикс. У викопному стані можливе їхнє зберігання у вигляді аморфного чи дискподібного відбитка або, якщо осадок потрапляє всередину, й об'ємного зліпка (рис. 4). Але речовина, з якої ця оболонка складалась, в умовах підвищеної циркуляції порових розчинів (що є звичайним для піщаного осаду) швидко розчинялась. Тому на підшві шарів піщанику знаходять тільки відбитки або зліпки, принаймні поки що.

На користь ціанобактеріальної природи цих утворень говорить і те, що поруч з ними вкрай рідко зустрічаються відбитки інших вендських метазоа [9].



Рис. 5. Шаруватість у ямпільських піщаників з неміанами. Кар'єр Дністровської ГЕС

Треба зауважити, що умови для утворення подібних формувань створюються далеко не кожного року. Під час щорічного (протягом 13 років) перебування в Канівському заповіднику в липні вдалося спостерігати подібні структури лише двічі – й обидва рази це були посушливі роки. Імовірно це пов'язано з тим, що після спуску води з водосховища прибережна частина осушується значно сильніше і води залишається зовсім мало. Це, у свою чергу, полегшує доступ кисню до мікробного мату, що створює сприятливіші умови для розвитку бактерій, які структурують осадок.

Непрямим підтвердженням подібного механізму може служити та обставина, що, наприклад, у кар'єрі Дністровської ГЕС ямпільські піщаники в нижній частині – масивні, зливні, а у верхній (там, де відбитки неміан зустрічаються іноді у вигляді суцільного покриття) – тонкоплитчасті (рис. 5).

Це, у свою чергу, дає підстави вважати, що екологічна обстановка в останній чверті ямпільського часу дещо змінилась.

Що ж стосується піщаних пухирів, про які писав Л. Ф. Лунгерсгаузен, – подібні утворення дійсно можна спостерігати час від часу й у великій кількості. Формуються вони, імовірно, саме за тим механізмом, на який дослідник і вказував – у результаті впливу річкової хвилі, що набігає на низький піщаний берег, повітря потрапляє під шар піску і деякий час там знаходиться. А потім під впливом тих самих хвиль воно з піску вичавлюється. Зустрічаються такі "споруди" доволі часто, але повітря дуже швидко з них виходить – буквально протягом декількох днів, і на місці пухирів утворюються ямки, які швидко затягуються піском (рис. 6, а, б).



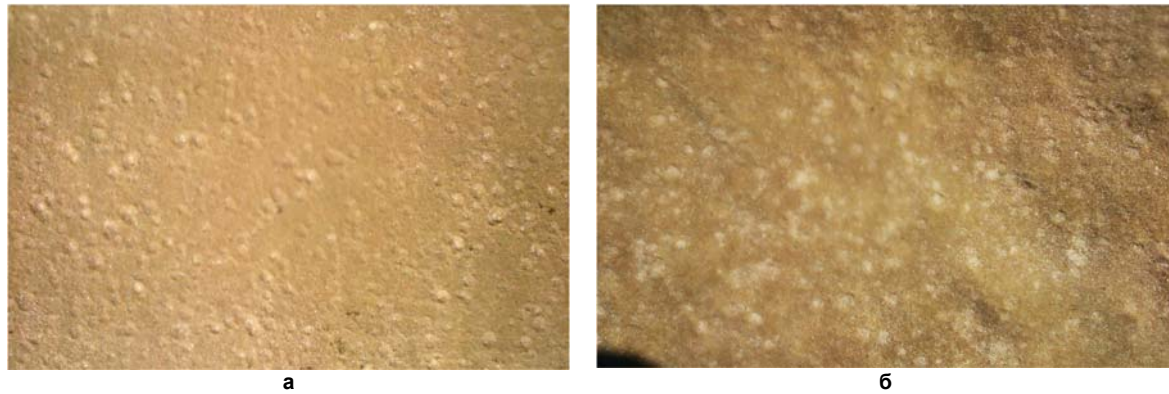


Рис. 6. Піщані пухири в береговій смузі (а) та ямки, що залишаються від пухирів (б)

**Висновки.** Накопичені на сьогоднішній день дані дають змогу припускати, що насичення атмосфери киснем відбулося значно раніше, ніж на початку кембрію, а саме – близько 1,9–2 млрд років тому. Вважається, що на той момент вміст кисню в атмосфері досяг точки Пастера (1 % від сучасного), і з того часу починається формування озонового шару, який, як відомо, запобігає згубному впливу ультрафіолетового випромінювання на живі організми, а це, у свою чергу, значно розширює діапазон місць, придатних для життя. Тому в припущенні про існування мікробних матів у прибережних частинах і по берегах вендських морів немає нічого неможливого.

І, безумовно, механізм утворення відбитків неміан, викладений вище, потребує подальшого дослідження і підтвердження в інших регіонах, де має місце наявність подібних умов – клімат, низький берег, складений достатньо тонкозернистим теригенним матеріалом, припливно-відливні рухи, які забезпечують проникнення води вглиб суходолу тощо. Але напевно чи берег Дніпра в районі Канівського заповідника є місцем настільки унікальним, що ніде у світі не знайдеться нічого подібного. І, виходячи з цієї обставини, що ціанобактерії існують у майже незмінному стані близько 3,8 млрд років, можна сподіватись, що перспективи знайти сучасних "неміан" і з'ясувати цей механізм безперечно існують.

