

Научная статья

УДК 551.71/72 (234.853)

DOI: 10.31084/2619-0087/2022-2-1

## РЕГИОНАЛЬНАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ СХЕМА ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕГО И ЗАВЕРШАЮЩЕГО РИФЕЯ И ВЕНДА ЮЖНОГО УРАЛА (ПРОЕКТ 2022)

Н. Д. Сергеева<sup>1</sup>, В. Н. Пучков<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт геологии УФИЦ РАН, Уфа, Россия, [riphey@ufaras.ru](mailto:riphey@ufaras.ru)

<sup>2</sup>Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия,

Необходимость корректировки отдельных стратиграфических уровней существующей с 1993 года Региональной Стратиграфической схемы верхнедокембрийских отложений Урала обусловлена получением новых данных литолого-стратиграфических, геотектонических и изотопно-геохронологических исследований верхнего докембрия Южного Урала. Значительные изменения и уточнения в стратиграфии верхнедокембрийских образований региона произошли в верхнем рифее и венде Башкирского мегантиклинория на Южном Урале, где находятся стратотипические для рифея и опорные для венда разрезы.

Результаты датирования современными методами магматических (прежде всего вулканогенных) пород в рифее позволили уточнить геохронологическую основу Уральской и Общей стратиграфической шкалы верхнего протерозоя России и выделить новый стратон: завершающий рифей (аршиний), отвечающий аршинской серии. Внесенные изменения и уточнения в корреляцию местных стратиграфических разрезов верхнего и завершающего рифея и венда Южного Урала отражены в проекте схемы.

*Ключевые слова:* рифей, венд, стратиграфическая схема, корреляция, серия, каратауская, аршинская, ашинская, свита, Южный Урал

*Благодарности:* Исследования выполнены в соответствии с планами научно-исследовательских работ Института геологии Уфимского федерального исследовательского центра РАН, г. Уфа (тема гос. задания FMRS-2022-0013).

Original article

## REGIONAL STRATIGRAPHIC SCHEME OF THE UPPER AND FINAL RIPHEAN AND VENDIAN DEPOSITS OF THE SOUTHERN URALS (PROJECT 2022)

N. D. Sergeeva<sup>1</sup>, V. N. Puchkov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Geology IG UFRC RAS, Ufa, Russia.

<sup>2</sup>Institute of Geology and Geochemistry of the Urals Branch of the Russian Academy of Sciences, Yekaterinburg, Russian

The need to correct individual stratigraphic levels of the Regional Stratigraphic Scheme of the Upper Precambrian deposits of the Urals, existing since 1993, is due to the receipt of new data from lithological-stratigraphic, geotectonic and isotope-geochronological studies of the Upper Precambrian of the Southern Urals. Significant changes and clarifications in the stratigraphy of the Upper Precambrian formations of the region occurred in the Upper Riphean and Vendian of the Bashkir meganticlinorium in the Southern Urals, where the sections stratotypical for the Riphean and reference for the Vendian

**Для цитирования:** Н. Д. Сергеева, В. Н. Пучков Региональная стратиграфическая схема отложений верхнего и завершающего Рифея и Венда Южного Урала (ПРОЕКТ 2022) // Геологический вестник. 2022. №2. С. 3–14. DOI: 10.31084/2619-0087/2022-2-1

**For citation:** N. D. Sergeeva, V. N. Puchkov (2022) Regional stratigraphic scheme of the upper and final riphean and vendian deposits of the Southern Urals (Project 2022). *Geologicheskii vestnik*. 2022. No. 2. P. 3–14. DOI: 10.31084/2619-0087/2022-2-1

© Н. Д. Сергеева, В. Н. Пучков, 2022

are located. The results of dating igneous (primarily volcanic) rocks in the Riphean by modern methods made it possible to refine the geochronological basis of the Ural and General Stratigraphic Scale of the Upper Proterozoic of Russia and identify a new event level: the final Riphean (Arshinian), corresponding to the Arshinian series. Changes and clarifications to the correlation of local stratigraphic sections of the Upper and Final Riphean and Vendian of the Southern Urals are reflected in the draft scheme.

*Keywords:* Riphean Vendian, stratigraphic scheme, correlation, formation, Karatauskaya, Arshinskaya, Ashinskaya, suite, South Ural

*Acknowledgements:* The studies were carried out in accordance with the research plans of the Institute of Geology of the Ufa Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Ufa (subject of state task FMRS-2022-0013)

## Введение

Стратиграфические схемы рифейских и вендских отложений Урала, рассмотренные на IV Уральском Межведомственном стратиграфическом совещании в г. Свердловске в 1990 году, в ноябре 1991 года были приняты Межведомственным стратиграфическим комитетом. В качестве эталона в Общей стратиграфической шкале верхнего докембрия России был принят разрез верхнего докембрия Южного Урала в пределах Башкирского мегантиклинория. В Общей стратиграфической шкале (ОСШ) докембрия России были выделены четыре хроностратиграфических подразделения: нижний (бурзяний), средний (юрматиний) и верхний (каратавий) рифей и венд [Семихатов и др., 1991] и определены их возрастные рубежи. До настоящего времени эти общие подразделения шкалы не утратили своего значения и служат основой при проведении различных геологических работ в регионе.

Однако в связи с получением новых современных изотопно-геохронологических, палеонтологических и иных геологических материалов в образованиях рифея и венда в регионе возникла необходимость уточнения геохронологической основы как ОСШ докембрия России, так и лежащих в её основе региональных стратиграфических схем.

Пересмотр стратиграфической схемы докембрия Южного Урала обусловлен, прежде всего, получением современными изотопными методами (SHRIMP-II и ID-TIMS, Ar-Ar, Sm-Nd, Rb-Sr, Pb-Pb и др.) новых датировок осадочных отложений и пород магматических комплексов докембрия в регионе [Краснобаев и др., 2007, 2013а, б; 2015; Пучков и др., 2014 и др.]. Результаты исследований привели не только к существенному уточнению ряда реперных датировок рифея Уральской шкалы [Пучков, Сергеева, 2021] и Общей стратиграфической шкалы верхнего докембрия России [Семихатов и др., 2015], но и к значительным стратиграфическим следстви-

ям: изменению стратиграфического положения и ранга пограничных стратоноров рифея (криво-лукская свита) и венда (аршинская свита) на Южном Урале [Козлов и др., 2008; 2011; Краснобаев и др., 2012; Пучков и др., 2012, 2013; Puchkov et al., 2013]. Проект Региональной стратиграфической схемы отложений верхнего и завершающего рифея и венда Южного Урала разработан на основе новых данных литолого-стратиграфических, палеогеотектонических и изотопно-геохронологических исследований верхнего докембрия региона, полученных авторским коллективом в составе: В. И. Козлова и Н. Д. Сергеевой (Институт геологии УФИЦ РАН, г. Уфа), В. Н. Пучкова и А. А. Краснобаева (Институт геологии и геохимии УрО РАН, г. Екатеринбург), Л. А. Гениной, П. Н. Михайлова (Институт геологии УФИЦ РАН, г. Уфа). При составлении проекта Региональной стратиграфической схемы также использованы опубликованные материалы по верхнему докембрию Южного Урала и смежных регионов различных исследователей: Ю. Р. Беккера, А. Б. Кузнецова, Т. С. Зайцевой, А. Ф. Вейса, В. Н. Сергеева, Н. Г. Воробьевой, Д. В. Гражданкина, А. В. Маслова, Н. Б. Кузнецова, В. М. Горожанина и других.

