

УДК 56.016.3

<https://doi.org/10.31242/2618-9712-2024-29-4-527-534>

Оригинальная статья

Мелкораковинная фауна из хараютехской свиты верхнего венда низовьев р. Лена, Восточная Сибирь

Н. В. Новожилова ^{✉,1,2}

¹Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН,
г. Новосибирск, Российская Федерация

²Новосибирский государственный университет, г. Новосибирск, Российская Федерация

[✉]NovozhilovaNV@ipgg.sbras.ru

Аннотация

Изучение скелетных проблематичных остатков из хараютехской свиты верхнего венда, вскрытой в разрезе по правому берегу р. Лена в устье руч. Улахан-Алдьярхай, позволило установить два уровня, характеризующихся находками мелкораковинной фауны (small shelly fossils) из темно-серых известняков. Первый, более древний, состоит из проблематичных скелетных остатков неясного систематического положения и двух морфологических типов ископаемых рода *Tianzhushania*, которые представляют собой различные стадии эмбрионального развития этого таксона. В составе второго, более молодого, кроме *Tianzhushania* обнаружены ханцеллориды *Chancelloria* sp. и хиолиты *Paragloborilus subglobosus*. Материалом для исследования послужила коллекция, состоящая из нескольких десятков фосфатизированных ископаемых, полученная в результате обработки каменного материала по стандартной методике химического препарирования, путем растворения известняков в слабом растворе уксусной кислоты (3–5 %). Из полученных результатов можно сделать вывод, что Туорасисский бассейн пассивной окраины Сибирского континента в позднем венде обладал благоприятными условиями для существования и развития микрофауны рассмотренного в статье типа. Все эти находки представляют большой интерес как с палеобиологической, так и со стратиграфической точки зрения. В дальнейшем необходимо провести более детальные работы по изучению морфологии и внутреннего строения эмбрионоподобных ископаемых из хараютехской свиты разреза «Улахан-Алдьярхай» с использованием микротомографа, чтобы подтвердить их эмбриональную природу. Важно осуществить дополнительный отбор из хараютехской свиты на мелкораковинную фауну, для расширения фаунистической характеристики и усовершенствования биостратиграфической основы.

Ключевые слова: венд (эдиакарий), хараютехская свита, мелкораковинная фауна, Восточная Сибирь

Финансирование. Работа выполнена за счет государственного задания ИНГТ СО РАН (проект № FWZZ-2022-0003).

Для цитирования: Новожилова Н.В. Мелкораковинная фауна из хараютехской свиты верхнего венда низовьев р. Лена, Восточная Сибирь. *Природные ресурсы Арктики и Субарктики*. 2024;29(4):527–534. <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2024-29-4-527-534>

Original article

Small shelly fossils from the Kharayutekh Formation of the Upper Vendian period in the lower reaches of the Lena River in Eastern Siberia

Natalya V. Novozhilova ^{✉,1,2}

¹Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, Russian Federation

²Novosibirsk State University, Novosibirsk, Russian Federation

[✉]NovozhilovaNV@ipgg.sbras.ru

Abstract

The study of problematic skeletal remains from the Kharayutekh Formation of the Upper Vendian period, uncovered along the right bank of the Lena River at the mouth of the Ulakhan-Ald'yarkhay Brook, revealed two distinct levels

characterized by finds of small shelly fossils embedded in dark gray limestones. The first assemblage includes problematic skeletal remains with indeterminate systematic affinities, as well as two morphological types of fossil specimens attributed to the genus *Tianzhushania*. These specimens represent different stages in the embryonic development of this taxonomic group. In addition to *Tianzhushania*, the second, younger level also contains cancellorids (*Chancelloria* sp.) and hyoliths (*Paragloborilus subglobosus*). The material for this study consisted of a collection of several dozen fossilized specimens, obtained through the standard process of chemical preparation, which involved dissolving limestone in a weak acetic acid solution (3–5 %). Based on the findings, it can be inferred that the Tuorasis Basin of the passive continental margin of Siberia during the Late Vendian period provided favorable conditions for the survival and evolution of the microflora discussed in this paper. These discoveries are of significant interest from both paleobiological and stratigraphical perspectives. In the future, it will be crucial to conduct more in-depth research on the morphological features and internal structures of the embryonic fossils found in the Kharayutekh Formation of the Ulakhan-Ald'yarkhay section, employing a microtomographic approach to validate their embryonic nature. Additionally, further sampling of small shelly fossils from the Kharayutekh Formation is essential to enhance the faunal attributes and strengthen the biostratigraphical foundation.

