

История становления первых Metazoa на примере разрезов верхнего докембрия Восточно-Европейской платформы

Колесников А. В. 

Геологический институт РАН, Москва, kolesnikov@ginras.ru

Аннотация. Поздний докембрий ознаменовался рядом важнейших событий, среди которых, пожалуй, наиболее ярким является появление и глобальная диверсификация первых сложно устроенных организмов, более известных как ископаемая мягкотелая биота эдиакарского типа. Однако наши возможности по реконструкции темпов ранней эволюции первых животных ограничены неуставленными связями большинства связанных с ними ископаемых организмов, неполнотой геологической летописи и слабым пробоотбором, неопределенностями в стратиграфической корреляции и ограниченной доступностью радиоизотопных данных для калибровки временных ограничений. В разрезах верхнего докембрия Восточно-Европейской платформы обнаружены прослои вулканического пепла, которые потенциально могут предоставить новые радиоизотопные данные для уточнения хроностратиграфии эдиакария и получения более правдивой информации о темпах макроэволюции древнейших организмов. В данном сообщении представлены новые результаты U-Pb датирования методом CA-ID-TIMS из бентонитовых пепловых прослоев усть-сылвицкой свиты на Среднем Урале. Эти новые данные позволяют определить минимальный возраст в $558,65 \pm 0,29$ млн лет для важного комплекса ископаемых остатков в нижележащей чернокаменной свите Черн, в которой обнаружены уникально сохранившиеся остатки мягкотелых организмов эдиакарского типа, включая культовые находки *Dickinsonia*.

Ключевые слова: верхний докембрий, геохронология, биота эдиакарского типа.

The history of the first Metazoans evolution, using the Upper Precambrian sections of the East European Platform as a model

Kolesnikov V. A. 

Geological Institute of the RAS, Moscow, kolesnikov@ginras.ru

Abstract. The Ediacaran Period witnessed the first appearance and diversification of animals during an interval characterized by major climatic and geochemical change. Our ability to reconstruct rates of early animal diversification, however, is limited by the enigmatic affinities of the majority of the associated fossil biota, preservational and sampling biases, uncertainties in stratigraphic correlation, and limited availability of radioisotopic data for temporal calibration. Fossiliferous successions of the East European Platform host volcanic ash interbeds with the potential to add important radioisotopic ages to refine the Ediacaran timescale and inform rates of macroevolution. Here, we report high-precision zircon U-Pb chemical abrasion-isotope dilution-thermal ionization mass spectrometry (CA-ID-TIMS) data from bentonitic tuffs of the Ust'-Sylvitsa Formation (Sylvitsa Group) in the Central Urals, Russia. These new data constrain a minimum age of 558.65 ± 0.29 Ma for an important fossil assemblage in the underlying Chernyi Kamen Formation, which hosts Ediacaran fossils of the White Sea assemblage, including the iconic *Dickinsonia*.

Keywords: Upper Precambrian, geochronology, Ediacara-type biota.

Поздний докембрий ознаменовался рядом важнейших событий, среди которых, пожалуй, наиболее ярким является появление и глобальная диверсификация первых сложно устроенных организмов, более известных как ископаемая мягкотелая биота эдиакарского типа (Waggoner, 2003). На сегодняшний день наши возможности по расшифровке темпов ранней диверсификации и эволюции древнейших животных все еще остаются сильно ограниченными рядом факторов, таких как неполнота палеонтологической летописи, предвзятость в отношении поиска и сбора палеонтологического материала, неопределенности в геологической корреляции разрезов, а также отсутствие высокоточных радиоизотопных возрастных ограничений для осадочных пород, вмещающих палеонтологические остатки. Несмотря на то, что ископаемые остатки эдиакарских мягкотелых организмов достаточно широко распространены в верхнем докембрии Восточно-Европейской платформы и ее складчатом обрамлении, до настоящего времени высокоточные возрастные ограничения были

получены лишь для разрезов венда в районах юго-восточного Беломорья и Подольского Придне-
 стровья (Soldatenko et al., 2019; Yang et al., 2021; Srodon et al., 2023).