При составлении проекта Региональной стратиграфической схемы верхнего рифея и венда Южного Урала авторами используется схема районирования территории (рис. 1), принятая в Стратиграфических схемах Урала [1993], и включает районы: Ямантау-Нугушский (Лист 3, колонка 8), Ирмель — Криволюкский (Лист 4, колонка 9) и Кирябинско-Узянбашский (Лист 5, колонка 18).

## Региональная стратиграфическая схема отложений верхнего и завершающего рифея и венда Южного Урала

В соответствии с Общей Стратиграфической шкалой докембрия России [Стратиграфический кодекс..., 2019] в верхнем протерозое выделены

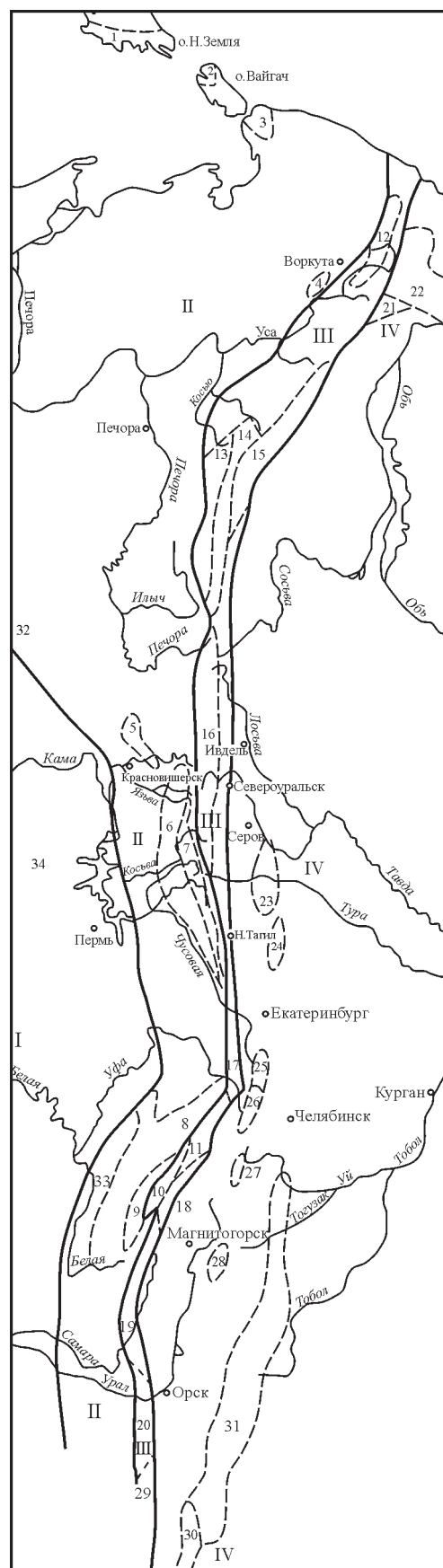
рифейская зонотема и вендская система. Рифейская зонотема включает три эратемы: нижнерифейскую (бурзьяний), среднерифейскую (юрматиний) и верхнерифейскую (каратавий). Вендская система завершает стратиграфическую последовательность докембрия и расчленена на два отдела. Эта шкала достаточно успешно использовалась в решении вопросов стратиграфического расчленения и корреляции докембрийских образований, геологического картирования и различных тематических исследований. В этой шкале изотопный возраст

**Рис. 1. Схема районирования отложений рифея и венда Урала [Стратиграфические схемы..., 1993]**

Условные обозначения к рис. 1. Сплошные линии — границы зон: I — Восток Русской плиты, II — Западно-Уральская, III — Центрально-Уральская, IV — Восточно-Уральская. Пунктирные линии — границы районов в корреляционной схеме. Районы Западно-Уральской зоны: 1 — Новая Земля, 2 — Вайгач, 3 — Амдерминский, 4 — Енганэпейский, 5 — Полуодовский, 6 — Кваркушско-Каменногорский, 7 — Усвинско-Сылвинский и Синегорский, 8 — Ямантау-Нугушский, 9 — Ирмель-Криволукский. Районы Центрально-Уральской зоны. Западная подзона: 10 — Майардакский, 11 — Златоустовский. Восточная подзона: 12 — Очендырский и Изьяхойско-Малокарский, 13 — Тельпосско-Саблинский, 14 — Кажимско-Вангырский, 15 — Неркаюско-Верхнелемвинский, 16 — Верхнепечорско-Косвинский, 17 — Уфалейский, 18 — Кирябинско-Узянбашский, 19 — Суваньяско-Сакмарский, 20 — Поимско-Каялинский. Районы Восточно-Уральской зоны: 21 — Хараматолоуский, 22 — Харбейский, 23 — Верхотурско-Салдинский, 24 — Мурзинско-Адуйский, 25 — Сысертский, 26 — Ильменогорский, 27 — Кочкарский, 28 — Карталинский. Смежные районы. Казахстан: 29 — Ор-Илекский, 30 — Восточно-Мугоджарский, 31 — Зауральский. Восток Восточно-Европейской платформы: 32 — Дзержим-Парминский (Тиман), 33 — Предуральский прогиб, 34 — Камско-Бельский прогиб.

**Fig. 1. Scheme of zoning of the Riphean and Vendian deposits of the Urals [Stratigraphic schemes..., 1993]**

Symbols for Fig. 1. Solid lines are the boundaries of the zones: I — East of the Russian Plate, II — West Ural, III — Central Ural, IV — East Ural. Dashed lines are the boundaries of regions in the correlation scheme. Districts of the West Ural zone: 1 — Novaya Zemlya, 2 — Vaigach, 3 — Amderma, 4 — Yenganepi, 5 — Polyudovsky, 6 — Kvarqushsko-Kamenogorsky, 7 — Usvinsko-Sylvinsky and Sinegorsky, 8 — Yamantau-Nugushsky, 9 — Iremel-Krivoluksky. Districts of the Central Ural zone. Western subzone: 10 — Mayardaksky, 11 — Zlatoust. Eastern subzone: 12 — Ochendyrd and Izyakhoysko-Malokarsky, 13 — Telpossko-Sablinsky, 14 — Kazhimsko-Vangyrsky, 15 — Nerkayusko-Upper Lemvinsky, 16 — Upper Pechora-Kosvinsky, 17 — Ufaleysky, 18 — Kiryabinsky-Uzyanbashsky, 19 — Suvanyak-Sakmarsky, 20 — Poimsko-Kayalinsky. Districts of the East Ural zone: 21 — Kharamatolousky, 22 — Kharbeysky, 23 — Verkhoturisko-Saldinsky, 24 — Murzinsky-Aduisky, 25 — Sysertsky, 26 — Ilmenogorsky, 27 — Kochkarsky, 28 — Kartalinsky. Adjacent areas. Kazakhstan: 29 — Or-Ilek, 30 — East Mugodzhar, 31 — Trans-Ural. East of the East European Platform: 32 — Dzhezhim-Parminsky (Timan), 33 — Cis-Ural trough, 34 — Kamsko-Belsky trough.