Keywords: Vendian (Ediacaran), small shelly fossils, Eastern Siberia, Kharayutekh Formation

Funding. This study was conducted within the framework of the state assignment for the Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS (No. FWZZ-2022-0003).

For citation: Novozhilova N.V. Small shelly fossils from the Kharayutekh Formation of the Upper Vendian period in the lower reaches of the Lena River in Eastern Siberia. *Arctic and Subarctic Natural Resources*. 2024;29(4):527–534. (In Russ.); <https://doi.org/10.31242/2618-9712-2024-29-4-527-534>

Введение

Такая «сборная» группа, как мелкораковинная фауна, включает в себя остатки самых ранних скелетных эуметазоев. Несмотря на то что порой эти остатки достигают нескольких миллиметров в наибольшем измерении и далеко не все эти остатки являются раковинами, они, по традиции, продолжают называться мелкораковинной фауной или SSF (small shelly fossils). Систематическое положение большинства групп до сих пор неясно, хотя в последнее время появляется все больше данных, подтверждающих, что отдельные остатки, обнаруживаемые в осадке после химического препарирования образцов, не являются раковинами, а представляют собой многообразие форм склеритов, покрывавших тело древнего животного (ханцеллориды, томмотиды и другие). В эту же группу SSF условно попадают и ископаемые эмбрионоподобные организмы, описываемые ранее как шарообразная проблематика.

Находки уникальной сохранности многоклеточных различных стадий эмбрионального развития широко известны из разных стратиграфических уровней, от позднего протерозоя до нижнего ордовика [1–4]. В некоторых случаях сохранность и морфологические особенности ископаемых позволяют достаточно убедительно говорить об их принадлежности к книдариям [1, 2], многоклеточным животным [5], губкам [6], гребневикам [7], членистоногим [8] и скалидофорам [9]. В других случаях фосфатизированные сферо-

иды рассматривают как эмбрионоподобные ископаемые без установления их систематического положения [10–12].

На Сибирской платформе ранее были известны и описаны находки микроокаменелостей сферической формы из верхнего венда и нижнего кембрия. Из разреза манькайской свиты верхнего венда на р. Большая Куонамка были описаны эмбрионы, подобные книдариям [2]. Вендские формы *Olivoooides multicoctatus* Qian были отмечены в составе комплекса зоны *Anabarites trisulcatus* из юдомской свиты р. Нэмнэкэй [13]. Представители рода *Markuelia* Valkov из юдомской свиты верхнего венда на р. Алдан, р. Гонам отмечены среди характерных форм SSF зоны *Purella antiqua* на Сибирской платформе [13, 14]. Из хараютехской свиты верхнего венда Восточной Сибири указаны ископаемые округлой формы как возможные представители рода *Olivoooides* Qian [15]. Большая часть ископаемых в основном описывались как шарообразная проблематика родов *Markuelia* и *Archaeooides* из нижнего кембрия пестроцветной свиты разреза «Дворцы» на р. Алдан [14–18] и еркекетской свиты р. Оленек и эмяксинской свиты р. Уджа [18].

За пределами Восточной Сибири известны два древнейших местонахождения с биотой типа Доушаньтоу эдиакарского возраста: в Южном Китае из формации Доушаньтоу [19] и Лаврентии (Северная Гренландия) из формации Портфельд [12]. Самое известное – это Вэньганская биота (Weng'an biota) из формации Доушаньтоу

в Южном Китае. Эмбриональная природа этих ископаемых принята не всеми исследователями. Одно из предположений состояло в том, что это вовсе не эмбрионы, а остатки гигантских вакуолизированных серных бактерий [20]. Но в отличие от эмбрионов бактерии не имеют такого сложного строения внешней оболочки и у них нет ядер [21]. Другая гипотеза предполагает, что эти ископаемые из Дуошаньтоу принадлежат к общей группе Holozoa, а их более точное филогенетическое положение до сих пор обсуждается [21–23]. В эдиакарском лагерштетте из формации Портфельд, Северной Гренландии обнаружены фосфатизированные яйцеклетки животных, эмбрионы, акритархи и цианобактерии [12].