#### Список використаних джерел

- Есков К. Ю. История Земли и жизни на ней / К. Ю. Есков. – М.: МИРОС, 2000. – 257 с.
- Каптаренко О. К. Загадкові копальні форми із силурських пісковиків Західного Поділля / О. К. Каптаренко // Тр. Укр. наук.-досл. геолог. розвід. ін-ту. – 1928. – С. 87–103.
- Красовский А. В. Из геологических наблюдений в Подольской губернии / А. В. Красовский. // Зап. Импер. об-ва любителей естеств., антроп. и этногр. – 1916. – С. 22–27.
- Лунгесгаузен Л. Ф. Этапы развития Подольской платформы и ее Причерноморского склона / Л. Ф. Лунгесгаузен // Тр. нефт. конф. – К.: Из-во АН УССР. – 1939. – С. 107–148.
- Макрофоссилии верхнего венда Восточной Европы. Среднее Приднестровье и Волинь / А. Ю. Иванцов, В. П. Гриценко, В. М. Палий, В. А. Великанов и др. – М.: ПИН РАН, 2015. – 144 с.
- Палий В. М. Остатки бесскелетной фауны и следы жизнедеятельности из отложений верхнего докембрия и нижнего кембрия Подолии / В. М. Палий // Палеонтология и стратиграфия верхнего докембрия и нижнего палеозоя юго-запада Восточно-Европейской платформы. – К.: Наук. думка. – 1976. – С. 63–77.
- Пономаренко А. Г. Основные события в эволюции биосферы / А. Г. Пономаренко // Проблемы доантропогенной эволюции биосферы. – М.: Наука. – 1993. – С. 15–25.
- Сташук М. Ф. Літологічні особливості давньопалеозойських відкладів Придністров'я / М. Ф. Сташук // Тр. ІГН АН УРСР; Сер. стратиграф. та палеонтол. – 1958. – Вип. 21. – С. 43.
- Leonov M. V. Comparative taphonomy of Vendian genera *Beltanelloides* and *Nemiana*: Taxonomy and lifestyle / M. V. Leonov // Geol. Soc. London Spec. Publ. – 2007 – Vol. 286. – P. 259–267.
- Revision of the Problematic Vendian Macrofossil *Beltanelliformis* (= *Beltanelloides*, *Nemiana*) / A. Yu. Ivantsov, V. P. Gritsenko, L. I. Konstantinenko, M. A. Zakrevskaya // Paleontological Journal. – 2014. – Vol. 48. – № 13. – P. 1423–1448.
- Seilacher A., Vendobionta and Psammocorallia: Lost constructions of Precambrian evolution / A. Seilacher // J. Geol. Soc. London. – 1992. – Vol. 149. – P. 607–613.
- Steiner M. Chuariacircularis Walcott 1899 – "Megasphaeromorph acritarch" or prokaryotic colony? / M. Steiner // Acta Univ. Carolinae, Geol. – 1997. – Vol. 40. – P. 645–665.

#### References

- Eskov, K. U. (2000). The Earth history and life's one on it. Moscow: MIROS, 257 p. [in Russian].
- Kaptarenko, O. K. (1928). Mysterious fossils from Silurian sandstones. *The oil-prod. geol.-prosp. Ukrainian institute proceedings*, 2, 87–103. [in Ukrainian].
- Krasovsky, A. V. (1916). From the geological observations of the Podolia province. *S. amateurs of natur. scien., anthropol. and ethnogr. notes*, 22–27. [in Russian].
- Lungershausen, L. F. (1939). Stages of development of the Podolia platform and its Black Sea slope. *The oil conference proceedings*. Kyiv: Publish. Academy of Science of Ukraine, 107–148. [in Russian].
- Ivantsov, A. Yu., Gritsenko, V. P., Paliy, V. M., Velikanov, V. A. et al. (2015). Upper Vendian macrofossils of Eastern Europe. Middle Dniester area and Volhynia. Moscow: PIN RAS, 144 p. ISBN 978-5-903825-32-5. [in Russian and English].
- Paliy, V. M. (1976). The remains of soft-bodied fauna and ichnofossils from Upper Precambrian and Lower Cambrian deposits. *Palaeontology and Stratigraphy of Upper Precambrian and Lower Paleozoic of the East European platform*. Kyiv: Naukova dumka, 63–77. [in Russian].
- Ponomarenko, A. G. (1993). The main events of biosphere's evolution. Biotical dependence of the ecological crises. *The Problems of Pre-anthropogenic biosphere's evolution*. Moscow: Nauka, 15–25. [in Russian].
- Staschuk, M. F. (1958). Lithological property of Early Paleozoic deposits in Dniester region. *Proceedings of Institute science of geology Academy of Science of Ukraine*, 21, 43. [in Ukrainian].
- Leonov, M. V. (2007). Comparative taphonomy of Vendian genera *Beltanelloides* and *Nemiana*: Taxonomy and lifestyle. *Geol. Soc. London Spec. Publ.*, 286, 259–267.
- Ivantsov, A. Yu., Gritsenko, V. P., Konstantinenko, L. I., Zakrevskaya, M. A. (2014). Revision of the Problematic Vendian Macrofossil *Beltanelliformis* (= *Beltanelloides*, *Nemiana*). *Paleontological Journal*, 48, 13, 1423–1448.
- Seilacher, A. (1992). Vendobionta and Psammocorallia: Lost constructions of Precambrian evolution. *J. Geol. Soc. London*, 149, 607–613.
- Steiner, M. (1997). Chuaria circularis Walcott 1899 – "Megasphaeromorph acritarch" or prokaryotic colony? *Acta Univ. Carolinae, Geologica*, 40, 645–665.