нижней границы верхнего рифея принят 1030 млн лет и венда 600 млн лет [Стратиграфический кодекс..., 2019]. Исходя из полученной датировки  $642 \pm 9$  млн лет (Rb-Sr метод по Al-глаукониту [Зайцева и др., 2019]) из пород бакеевской свиты основания ашинской серии нижнюю границу венда следует оценить в 650 млн лет.

В предлагаемой Региональной стратиграфической схеме (таблица 1) стратиграфические подразделения от верхнего рифея до венда на Южном Урале включают региональные стратона: каратауский верхнего рифея, аршинский терминального рифея (вновь выделенного стратона с возрастом нижней границы 750–770 млн лет) [Пучков, Сергеева, 2021] и ашинский — венда.

**Каратауский** стратон верхнего рифея — каратауская серия рассматривалась [Стратиграфическая..., 1993] в составе (снизу): зильмердакской, катавской, инзерской, миньярской, укской и криволукской свит. С учетом выделения нового стратона — аршиния [Козлов и др., 2011] криволукская свита исключена из каратауской серии верхнего рифея. Она рассматривается в составе аршинской серии завершающего рифея [Пучков и др., 2014]. Нижняя граница каратауской серии совпадает с подошвой зильмердакской свиты, залегающей на подстилающих отложениях юрматинской серии в некоторых разрезах с постепенным переходом [Козлов, 1982]. По составу и порядку напластования пород, палеонтологическим и радиологическим данным [Козлов, 1986; Пучков и др., 2014] каратауская серия расчленена на три подсерии (системы): нижне-, средне- и верхнекаратаускую.

Нижнекаратауская подсерия (кипчакский горизонт) включает отложения зильмердакской и катавской свит. **Зильмердакская свита** сложена разнозернистыми полевошпат-кварцевыми, аркозовыми, субаркозовыми, кварцевыми и полимиктовыми песчаниками и алевролитами, глинистыми сланцами, присутствуют маломощные прослои и линзы конгломератов, гравелитов и песчаных доломитов. Содержит богатый комплекс микрофоссилий (мулдакаевская биота [Янкаускас, 1982]) **Катавская свита** сложена известняками, их глинистыми разностями и мергелями. Возраст карбонатов 938 млн лет (K-Ar метод по глаукониту [Стратотип рифея..., 1983]). Известняки содержат строматолиты (*Inzeria tjomusi* Kryl., *Jurusania cylindrica* Kryl. и *Malginela zipandica* [Крылов, 1963]) и микрофитолиты III (верхнерифейского) комплекса.

Среднекаратауская подсерия (тангаурский горизонт) включает отложения инзерской и миньярской свит. **Инзерская свита** представлена песчаниками и алевролитами полевошпат-кварцевыми и кварцевыми, часто с глауконитом, и аргиллитами. В западных разрезах существенную роль играют известняки и доломиты, содержащие строматолиты (*Conophyton garganicus* var. Raab. et Kom., *C. retikulatum* Kom.) и микрофитолиты III (верхнерифейского) комплекса и микрофоссилии (шишенякская биота [Янкаускас, 1980]). Возраст инзерской свиты 836–803 млн лет (Rb-Sr, иллит) и  $844 \pm 24$  млн лет (Pb-Pb, известняк) [Kuznetsov et al., 2017]. С подстилающей катавской свитой она связана постепенным переходом. **Миньярская свита** сложена доломитами и доломитизированными известняками, содержащими строматолиты двух уровней: нижний (миньский) с *Gymnozolen ramsayi* Steinm. и *Katavia karatavica* Kryl. и верхний (бьянский) с *Conophyton miloradovici* var. *krylovi* Raab., *Tungussia perforata* Raab. et Kom. и др. Изотопный возраст карбонатных пород  $820 \pm 77$  млн лет (Rb-Sr, доломит) [Kuznetsov et al., 2017].

Верхнекаратауская подсерия (предлагается выделить укский горизонт) включает укскую свиту, сложенную известняками, песчаниками и алевролитами глауконит-кварцевыми, кварцевыми и полимиктовыми, с прослоями аргиллитов с микрофоссилиями. Известняки содержат строматолиты (*Linella ukka* Kryl., *L. simica* Kryl., *Tungussia bassa* Kryl. и др.) и микрофитолиты IV (укского) комплекса верхнего рифея.

**Аршинский** стратон завершающего рифея — аршинская серия в страторегии (Тирлянская синклиналь) на восточном крыле синклинали с размывом залегают стратиграфически выше мазаринской и арвякской свит верхнего рифея уралтауского (ранее назывался суванякским) комплекса Уралтауского антиклинория, образования которых прорваны габбро и гранитами Барангуловского комплекса с возрастом  $725 \pm 5$  млн лет [Краснобаев и др., 2007] и Мазаринского массива с датировками  $709 \pm 5,2$  и  $732 \pm 17$  млн лет [Краснобаев и др., 2015]. На западном крыле синклинали аршинские образования с размывом залегают на породах миньярской и укской свит каратауской серии верхнего рифея и с угловым несогласием в ядре синклинали перекрываются фаунистически охарактеризованными песчаниками тирлянкой свиты ордовика. В составе аршинской серии Тирлянкой синклинали (Кирябинско-Узянбашский район) выделены

Общая стратиграфическая шкала		Регionalные стратиграфические подразделения				Коренные местные стратиграфические разрезы		Центральная зона	
Эпоха	Эра	Система	Группа	Этап	Характерные комплексные органические составы		Ямал-Ненецкий район	Ирамель-Кряновский район	Карабинос-Увильбинский район
Архей	Архей	Архей	Архей	Архей	Архей	Архей	Архей	Архей	Архей
	Златоцвет	Златоцвет	Златоцвет	Златоцвет	Златоцвет	Златоцвет	Златоцвет	Златоцвет	Златоцвет
Проценозой	Проценозой	Проценозой	Проценозой	Проценозой	Проценозой	Проценозой	Проценозой	Проценозой	Проценозой
							Проценозой	Проценозой	Проценозой
Верхний рифей	Верхний рифей	Верхний рифей	Верхний рифей	Верхний рифей	Верхний рифей	Верхний рифей	Верхний рифей	Верхний рифей	Верхний рифей
							Верхний рифей	Верхний рифей	Верхний рифей
							Верхний рифей	Верхний рифей	Верхний рифей
							Верхний рифей	Верхний рифей	Верхний рифей
							Верхний рифей	Верхний рифей	Верхний рифей
Рифей	Рифей	Рифей	Рифей	Рифей	Рифей	Рифей	Рифей	Рифей	Рифей
							Рифей	Рифей	Рифей
Венда	Венда	Венда	Венда	Венда	Венда	Венда	Венда	Венда	Венда
							Венда	Венда	Венда
							Венда	Венда	Венда