Материалы и методы

Материалом для исследования послужила коллекция, состоящая из нескольких десятков фосфатизированных ископаемых, полученная в результате обработки каменного материала из хараютехской свиты верхнего венда разреза «Улахан-Алдьярхай» (рис. 1), расположенного в восточном крыле Булкурской антиклинали Верхоянского складчато-надвигового пояса. Образцы пород были отобраны В.М. Сундуковым в 2011 г.

в ходе полевых работ, проводимых экспедиционным отрядом Сибирского научно-исследовательского института геологии, геофизики и минерального сырья (СНИИГГиМС). В этом же году были переданы автору для изучения.

Обработка образцов проводилась по стандартной методике химического препарирования, путем растворения известняков в слабом растворе уксусной кислоты (3–5 %). Дальнейший отбор микрофаунистических остатков проводился под микроскопом Stemi-508 (данное оборудование приобретено ИНГГ СО РАН в рамках Программы обновления приборной базы). Фотографии получены с помощью сканирующего электронного микроскопа Carl Zeiss EVO 10.

Коллекция № У-А-1 хранится в лаборатории палеонтологии и стратиграфии палеозоя Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН (ИНГГ СО РАН). Разрез верхнего венда разреза «Улахан-Алдьярхай» включает верхи хараютехской свиты (видимая мощность около 20 м), сложенной в основном серыми, темно-серыми и черными известняками, и аргиллитами (рис. 2), и ранее уже описывался в литературе [14, 24, 25]. В данной работе описание и расчленение разреза приведено по

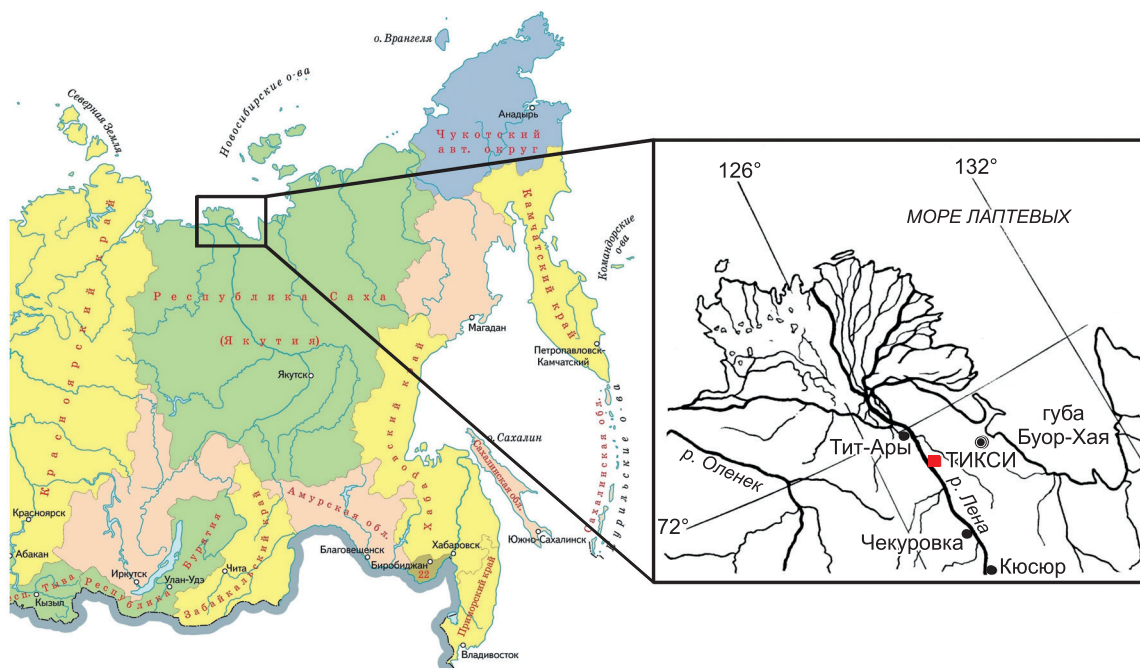


Рис. 1. Местоположение района работ. Красным квадратом обозначено расположение разреза по правому берегу р. Лена в устье руч. Улахан-Алдьярхай