В данном устном докладе будут представлены новейшие результаты исследования одних
 из наиболее перспективных и ключевых разрезов верхнего докембрия складчатого обрамления
 Восточно-Европейской платформы – западного склона Среднего Урала (рис. 1). Именно здесь 2026 г.
 сотрудниками Геологического института РАН вместе с коллегами из Архангельского краеведче-
 ского музея, Университета Женевы (Швейцария) и Лидского университета (Великобритания) впер-
 вые приведены высокоточные возрастные ограничения для венда восточной периферии Восточно-
 Европейской платформы на Среднем Урале (Пермский край) (Kolesnikov et al., 2026). Кроме того,
 в этих разрезах ранее были обнаружены богатейшие комплексы палеонтологических остатков эдиа-
 карских мягкотелых организмов с уникальной степенью сохранности, возраст которых на протяже-
 нии длительного времени был предметом дискуссий (Kolesnikov et al., 2025).

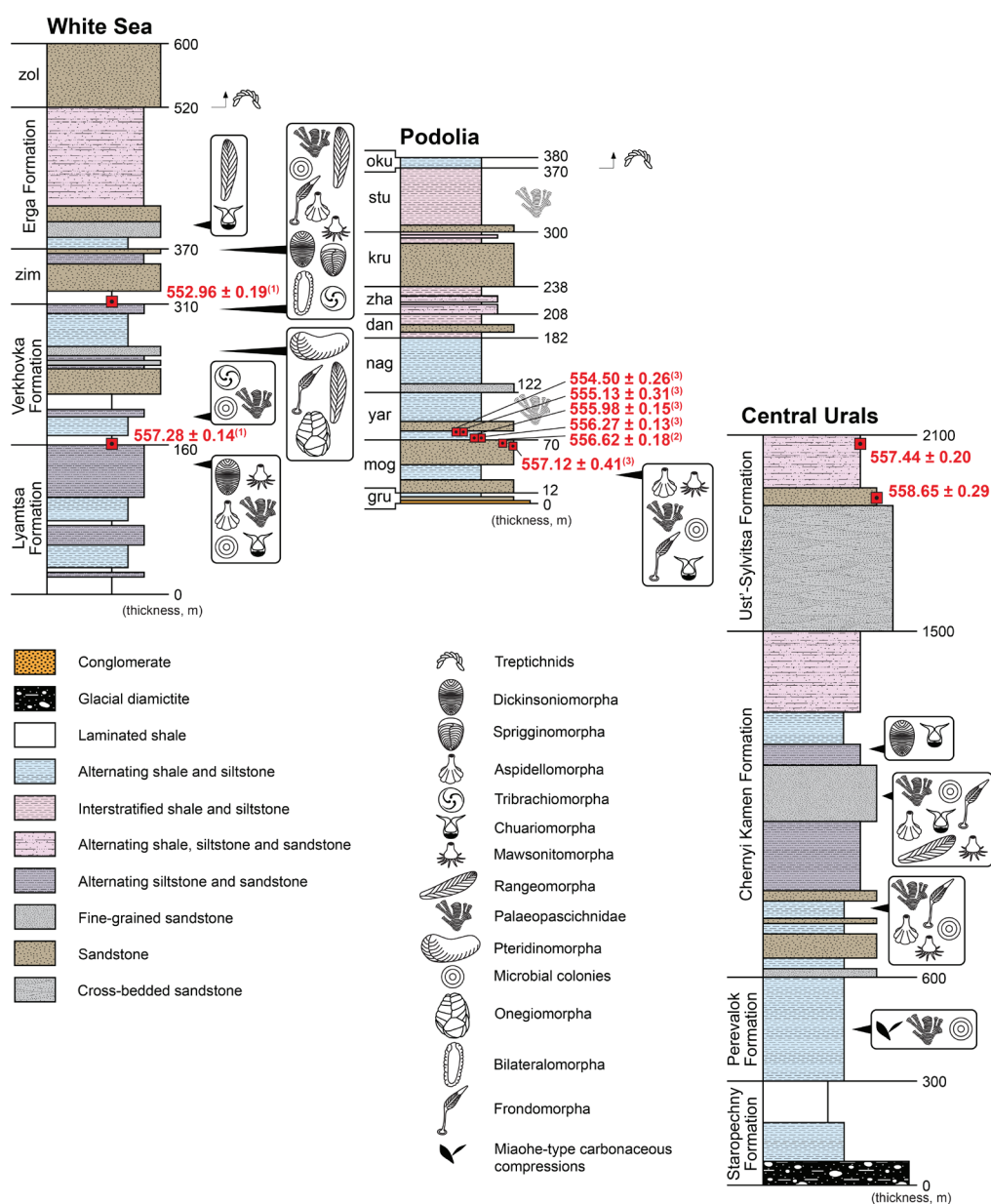


Рис. 1. Схема корреляции опорных разрезов верхнего докембрия (венда) Восточно-Европейской платформы с
 учетом новых данных с Среднего Урала