Табл. 1. Региональная стратиграфическая схема отложений верхнего и завершающего рифея и венда Южного Урала (проект 2022) Схема разработана на основе материалов авторского коллектива в составе В. И. Козлова, Н. Д. Сергеевой, В. Н. Пучкова, А. А. Краснобаева, П. Н. Михайлова, Л. А. Гениной. Основные обозначения. Изотопный возраст (Ma — млн лет): циркон — 707 (U-Pb метод) из вулканитов и туфов; глауконита — \*642±9\* (Rb-Sr метод)/938/(K-Ar метод); иллита — <836>; известняка — {844±24} (Pb-Pb метод), доломита — #820±77# (Rb-Sr метод), доломита — #820±77# (Rb-Sr метод), доломита — #820±77# (Rb-Sr метод); иллита — <836>; известняка — {844±24} (Pb-Pb метод); доломита — #820±77# (Rb-Sr метод). Датировки рубежей \* указаны по Стратиграфическому кодексу России, 2019. Микробиты: М — мулдакаевская, Ш — шишенякская, U — уская

Tabl. 1. Regional stratigraphic scheme of Upper and Final Riphean and Vendian deposits of the Southern Urals (project 2022) The scheme was developed on the basis of the materials of the team of authors consisting of V. I. Kozlov, N. D. Sergeeva, V. N. Puchkov, A. A. Krasnobaev, P. N. Mikhailov, L. A. Genina. Conventional designations. Isotopic age (Ma): zircon — 707 (U-Pb method) from volcanics and tuffs; glauconite — \*642±9\* (Rb-Sr method)/938/(K-Ar method); illite — <836>; limestone — {844±24} (Pb-Pb method); dolomite — #820±77# (Rb-Sr method); dolomite — #820±77# (Rb-Sr method); dolomite — #820±77# (Rb-Sr method); illite — <836>; limestone — {844±24} (Pb-Pb method). The dates of the boundaries \* are indicated according to the Stratigraphic Code of Russia, 2019. Microbiota: M — Muлдаkaevskaya, Sh — Shishenyakskaya, U — Ukskaya

(снизу): байнасская, махмутовская, игонинская и шумская свиты. С шумской свитой сопоставлена криволукская свита Иремель-Криволукского района (см. табл. 1).

**Байнасская свита** сложена сланцами переменного серицит-хлорит-кварцевого состава, с прослоями карбонатно-кварцевых разностей, кварцевых песчаников и конгломератов. **Махмутовская свита** представлена кварцевыми и полевошпат-кварцевыми песчаниками, тиллитами, кварцитовидными серицит-кварцевыми сланцами и кварцитами. На подстилающей байнасской свите залегает согласно. **Игонинская свита** в значительной степени представлена вулканогенными породами, с изотопным возрастом  $709,9 \pm 7,3 - 732 \pm 17$  млн. лет (U-Pb метод по циркону [Краснобаев и др., 2012]). Вулканиды претерпели метаморфизм зеленосланцевой фации и содержат прослои вулканогенно-осадочных и осадочных пород. **Шумская свита** сложена преимущественно кварцито-песчаниками, контакт которых с вулканитами подстилающей игонинской свиты четкий и резкий.

**Криволукская свита** в Криволукской синклинали (Иремель-Криволукский район) сложена кварцитовидными песчаниками и алевролитами преимущественно кварцевого состава с прослоями глинистых и низкоуглеродистых глинистых сланцев. Криволукская свита по положению в разрезе (подстилается карбонатными отложениями укской или миньярской свит и с перерывом перекрывается образованиями венда или ордовика) и особенностям состава пород сопоставлена с шумской свитой аршинской серии Тирлянской синклинали.

**Ашинский** стратон венда — ашинская серия в опорных разрезах западного крыла Башкирского мегантиклинория (Ямантау-Нугушский район) включает **бакеевскую, урюкскую, басинскую, куккараукскую и зиганскую свиты**. Отложения серии с размывом и угловым несогласием залегают на карбонатных породах укской, миньярской и редко инзерской свит верхнего рифея и перекрываются с размывом и угловым несогласием песчаниками такатинской свиты эмского яруса нижнего девона. На Южном Урале, по аналогии с региональными подразделениями венда Восточно-Европейской платформы [Соколов, 1997], выделены горизонты: лапландский нижнего венда, редкинский, котлинский и ровенский верхнего венда. К аналогам лапландского горизонта, где основными маркерами служат тиллиты и вулканогенные и вулканогенно-осадочные образования, отнесены бакеевская и её аналоги суировская, толпаровская

и кургашлинская свиты (см. табл. 1). Редкинский, котлинский и ровенский горизонты включают урюкскую, басинскую, куккараукскую и зиганскую свиты. Следует отметить, что присутствие аналогов котлинского и ровенского горизонтов и положение их границ в Уральской схеме требует дополнительных обоснований.

Возраст нижней границы венда трактуется неоднозначно. В Общей шкале докембрия России по решению МСК [Дополнения..., 2000] граница проводится на  $600 \pm 10$  млн. лет. Имеющиеся Rb-Sr датировки по Al-глаукониту бакеевской свиты (основание ашинской серии)  $638 \pm 13$  млн лет [Zaitseva et al., 2013] и  $642 \pm 9$  млн лет [Зайцева и др., 2019], позволили оценить нижнюю границу венда в  $640 \pm 5$  млн. лет [Семихатов и др., 2015] и 650 млн лет [Пучков и др., 2021]. Неопределенность нижней границы венда на Южном Урале может быть связана с наличием лакуны между вендом и рифеем [Пучков и др. 2012]. Лакуна эта может быть весьма значительной, если иметь в виду, что аршинская свита Тирлянской синклинали восточного крыла Башкирского мегантиклинория, считавшаяся нижневендской, переведена в верхи рифея [Козлов и др., 2011] и на западном крыле Башкирского мегантиклинория аршинская серия полностью попадает в размыв [Пучков и др. 2012]. Возраст верхней границы венда по цирконам из прослоев туфов в зиганской свите —  $548,2 \pm 7,6$  и  $547,6 \pm 3,8$  млн. лет [Гражданкин и др., 2011; Fedorova et al. 2013], что очень близко к возрасту нижней границы кембрия. Но многочисленные находки в ашинской серии бесскелетной фауны и ихнофоссилий [Беккер, 1988; Гражданкин и др., 2011; Пучков и др., 2012], свидетельствуют о вендском возрасте отложений.