Fig. 1. Location of the work area. The red square indicates the section on the right bank of the Lena River, Ulakhan-Ald'yarkhay Brook

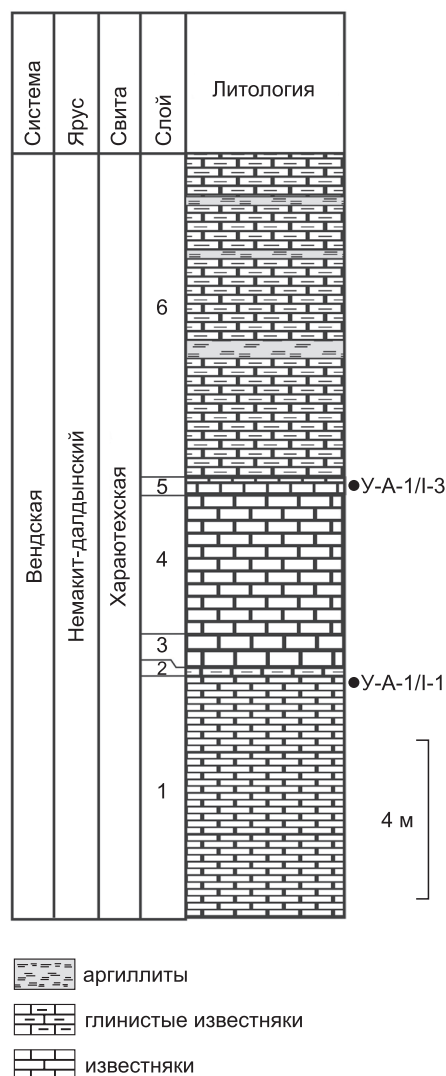


Рис. 2. Распространение эмбрионоподобных ископаемых в хараютехской свите верхнего венда в разрезе «Улахан-Алдьярхай».

Fig. 2. The distribution of embryo-like fossils in the Upper Vendian Kharayutekh Formation at the section "Ulakhan-Ald'yarkhay".

материалам В.М. Сундукова, составленным в 2011 г. в ходе полевых работ.

Вендские отложения разреза «Улахан-Алдьярхай» вскрываются на правом берегу р. Лена выше устья руч. Улахан-Алдьярхай. Координаты местонахождения скелетных ископаемых хараютехской свиты: N71°34.517' E127°20.593'.

1. Известняки серые до темно-серых; тонко-микрозернистые, тонкоплитчатые. В 0,3 м ниже кровли эмбрионовидные ископаемые сферической формы в обр. У-А-1/І-1. Видимая мощность 7 м.

2. Известняки черные глинистые до мергелей, сланцеватые. Мощность 0,15–0,2 м.

3. Известняки черные микрозернистые, тонко- и среднеплитчатые. Мощность 0,8 м.

4. Известняки черные глинистые тонкослоистые и тонкоплитчатые, неравномерно пиритизированные. Мощность 3,5 м.

5. Известняки темно-серые мелкозернистые тонкослоистые. На уровне 0,2 м ниже кровли обнаружены эмбрионовидные ископаемые сферической и арахисовидной формы, ханцеллориды *Chancelloria* sp., ядра *Paragloborilus subglobosus* Qian. обр. У-А-1/І-3. Мощность 0,4 м.

6. Глинистые темно-серые и черные известняки, аргиллиты. Мощность 8 м.

Выше залегают породы нижней подсвиты тюсерской свиты нижнего кембрия.

Результаты и обсуждение

При изучении образцов, полученных от В.М. Сундукова, в 8,2 м от кровли хараютехской свиты в мелкозернистых, тонкослоистых темно-серых известняках автором были обнаружены фосфатизированные ископаемые арахисовидной и шаровидной (диаметр 160–340 мкм) форм удовлетворительной сохранности, которые были предварительно отнесены к представителям рода *Olivoides* Qian [15]. В результате проведенной ревизии и основываясь на предыдущих исследованиях арахисовидных форм [21], было установлено, что эти экземпляры (рис. 3, фиг. 8) морфологически сходны с *Tianzhushania* стадии прорастания. Сфероидные формы, обнаруженные в этом интервале разреза совместно с арахисовидными, являются представителями того же рода *Tianzhushania* (см. рис. 3, фиг. 1–4, 7, 8). У некоторых экземпляров наблюдается сохранность, характерная для ранних стадий развития (см. рис. 3, фиг. 1–4). У других более крупных форм сохранность такова, что можно только предположить, что это поздние стадии (см. рис. 3, фиг. 7). На этом же уровне в обр. У-А-1/І-3 найдены несколько «лучей» ханцеллорид *Chancelloria* sp. и два ядра хиолитов *Paragloborilus subglobosus*.