Надійшла до редколегії 14.06.17

A. Mienasova, Cand. Sci. (Geol.), Assoc. Prof.  
E-mail: mangelina@ukr.net  
Tel. +0380442597026  
Taras Shevchenko National University of Kyiv  
Institute of Geology, 90 Vasylykivska Str., Kyiv, 03022, Ukraine

### POSSIBLE ORIGIN OF NEMIANA SIMPLEX PALIJ IMPRINTS

*Nemiana simplex Palij* is the most prevalent form of Ediacaran fauna in Podolia region. Imprints are round convex discs with smooth surface and are considered to be the remains of soft-bodied organisms. They led attached mode of life and were buried in situ. *Nemiana* remains are known from Vendian sequences of Podolia region, Yorga Formation of the White Sea area, Olenek uplift in the Siberian Platform, in Upper Precambrian deposits of Canada, China and Australia.

Near Kaniv State Nature Reserve the author observed the formations, which look like modern "nemiana". Bottom of the microbays is covered with little sand hillocks. Their diameter is 3-8 mm and height is to 3 mm. Sand thickness is 2-4 mm. There is aleurite clay under the sand layer with peculiar hydrogen sulphide smell. These hillocks are, probably, the result of microbial mats life activity. These mats were formed by a lot of different microorganisms.

Author considers *Nemiana simplex Palij* to have been formed the same way as stromatolites: mat surface is gradually covered with sand when the water level changes. And microorganisms either migrate up through the sediment layer, which accumulates, or temporarily pass into latent state with consequent recolonization of the sediment. As a result, the sediment is structured, as in the case of stromatolites, it becomes layered. As a colony dies, the external zone of the matrix behaves for some time as a hollow envelope. And, it can be preserved in fossil condition as a discoidal imprint or, if sediment penetrates inside, a three-dimensional mold.

**Keywords:** *nemiana*, Vendian, Ediacaran fauna, Podolia region, microbial mat.

А. Менасова, канд. геол. наук, доц.  
E-mail: mangelina@ukr.net  
Тел. +0380442597026  
Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко  
УНИ "Институт геологии", ул. Васильковская, 90, г. Киев, 03022, Украина

### ВЕРОЯТНЫЙ МЕХАНИЗМ ПРОИСХОЖДЕНИЯ ОТПЕЧАТКОВ ВИДА NEMIANA SIMPLEX PALIJ

Самым распространенным представителем эдиакарской фауны в отложениях венда Подольского Приднестровья является вид *Nemiana simplex Palij*. Отпечатки представляют собой округлые выпуклые диски с гладкой поверхностью и трактуются как остатки бесскелетных организмов, которые вели прикрепленный образ жизни и захоранивались *insitu*. Данные отпечатки достоверно известны из отложений венда Подольского Приднестровья, Зимнего берега Белого моря, Оленёкского поднятия на севере Сибирской платформы, а также в позднекембрийских отложениях Канады, Китая и Австралии.

В районе Каневского заповедника (Черкасская область, Украина) автор имела возможность наблюдать образования, удивительным образом напоминающие немиан – возле берега, на дне микрозаливчиков находились скопления песчаных бугорков диаметром от 3 до 8 мм и высотой до 3 мм.

Под слоем песка, мощность которого составляет 2–4 мм, находится алевролитистый ил черного цвета с характерным запахом сероводорода. Образование этих холмиков является, вероятно, результатом жизнедеятельности микробного мата, в формировании которого принимает участие великое множество различных микроорганизмов.

Автор считает, что механизм образования структур типа *Nemiana simplex Palij* подобен механизму образования строматолитов, т.е. поверхность мата во время изменения уровня воды постепенно заносится песком, а микроорганизмы или мигрируют вверх через слой песка, который накапливается, или переходят временно в латентное состояние с последующей реколонизацией осадка. При этом осадок в результате структурируется, т.е. становится слоистым. А в случае гибели колонии внешняя оболочка некоторое время сохраняет форму, что делает возможным образование слепков на нижней поверхности напластования.

**Ключевые слова:** немианы, венд, эдиакарская фауна, Подольское Приднестровье, микробный мат.