Основой геологической корреляции отложений верхнего и завершающего рифея и венда Южного Урала служат стратиграфические разрезы Ямантау-Нугушского, Иремель — Криволукского и Кириябинско-Узянбашского районов (см. рис. 1 и табл. 1).

Отложения **верхнего рифея** представлены каратауской серией в Ямантау-Нугушском и Иремель-Криволукском районах. В Кириябинско-Узянбашском районе к верхнему рифею отнесены осадочно-метаморфизованные образования уралтауского комплекса. **Каратауская серия** включает зильмердакскую и катавскую свиты верхнекаратауской подсерии, инзерскую и миньярскую свиты среднекаратауской подсерии и укскую свиту верхнекаратауской подсерии.

В Кирябинско-Узянбашском районе к верхнему рифею отнесен *уралтауский комплекс*, включающий курташскую, мазаринскую и арвякскую свиты.

**Завершающий рифей** (аршиний) представлен *аршинской серией*, образования которой распространены в Иремель-Криволукском и Кирябинско-Узянбашском районах на восточном крыле Башкирского мегантиклинория.

В Кирябинско-Узянбашском районе аршинская серия расчленена на свиты (снизу): байнасскую, махмутовскую, игонинскую и шумскую [Козлов и др., 2011].

В Иремель-Криволукском районе к завершающему рифею отнесена криволукская свита.

**Вендские** отложения *ашинской серии* распространены в Ямантау-Нугушском и Иремель-Криволукском районах, имеющих свои особенности в строении разрезов.

В Ямантау-Нугушском районе ашинская серия расчленена на бакеевскую (её аналоги суировская и толпаровская), урюкскую, басинскую, куккракскую и зиганскую свиты.

В Иремель-Криволукском районе в ашинской серии выделены кургашлинская, байназаровская и басинская свиты.

Особенности состава, мощность отложений, их возрастные характеристики и корреляция местных стратиграфических разрезов верхнего и завершающего рифея и венда Южного Урала отражены в Стратиграфической схеме (см. табл. 1).

### Заключение

Полученные в последние десятилетия материалы стратиграфических, изотопно-геохронологических, геотектонических, палеонтологических и др. исследований верхнего докембрия Южного Урала привели к необходимости корректировки отдельных стратиграфических уровней существующей с 1993 года Региональной Стратиграфической схемы верхнедокембрийских отложений Урала (табл. 2).

Современные данные об изотопном возрасте основных подразделений верхнего протерозоя Южного Урала позволяют уточнить геохронологическую основу Уральской и Общей стратиграфической шкалы верхнего протерозоя России. В качестве опорных хронологических рубежей при корреляции стратонамов в регионе особое значение в рамках событийной стратиграфии имело датирование событий, приуроченных к границам подразделений стратиграфической шкалы:

навышский (1752 млн лет) и машакский (1380–1386 млн. лет) магматизм нижнего и среднего рифея, соответственно [Краснобаев и др., 2007, 2013а, б; 2015; Пучков и др., 2014] и аршинское магматическое событие (709,9±7,3–732±17 млн. лет) завершающего рифея, которое вписывается в эпизоды магматической деятельности, известные на различных континентах на уровне 710–730 млн лет, представляет собой событие субглобального масштаба и в рамках событийной стратиграфии может быть использовано для подтверждения глобальных стратиграфических корреляций [Puchkov et al., 2021].

Новые палеонтологические данные в отложениях венда позволили расширить палеонтологическое обоснование горизонтов на Южном Урале. Особое значение для зиганской свиты ашинской серии Южного Урала имело обнаружение ископаемых остатков котлинского возраста [Гражданкин и др., 2011]. Ранее на основании находок отпечатков и слепков мягкотелых организмов Ю.Р. Беккер [1996] отнес зиганскую свиту к редкинскому горизонту.

Сопоставление Региональных стратиграфических схем 1993 года и предлагаемой (проект 2022) во временном интервале верхний рифей — венд на примере Южного Урала (см. табл. 2) свидетельствует со всей очевидностью о необходимости переиздания Стратиграфических схем и не только Уральского региона.

### Список литературы:

- Беккер Ю. Р. Молассы докембрия. — Л.: Недра, 1988. — 288 с.
- Беккер Ю. Р. Открытие эдиакарской фауны в кровле венда Южного Урала // Региональная геология и металлогения. — № 5. — Л.: ВСЕГЕИ, 1996. — С. 111–131.
- Гражданкин Д. В., Марусин В. В., Меерт Дж., Крупенин М. Т., Маслов А. В. Котлинский горизонт на Южном Урале // Докл. РАН. — 2011. — Т. 440. — № 2. — С. 201–206.
- Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. — СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. — 112 с.
- Зайцева Т. С., Кузнецов А. Б., Горожанин В. М., Горохов И. М., Ивановская Т. А., Константинова Г. В. Основание венда на Южном Урале: Rb-Sr возраст глауконитов бакеевской свиты // Стратиграфия. Геол. корреляция. — 2019. — Т. 27. — № 5. — С. 82–96.
- Козлов В. И. Верхний рифей и венд Южного Урала. М. Наука. 1982. — 128 с.
- Козлов В. И. Новые данные по стратиграфии каратауской серии северной части Алатауского антиклинория (Южный Урал) // Докембрий и палеозой Южного Урала (Сб. научных трудов). — Уфа: БФАН СССР, 1986. — С. 4–13.