Для получения более полной картины было проведено химическое препарирование оставшегося каменного материала, что позволило обнаружить несколько десятков шаровидных ископаемых с морщинистой или смятой внешней структурой (см. рис. 3, фиг. 5, 6) и гантелевидные формы – в 0,3 м ниже кровли слоя 1 изученного разреза в обр. У-А-1/І-1 (см. рис. 2). Здесь также встречены три «слипшиеся» микросферы (см. рис. 3, фиг. 5), диаметр которых от 100 до

120 мкм. И одна более крупная диаметром 240 мкм, в верхней части которой (см. рис. 3, фиг. 6) наблюдаются два углубления, вероятнее всего – это следы крепления более мелких форм. Говорить о филогенетическом родстве этих экземпляров с какими-либо группами фауны пока не представляется возможным.

Изученные в данной статье эмбрионоподобные ископаемые сходны по морфологии и возрасту с яйцеклетками и эмбрионами древнейших многоклеточных, описанными из формаций Доушаньтоу (Южный Китай) и Портфельд (Северная Гренландия), и подтверждают их глобальное распространение (рис. 4). Сходства с ранее известными на Сибирской платформе [13–18] поздневендскими эмбрионоподобными ископаемыми родов *Markuelia* и *Olivoooides* не обнаружено. Размер эмбрионов хараютехской биоты варьирует от 160 до 340 мкм, это немного больше, чем эмбрионы биоты Портфельда (100–200 мкм), но меньше, чем их аналоги из Доушаньтоу (500–600 мкм). Наибольшее сходство в размерах и морфологии с ископаемыми формации Портфельд, вероятно, связано с фациальными обстановками осадконакопления и более близким расположением этих территорий в то время. Во время эдиакарского периода Сибирь оставалась в тропических палеоширотах (см. рис. 4), согласно палеогеографической реконструкции, предложенной в 2018 г. Г. Жао с соавторами [28]. Лаврентия и Сибирь находились рядом, но были изолированы друг от друга морским бассейном и располагались на значительном расстоянии от Южного Китая, дрейфовавшего в то время в северных широтах [28].

Заключение

Впервые в верхнем венде разреза «Улахан-Алдьярхай» установлены два уровня, характеризующиеся находками мелкораковинной фауны (SSF) из темно-серых известняков хараютехской свиты. Первый более древний состоит из проблематичных скелетных остатков неясного систематического положения и представителей рода *Tianzhushania*. В составе второго, более молодого, кроме *Tianzhushania*, обнаружены ханцеллориды *Chancelloria* sp. и хиолиты *Paragloborilus subglobosus*. Все эти находки представляют большой интерес как с палеобиологической, так и со стратиграфической точки зрения.

Находки в венде хараютехской свиты Северного Верхоянья эмбрионоподобных ископаемых,