Fig. 1. Schematic correlation of the Upper Precambrian (Vendian) reference sections of the East-European Platform
 on the basis of new data from the Central Urals

Для определения минимального возраста эдиакарских мягкотелых организмов Урала был использован метод уран-свинцового датирования кристаллов циркона методом химической абразии и изотопного разбавления с последующей термоионной масс-спектрометрией (CA ID TIMS). В последние годы данный метод зарекомендовал себя благодаря высокой химической и физической стабильности, позволяющей с беспрецедентно высокой точностью определять радиоизотопный возраст кристаллов циркона.

С помощью данного метода были проанализированы пирокластические кристаллы циркона из двух пепловых прослоев верхней части усть-сылвицкой свиты сылвицкой серии верхнего венда Среднего Урала. В результате чего было установлено, что новые радиоизотопные возраста существенно ограничивают региональное распространение эдиакарской биоты на Среднем Урале, в частности их главных представителей – дикинсоний, более ранним появлением – по крайней мере, древнее чем 558.65 ± 0.29 млн лет назад. В свою очередь, ключевые местонахождения эдиакарских мягкотелых организмов – Беломорье, Подолия и Средний Урал теперь можно более надежно коррелировать между собой. Наконец, важным выводом является то, что возраст эдиакарских организмов беломорского типа на Среднем Урале соответствует временному интервалу максимального разнообразия биоты авалонского типа на о. Ньюфаундленд (Канада). Это согласуется с недавними предположениями о предвзятости в изучении палеонтологической летописи верхнего докембрия, которая, вероятно, демонстрирует сочетание неполноты сохранившейся геологической информации наряду с тафономическими и прочими факторами, что в совокупности не может не отразиться на пересмотре истории становления первых сложноустроенных организмов (Metazoa).

Благодарности

Доклад подготовлен в рамках темы гранта РФФ№24-77-10030.

Литература

1. Kolesnikov A. V., Pan'kova V. A., Pan'kov V. N. A new occurrence of Ediacara soft-bodied biota in the Central Urals, Russia // *Gondw. Res.*, 2025. V. 145, P. 71–78. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2025.05.008>.
2. Kuznetsov N. B., Belousova E. A., Kolesnikov A., Latysheva I., Ovtcharova M., Bowyer F., Pankova V., Pankov V., Kuznetsov N., Shatsillo A., Nagovitsin K., Romanyuk T. High-precision U-Pb data constrain the age of Ediacara biota in the Central Urals, Russia // *Gondw. Res.*, 2026. V. 155, P. 137–143. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2026.01.021>.
3. Soldatenko Y., El Albani A., Ruzina M., Fontaine C., Nesterovsky V., Paquette J.-L., Meunier A., Ovtcharova M. Precise U-Pb age constrains on the Ediacaran biota in Podolia, East European Platform, Ukraine // *Sci. Rep.*, 2019. V. 9. P. 1675. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-38448-9>.
4. Srodon J., Condon D. J., Golubkova E., Millar I. L., Kuzmenkova O., Paszkowski M., Mazur S., Kedzior A., Drygant D., Ciobotaru V., Liivamagi S. Ages of the Ediacaran Volyn-Brest trap volcanism, glaciation, paleosols, Podillya Ediacaran soft-bodied organisms, and the Redkino-Kotlin boundary (East European Craton) constrained by zircon single grain U-Pb dating // *Precamb. Res.* 2023. V. 386. P. 106962. <https://doi.org/10.1016/j.precamres.2023.106962>.
5. Waggoner B. The ediacaran biotas in space and time // *Integrative and Comparative Biology.* 2003. V. 43 (1), P. 104–113. <https://doi.org/10.1093/icb/43.1.104>.
6. Yang C., Rooney A. D., Condon D. J., Li X.-H., Grazhdankin D. V., Bowyer F. T., Hu C., Macdonald F. A., Zhu M. The tempo of Ediacaran evolution // *Sci. Adv.*, 2021. V. 7. No. 45. <https://doi.org/10.1126/sciadv.abi9643>.