Региональная стратиграфическая схема верхнепротерозойских отложений Урала (рифей и венд) [1993]			Региональная стратиграфическая схема отложений верхнего и завершающего рифей и венда Южного Урала (проект 2022)					
О С Ш	Р С П	Корреляция	местных		стратиграфических разрезов		Р С П	О С Ш
Эпохема	Отдел	Система	Западная зона		Центральная зона		Горизонт	Эпохема
Рифей	Верхний	Нижний	Ямангау-Нугушский район	Ирмель-Криволюкский район	Кириабинско-Узянбапский район	Ямангау-Нугушский район	Ирмель-Криволюкский район	Система
Фанерозой	Верхний (каратавин)	650±20	8	9	18	8	9	Отдел
Акротема	Зона	Усть-сыльвецкий	Зиганская свита	Ямангау-Нугушский район	Кириабинско-Узянбапский район	Зиганская свита	Ямангау-Нугушский район	Система
	Система	Ашнинский	Кукараукская свита	Ирмель-Криволюкский район	Кириабинско-Узянбапский район	Кукараукская свита	Ирмель-Криволюкский район	Верхний
Еротема	Система	Чернокаменский	Басинская свита	Ирмель-Криволюкский район	Кириабинско-Узянбапский район	Басинская свита	Ирмель-Криволюкский район	Верхний
	Система	Старопечнильский	Урюкская свита	Ирмель-Криволюкский район	Кириабинско-Узянбапский район	Урюкская свита	Ирмель-Криволюкский район	Верхний
Херотема	Система	Косьвинский	Бакеевская свита	Ирмель-Криволюкский район	Кириабинско-Узянбапский район	Басинская свита	Ирмель-Криволюкский район	Верхний
	Система	Койвинский	Урюкская свита	Ирмель-Криволюкский район	Кириабинско-Узянбапский район	Урюкская свита	Ирмель-Криволюкский район	Верхний
Теротема	Система	Таннинский	Курташтинская свита	Ирмель-Криволюкский район	Кириабинско-Узянбапский район	Курташтинская свита	Ирмель-Криволюкский район	Верхний
	Система	Криволюкский	Криволюкская свита	Ирмель-Криволюкский район	Кириабинско-Узянбапский район	Криволюкская свита	Ирмель-Криволюкский район	Верхний
Феротема	Система	Кулашский	Укская свита	Ирмель-Криволюкский район	Кириабинско-Узянбапский район	Укская свита	Ирмель-Криволюкский район	Верхний
	Система	Уксинский	Укская свита	Ирмель-Криволюкский район	Кириабинско-Узянбапский район	Укская свита	Ирмель-Криволюкский район	Верхний
Иферотема	Система	Тангаурский	Миньярская свита	Ирмель-Криволюкский район	Кириабинско-Узянбапский район	Миньярская свита	Ирмель-Криволюкский район	Верхний
	Система	Каратауский	Инзерская свита	Ирмель-Криволюкский район	Кириабинско-Узянбапский район	Инзерская свита	Ирмель-Криволюкский район	Верхний
Пиротема	Система	Кипчацкий	Катавская свита	Ирмель-Криволюкский район	Кириабинско-Узянбапский район	Катавская свита	Ирмель-Криволюкский район	Верхний
	Система	Каратауский	Зильмердакская свита	Ирмель-Криволюкский район	Кириабинско-Узянбапский район	Зильмердакская свита	Ирмель-Криволюкский район	Верхний

Табл. 2. Сопоставление стратиграфических схем.

Примечания: \* датировки рубежей указаны по [Стратиграфический кодекс..., 2019]; ОСШ — Общая стратиграфическая шкала, РСР — Региональные стратиграфические подразделения; 1-Ашинская серия, 2 — Завершающий рифей

Table 2. Comparison of stratigraphic schemes.

Notes: \* the dates of the boundaries are indicated according to [Stratigraphic Code..., 2019]; GSS — General Stratigraphic Scale, RSP — Regional Stratigraphic Units; 1-Asha formation или Group, 2 — Final Riphean



Козлов В. И., Краснобаев А. А., Козлова Е. В. Стратиграфия рифея в стратотипическом разрезе Южного Урала. — Уфа. БНЦ РАН, 1991. — 38с. (Препринт).

Козлов В. И., Краснобаев А. А., Вейс А. Ф. Стратотип рифея: строение, палеонтологическая характеристика, изотопный возраст. Общие вопросы и принцип расчленения докембрия. — СПб.: Наука, 1994. — С. 133–156.

Козлов В. И., Сергеева Н. Д., Генина Л. А., Михайлов П. Н. К вопросу о строении пограничных слоев верхнего рифея и венда в Тирляномском районе на Южном Урале // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий (Материалы VII Межрегиональной научно-практической конференции). — Уфа: ДизайнПолиграфсервис, 2008. — С. 112–117.

Козлов В. И., Пучков В. Н., Краснобаев А. А., Нехорошева А. Г., Бушарина С. В. Аршиний — новый стратон рифея в стратотипических разрезах Южного Урала // Геол. Сборник. — №9. — ИГ УНЦ РАН. — Уфа: ДизайнПолиграфСервис. — 2011. — С. 52–56.

Краснобаев А. А., Козлов В. И., член-корр. РАН Пучков В. Н., Ларионов А. Н., Нехорошева А. Г., Бережная Н. Г. Полигенно-полихронная цирконология и проблема возраста Барангуловского габбро-гранитного комплекса // ДАН. — 2007. — Т. 416. — №2. — С. 241–246.

Краснобаев А. А., Козлов В. И., Пучков В. Н., Сергеева Н. Д., Бушарина С. В. Новые данные по цирконовой геохронологии аршинских вулканитов (Южный Урал) // Литосфера. — 2012. — №4. — С. 127–140.

Краснобаев А. А., Пучков В. Н., Сергеева Н. Д., Бушарина С. В. U — Pb (SHRIMP) — возраст цирконов гранитов и субстрата Мазаринского массива (Южный Урал) // Докл. РАН. — 2015. — Т. 463. — №2. — С. 206–212.

Краснобаев А. А., Козлов В. И., Пучков В. Н., Бушарина С. В., Сергеева Н. Д., Падерин И. П. Цирконовая геохронология машакских вулканитов и проблема возраста границы нижний-средний рифей (Южный Урал) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. — 2013а. — Том 21. — №5. — С. 3–20.

Краснобаев А. А., Пучков В. Н., Козлов В. И., Сергеева Н. Д., Бушарина С. В., Лепехина Е. Н. Цирконология навьшских вулканитов айской свиты и проблема возраста нижней границы рифея на Южном Урале // Докл. АН. — 2013б. — Т. 448, №4. — С. 437–442

Крылов И. Н. Столбчатые ветвящиеся строматолиты рифейских отложений Южного Урала и их значение для стратиграфии верхнего докембрия // Тр. ГИН АН СССР, вып. 69. — Изд. АН СССР: Москва. — 1963. — С. 133. Таблиц 35.

Кузнецов А. Б., Семихатов М. А., Горохов И. М. Возможности стронциевой изотопной хемотратиграфии в решении проблем стратиграфии верхнего протерозоя (рифей и венда) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. — 2014. — Т. 22. — №6. — С. 3–26.

Пучков В. Н., Краснобаев А. А., Козлов В. И., Сергеева Н. Д. Новые определения изотопного возраста вулканических излияний в типовом разрезе рифея и венда Южного Урала: следствия для стратиграфии // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэко-

логии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий. Материалы IX Межрегиональной научно-практической конференции Уфа, 19–22 ноября, 2012 г. — Уфа: «ДизайнПресс». — 2012. — С. 52–55.

Пучков В. Н., Краснобаев А. А., Сергеева Н. Д. Новое в стратиграфии стратотипического разреза рифея // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы ее обустройства: Матер. Всерос. конф. — М.: ГИН РАН, 2013. — С. 70–72.