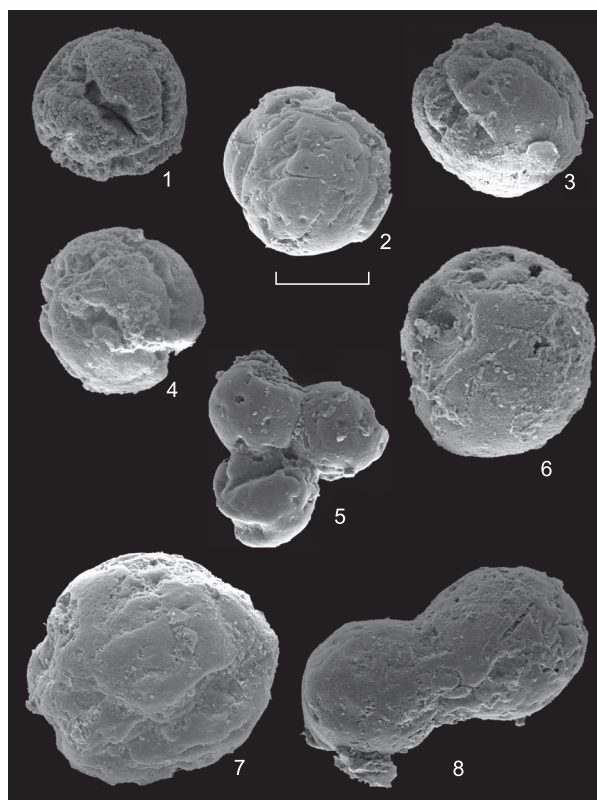


Рис. 3. Эмбрионоподобные ископаемые из хараютехской свиты разреза «Улахан-Алдьярхай». Различные стадии эмбрионального развития *Tianzhushania* (1–4 – ранние стадии, 7 – поздняя стадия, 8 – стадия прорастания) и проблематичные ископаемые шарообразной формы (5, 6). Изображения 1, 4, 7, 8 из [15]. Масштабная линейка 100 мкм

Fig. 3. Embryo-like fossils from the Kharayutekh Formation of the Ulakhan-Ald'yarkhay section. Various stages of embryonic development in *Tianzhushania* (1–4 – early stages; 7 – late stage; 8 – germination stage) and problematical spherical fossils (5, 6). Figures 1, 4, 7, and 8 are sourced from [15]. The scale ranges from 100 microns

напоминающих позднедокембрийскую биоту типа Доушаньтоу, свидетельствуют о том, что развитие эдиакарского мелкораковинного сообщества не ограничивалось Южным Китаем и северной Гренландией. Из полученных результатов можно сделать вывод, что Туорасисский бассейн пассивной окраины Сибирского континента в позднем венде обладал благоприятными условиями для существования и развития микрофауны рассмотренного в статье типа. Это один из самых древних комплексов эмбрионоподобных ископаемых, среди известных в настоящее время в Восточной Сибири, представленный *Tianzhushania*.

В дальнейшем необходимо провести более детальные работы по изучению морфологии и внутреннего строения многочисленных эмбрио-



Рис. 4. Распространение эмбрионоподобных ископаемых эдиакарского (вендского) периода отмечено красными кружками с цифрами: 1 – из формации Доушаньтуо (Южный Китай); 2 – из формации Портфельд (Северная Гренландия); 3 – из хараютехской свиты (Сибирская платформа). Палеогеографическая реконструкция, соответствующая 580–530 млн лет (по [28])

Fig. 4. The distribution of Ediacaran (Vendian) embryo-like fossils is indicated by red circles with numbers: 1 – from the Doushantuo Formation (Southern China); 2 – from the Portfjeld Formation (Northern Greenland); 3 – from the Kharayutekh Formation (Siberian Platform). The paleogeographic reconstruction corresponds to the period of 580–530 million years ago (Ma) [28]

ноподобных ископаемых из хараютехской свиты разреза «Улахан-Алдьархай» с использованием микротомографа, чтобы подтвердить их эмбриональную природу. Важно осуществить дополнительный отбор из хараютехской свиты на small shelly fossils, для расширения фаунистической характеристики и усовершенствования биостратиграфической основы.