Пучков В. Н., Сергеева Н. Д. Изотопный возраст вулканогенных образований рифея на Южном Урале и значение событийной стратиграфии в уточнении стратиграфической шкалы // Стратиграфия верхнего докембрия: проблемы и пути решения. Материалы VII Российской конференции по проблемам геологии докембрия (Санкт-Петербург, 21–24 сентября 2021 г.). — Санкт-Петербург: Свое издательство, 2021. — С. 155–158.

Пучков В. Н., Сергеева Н. Д., Краснобаев А. А. Пограничные стратоны рифея и венда на Южном Урале. Дополнения и изменения в региональную стратиграфическую схему // Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий. Материалы и доклады 10 Межрегиональной научно-практической конференции. — Уфа, 13–15 мая, 2014. — Уфа: ДизайнПресс. — 2014. — С. 77.

Семихатов М. А., Шуркин К. А., Аксенов Е. М., Беккер Ю. Р., Бибикова Е. В., Дук В. Л., Есичук В. Л., Карсаков Л. П., Киселев В. В., Козлов В. И., Лобач-Жученко С. Б., Негруца В. З., Робонен В. И., Сезько А. И., Филатова Л. И., Хоментовский В. В., Шемякин В. М., Шульдинер В. И. Новая стратиграфическая шкала докембрия СССР // Изв. АН СССР, Сер. геол. — 1991. — №4. — С. 3–13.

Семихатов М. А., Кузнецов А. Б., Чумаков Н. М. Изотопный возраст границ общих стратиграфических подразделений верхнего протерозоя (рифей и венда) России: эволюция взглядов и современная оценка // Стратиграфия. Геологическая корреляция. — 2015. — Т. 23. — №6. — С. 16–27.

Соколов Б. С. Очерки становления венда. — М.: КМК Лтд, 1997. — 156 с.

Стратиграфические схемы Урала (Докембрий, палеозой), 1993. Межведомственный Стратиграфический Комитет России. — Екатеринбург, 1993. — 151 схема. — 152 с.

Стратиграфический кодекс России. Издание третье, исправленное и дополненное. — СПб. Издательство ВСЕГЕИ, 2019. — 96 с. (МСК России, ВСЕГЕИ).

Стратотип рифея. Стратиграфия. Геохронология / Под ред. Б. М. Келлера, Н. М. Чумакова. — М.: Наука, 1983. — 183 с. (Тр. ГИН АН СССР; Вып. 377).

Янкаускас Т. В. Древнейший комплекс растительных микрофоссилий из венда Башкирского Приуралья (сергеевская микробиота) // Докл. АН СССР. — 1980. — Т. 250. — №6. — С. 1434–1437.

Янкаускас Т. В. Растительные микрофоссилии верхнего докембрия и кембрия европейской части СССР и их стратиграфическое значение: Автореф. дис. ... докт. геол. — мин. наук. — М., 1982. — 52 с.

*Fedorova N. M., Levashova N. M., Bazhenov M. L., Meert J. G., Sergeeva N. D., Golovanova I. V., Danukalov K. N., Kuznetsov N. B., Kadyrov A. F., Khidiyatov M. M.* The East European Platform in the late Ediacaran: new paleomagnetic and geochronological data // *Russian Geology and Geophysics*. — 2013. — V. 54. — P. 1392–1401. Doi: 10.1016/j.rgg. 2013.10.003.

*Kuznetsov A. B., Bekker A., Ovchinnikova G. V., Gorokhov I. M., Vasilyeva I. M.* Unradiogenic strontium and moderate-amplitude carbon isotope variations in early Tonian seawater after the assembly of Rodinia and before the Bitter Springs Excursion // *Precambrian Research*. — 2017. — No. 298. — P. 157–173. Doi: 10.1016/j.precamres. 2017.06.011

*Puchkov V. N., Bogdanova S. V., Ernst R. E., Koslov V. I., Krasnobaev A. A., Ulf Soderlund, Michael T. D., Wingate, Postnikov A. V., Sergeeva N. D.* The ca. 1380 Ma Mashak igneous event of the Southern Urals. — «Lithos», 1 August 2013. — V. 174. — P. 109–124.

*Puchkov V. N., Ernst R. E., Ivanov K. S.* The importance and difficulties of identifying mantle plumes in orogenic belts: An example based on the fragmented large igneous province (LIP) record in the Ural fold belt // *Precambrian Research* 361. — 2021. — 106186. — P. 21–24.

*Zaitseva, T. S., Kuznetsov, A. B., Gorokhov, I. M., Dankina, K. N., Ivanovskaya, T. A., Melnikov, N. N., Konstantinova, G. V.* Global phyllosilicates of the Vendian Bakeevo Formation, the South Urals — crystallochemical and Rb-Sr isotope data // II International Conference «Clays, clay minerals and layered materials — CMLM 2013». — Abstracts. St. Petersburg, Russia, Falcon Print. — 2013. — P. 79.

## References:

*Bekker Yu. R.* (1988). Molassy dokembriya [Precambrian molasses]. L.: Nedra. 288 p. (In Russian).

*Becker Yu. R.* (1996). Otkrytie ediakarskoi fauny v krovlе vєnda Yuzhnogo Urala [Discovery of the Ediacaran fauna in the roof of the Vendian of the Southern Urals] // *Regional geology and metallogeny*. No. 5. L.: VSEGEI. P. 111–131. (In Russian).

*Grazhdankin D. V., Marusin V. V., Meert J., Krupenin M. T., Maslov A. V.* (2011). Kotlinskii gorizont na Yuzhnom Urale [Kotlin Horizon in the Southern Urals] // *Dokl. RAN*. T. 440, No. 2. P. 201–206. (In Russian).

Dopolneniya k Stratigraficheskomu kodeksu Rossii [Additions to the Stratigraphic Code of Russia]. (2000). St. Petersburg: VSEGEI Publishing House, 112 p. (In Russian).

*Zaitseva T. S., Kuznetsov A. B., Gorozhanin V. M., Gorokhov I. M., Ivanovskaya T. A., Konstantinova G. V.* (2019). Osnovanie vєnda na Yuzhnom Urale: Rb-Sr vozrast glaukonitov bakeevskoi svity [Basement of the Vendian in the Southern Urals: Rb-Sr age of glauconites of the Bakeevskaya Formation] // *Stratigraphy. Geol. correlation*. V. 27. No. 5. P. 82–96. (In Russian).

*Kozlov V. I.* (1982). Verkhonii rifei i vend Yuzhnogo Urala [Upper Riphean and Vendian of the Southern Urals]. Moscow, Nauka Publ., 128 p. (In Russian).

*Kozlov V. I.* (1986). Novye dannye po stratigrafii karatauskoi serii severnoi chasti Alatauskogo antiklinoriya (Yuzhnyi Ural) [New data on the stratigraphy of the Karatau series of the northern part of the Alatau anticlinorium (Southern Urals)] // *Precambrian and Paleozoic of the Southern Urals* (Coll. scientific works). Ufa: BFAN USSR. P. 4–13. (In Russian).