Список литературы / References

1. Bengtson S., Yue Z. Fossilized metazoan embryos from the earliest Cambrian. *Science*. 1997;277:1645–1648.
2. Kouchinsky A., Bengtson S., Gershwin L. Cnidarian-like embryos associated with the first shelly fossils in Siberia. *Geology*. 1999;27:609–612.
3. Dong X., Donoghue P.C.J., Cunningham J., et al. The anatomy, affinity and phylogenetic significance of Markuelia. *Evolution and Development*. 2005;7(5): 468–482.
4. Landon E.N.U., Liu P.J., Yin Z.J., et al. Cellular preservation of excysting developmental stages of new eukaryotes from the early Ediacaran Weng'an Biota. *Palaeoworld*. 2019;28:461–468. <https://doi.org/10.1016/j.palwor.2019.05.005>
5. Hagadorn J.W., Xiao S., Donoghue P.C.J., et al. Cellular and subcellular structure of Neoproterozoic animal embryos. *Science*. 2006;314:291–294.
6. Chen J., Oliveri P., Li C.-W., et al. Precambrian animal diversity: putative phosphatised embryos from the Doushantuo Formation of China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2000;97(9):4457–4462.
7. Chen J.-Y., Schopf J.W., Bottjer D.J., et al. Raman spectra of a Lower Cambrian ctenophore embryo from southwestern Shaanxi, China. *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2007;104(15):6289–6292.
8. Chen J., Braun A., Waloszek D., et al. Lower Cambrian yolk-pyramid embryos from southern Shaanxi, China. *Progress in Natural Science*. 2004;14(2):167–172.
9. Donoghue P.C.J., Kouchinsky A., Waloszek D., et al. Fossilized embryos are widespread but the record is temporally and taxonomically biased. *Evolution and Development*. 2006;8(2):232–238.
10. Pyle L.J., Narbonne G.M., Nowlan G.S., et al. Early Cambrian metazoan eggs, embryos, and phosphatic microfossils from northwestern Canada. *Journal of Paleontology*. 2006;80(5):811–825.
11. Broce J., Schiffbauer J.D., Sen Sharma K., et al. Possible animal embryos from the Lower Cambrian (Stage 3) Shuijingtuo Formation, Hubei Province, South China. *Journal of Paleontology*. 2014;88:385–394.
12. Willman S., Peel J.S., Ineson J.R. et al. Ediacaran Doushantuo-type biota discovered in Laurentia. *Communications Biology*. 2020;3(1):647. <https://doi.org/10.1038/s42003-020-01381-7>
13. Мельников Н.В., Якшин М.С., Шишкин Б.Б. и др. Стратиграфия нефтегазопосных бассейнов Сибири. Рифей и венд Сибирской платформы и ее складчатого обрамления. Новосибирск: Академическое издательство «Гео»; 2005. 428 с.

- Melnikov N.V., Yakshin M.S., Shishkin B.B., et al. *Stratigraphy of oil and gas basins of Siberia. Riphean and Vendian of Siberian Platform and its plaited border*. Novosibirsk: Geo; 2005. 428 p. (In Russ.)
14. Миссаржевский В.В. *Древнейшие скелетные окаменелости и стратиграфия пограничных толщ докембрия и кембрия*. М.: Наука; 1989. 237 с.
- Missarzhevskiy V.V. *Oldest skeletal fossils and stratigraphy of Precambrian and Cambrian boundary beds*. Moscow: Nauka; 1989. 237 p. (In Russ.)
15. Новожилова Н.В. Ископаемые эмбрионы верхнего венда Хараулаха (Сибирская платформа). В кн.: *Микрорепалеонтология: фундаментальные проблемы и вклад в региональное геологическое изучение недр. Труды XVIII Всероссийского микрорепалеонтологического совещания, г. Санкт-Петербург, 30 октября – 3 ноября 2023 г.* СПб.; 2023. С. 435–437.
- Novozhilova N.V. Upper Vendian embryos from Kharaulakh (Siberian platform). In: *Micropaleontology: Fundamental problems and contributions to the regional geological study of the subsurface. Proceedings of the 18th All-Russian Micropaleontological Meeting, St. Petersburg, October 30 – November 3, 2023*. St. Petersburg; 2023, pp. 435–437.
16. Вальков А.К. Распространение древнейших скелетных организмов и корреляция нижней границы кембрия в юго-восточной части Сибирской платформы. В кн.: *Поздний докембрий и ранний палеозой Сибири. Вендские отложения*. Новосибирск; 1983. С. 37–48.
- Valkov A.K. The distribution of the most ancient skeletal creatures and the relationship between the Lower Cambrian in the southeastern region of the Siberian platform. In: *The Late Precambrian and Early Paleozoic of Siberia. Vendian deposits*. Novosibirsk; 1983, pp. 37–48. (In Russ.)
17. Вальков А.К. *Биостратиграфия нижнего кембрия востока Сибирской платформы (Юдомо-Оленекский регион)*. М.: Наука; 1987. 136 с.
- Valkov A.K. *Biostratigraphy of the Lower Cambrian in the east of the Siberian Platform: The Yudomo-Olenek Region*. Moscow: Nauka; 1987. 136 p. (In Russ.)
18. Васильева Н.И. *Мелкая раковинная фауна и биостратиграфия нижнего кембрия Сибирской платформы*. СПб.: ВНИГРИ; 1998. 139 с.
- Vasilieva N.I. *Small shelly fossils and Lower Cambrian biostratigraphy of Siberian Platform*. St. Petersburg; 1998. 139 p. (In Russ.)
19. Yin C., Bengtson S., Yue Z. Silicified and phosphatized Tianzhushania, spheroidal microfossils of possible animal origin from the Neoproterozoic of South China. *Acta Palaeontologica Polonica*. 2004;49(1):1–12.
20. Bailey J.V., Joye S.B., Kalanetra K.M., et al. Evidence of giant sulphur bacteria in Neoproterozoic phosphorites. *Nature*. 2007;445:198–201.
21. Hultgren T., Cunningham J.A., Yin C., et al. Fossilized nuclei and germination structures identify Ediacaran “animal embryos” as encysting protists. *Science*. 2011;334:1696–1699.
22. Chen L., Xiao S., Pang K., et al. Cell differentiation and germ–soma separation in Ediacaran animal embryo-like fossils. *Nature*. 2014;516:238–241.
23. Yin Z., Zhu M., Bottjer D.J. et al. Meroblastic cleavage identifies some Ediacaran Doushantuo (China) embryo-like fossils as metazoans. *Geology*. 2016;44:735–738.
24. Репина Л.Н., Лазаренко Н.П., Мешкова Н.П. и др. *Биостратиграфия и фауна нижнего кембрия Хараулаха (хр. Туора-Сис)*. М.: Наука; 1974. 300 с.
- Repina L.N., Lazarenko N.P., Meshkova N.P., et al. *Biostratigraphy and fauna of the Lower Cambrian Kharaulakh (ridge Tuora-Sis)*. Moscow: Nauka; 1974. 300 p. (In Russ.)
25. Розанов Ю.А., Репина Л.Н., Аполлонов М.К. и др. *Кембрий Сибири*. Новосибирск: Наука; 1992. 132 с.
- Rozanov A.Ju., Repina L.N., Apollonov M.K., et al. *Cambrian of Siberia*. Novosibirsk: Nauka; 1992. 132 p. (In Russ.)
26. Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири. Л.: ВСЕГЕИ; 1983. 216 с.
- The resolutions of the All-Union Stratigraphic Conference on the Precambrian, Paleozoic, and Quaternary Systems in Central Siberia. Leningrad: VSEGEI; 1983. 216 p. (In Russ.)
27. Колосов П.Н. Новая находка Beltanelliformis в венде Хараулахских гор в Восточной Сибири. *Наука и образование*. 2016;(3):13–16.
- Kolosov P.N. A New Finding of Beltanelliformis in Vendian of the Kharaulakh Mountains in Eastern Siberia. *Nauka i obrazovanie*. 2016;(3):13–16. (In Russ.)
28. Zhao G.C., Wang Y.J., Huang B.C., et al. Geological reconstructions of the East Asian blocks: from the breakup of Rodinia to the assembly of Pangea. *Earth-Science Reviews*. 2018;186:262–286. <https://doi.org/10.1016/j.earscirev.2018.10.003>

Об авторе

НОВОЖИЛОВА Наталья Валентиновна, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории палеонтологии и стратиграфии палеозоя ИНГГ СО РАН; доцент геолого-геофизического факультета НГУ, <https://orcid.org/0000-0002-1179-899X>, ResearcherID: T-4479-2017, Scopus Author ID: 25228056300, SPIN: 6029-9200, e-mail: NovozhilovaNV@ipgg.sbras.ru

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

About the author

NOVOZHILOVA, Natalya Valentinovna, Cand. Sci. (Geol. and Mineral.), Senior Researcher, Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS; Associate Professor, Geology and Geophysics Department, NSU, <https://orcid.org/0000-0002-1179-899X>, ResearcherID: T-4479-2017, Scopus Author ID: 25228056300, SPIN: 6029-9200, e-mail: NovozhilovaNV@ipgg.sbras.ru

Conflict of interest

The author declares no conflict of interest.

Поступила в редакцию / Submitted 29.03.2024

Поступила после рецензирования / Revised 29.05.2024

Принята к публикации / Accepted 11.06.2024