*Kozlov V. I., Krasnobaev A. A., Kozlova E. V.* (1991). Stratigrafiya rifeya v stratotipicheskom razreza Yuzhnogo Urala [Riphean stratigraphy in the stratotype section of the Southern Urals]. Ufa. BSC RAS. 38 p. (Preprint). (In Russian).

*Kozlov V. I., Krasnobaev A. A., Weiss A. F.* (1994). Stratotip rifeya: stroenie, paleontologicheskaya kharakteristika, izotopnyi vozrast. Obshchie voprosy i printsip raschleneniya dokembriya [Riphean stratotype: structure, paleontological characteristics, isotopic age. General questions and the principle of division of the Precambrian]. St. Petersburg: Nauka. P. 133–156. (In Russian).

*Kozlov V. I., Sergeeva N. D., Genina L. A., Mikhailov P. N.* (2008). K voprosu o stroenii pogranichnykh sloev verkhnego rifeya i vєnda v Tirlyanskom raione na Yuzhnom Urale [On the question of the structure of the boundary layers of the Upper Riphean and Vendian in the Tirlyansky region in the South Urals] // *Geology, minerals and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories* (Materials of the VII Interregional Scientific and Practical Conference). Ufa. DesignPolygraphervis. P. 112–117. (In Russian).

*Kozlov V. I., Puchkov V. N., Krasnobaev A. A., Nekhorosheva A. G., Busharina S. V.* (2011). Arshinii — novyi straton rifeya v stratotipicheskikh razrezakh Yuzhnogo Urala [Arshinius is a new straton of the Riphean in the stratotype sections of the Southern Urals] // *Geol. Collection* No. 9. IG USC RAS. Ufa: DesignPolygraphService, P. 52–56. (In Russian).

*Krasnobaev A. A., Kozlov V. I., Puchkov V. N., Larionov A. N., Nekhorosheva A. G., Berezhnaya N. G.* (2007). Poligenno-polikhronnaya tsirkonologiya i problema vozrasta Barangulovskogo gabbro-granitnogo kompleksa [Polygenic-polychronous zirconology and the problem of the age of the Barangulovsky gabbro-granite complex] // *DAN*. V. 416, no. 2. P. 241–246. (In Russian).

*Krasnobaev A. A., Kozlov V. I., Puchkov V. N., Sergeeva N. D., Busharina S. V.* (2012). Novye dannye po tsirkonovoi geokhronologii arshinskikh vulkanitov (Yuzhnyi Ural) [New data on zircon geochronology of Arsha volcanics (Southern Urals)] // *Litosfera*. No. 4. P. 127–140. (In Russian).

*Krasnobaev A. A., Puchkov V. N., Sergeeva N. D., Busharina S. V.* (2015). (SHRIMP) — vozrast tsirkonov granitov i substrata Mazarinskogo massiva (Yuzhnyi Ural) [U — Pb (SHRIMP) — age of zircons from granites and substrate of the Mazaara massif (Southern Urals)] // *Dokl. RAN*. V. 463. No. 2. S. 206–212. (In Russian).

*Krasnobaev A. A., Kozlov V. I., Puchkov V. N., Busharina S. V., Sergeeva N. D., Paderin I. P.* (2013a). Tsirkonovaya geokhronologiya mashakskikh vulkanitov i problema vozrasta granitsy nizhnii-srednii rifei (Yuzhnyi Ural) [Zircon geochronology of the Mashak volcanic rocks and the problem of the age of the Lower-Middle Riphean boundary (Southern Urals)] // *Stratigraphy. Geological Correlation*. V. 21, No. 5. P. 3–20. (In Russian).

- Krasnobaev A. A., Puchkov V. N., Kozlov V. I., Sergeeva N. D., Busharina. S. V., Lepekhina E. N.* (2013b). Tsirkonologiya navyshskikh vulkanitov aiskoi svity i problema vozrasta nizhnei granitsy rifeya na Yuzhnom Urале [Zirconology of the Navysh volcanics of the Ai Formation and the problem of the age of the lower Riphean boundary in the Southern Urals] // *Dokl. AN*. V. 448, No. 4. P. 437–442. (In Russian).
- Krylov I. N.* (1963). Stolbchatye vetvyashchiesya stromatolity rifeiskikh otlozhenii Yuzhnogo Urала i ikh znachenie dlya stratigrafii verkhnego dokembriya [Columnar branching stromatolites of the Riphean deposits of the Southern Urals and their significance for the Upper Precambrian stratigraphy] // *Tr. GIN AN SSSR*. V. 69. Izd. AN SSSR: Moskva. P. 133. Tablic 35. (In Russian).
- Kuznetsov A. B., Semikhatov M. A., Gorokhov I. M.* (2014). Vozmozhnosti strontsiyevoy izotopnoi khemostratigrafii v reshenii problem stratigrafii verkhnego proterozoya (rifeya i venda) [Possibilities of strontium isotope chemostratigraphy in solving the problems of stratigraphy of the Upper Proterozoic (Riphean and Vendian)] // *Stratigraphy. Geological correlation*. V. 22, No. 6. P. 3–26. (In Russian).
- Puchkov V. N., Krasnobaev A. A., Kozlov V. I., Sergeeva N. D.* (2012). Novye opredeleniya izotopnogo vozrasta vulkanicheskikh izliyanii v tipovom razreze rifeya i venda Yuzhnogo Urала: sledstviya dlya stratigrafii [New determinations of the isotope age of volcanic eruptions in the type section of the Riphean and Vendian of the Southern Urals: implications for stratigraphy] // *Geology, minerals and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Materials of the IX Interregional scientific scientific-practical conference Ufa, November 19–22. Ufa: «DesignPress». P. 52–55. (In Russian).
- Puchkov V. N., Krasnobaev A. A., Sergeeva N. D.* (2013). Novoe v stratigrafii stratotipicheskogo razreza rifeya [New in the stratigraphy of the stratotype section of the Riphean] // *General stratigraphic scale of Russia: state and prospects for its development: Mater. Vseros. conf. M.: GIN RAN*. P. 70–72. (In Russian).
- Puchkov V. N., Sergeeva N. D.* (2021). Izotopnyi vozrast vulkanogennykh obrazovaniy rifeya na Yuzhnom Urале i znachenie sobytiinoy stratigrafii v utocnenni stratigraficheskoi shkaly [The isotopic age of the Riphean volcanogenic formations in the Southern Urals and the significance of event stratigraphy in the refinement of the stratigraphic scale] // *Upper Precambrian stratigraphy: problems and solutions*. Proceedings of the VII Russian Conference on the problems of Precambrian geology (St. Petersburg, September 21–24, 2021). St. Petersburg: Own publishing house. P. 155–158. (In Russian).
- Puchkov V. N., Sergeeva N. D., Krasnobaev A. A.* (2014). Pogranichnye stratony rifeya i venda na Yuzhnom Urале. Dopolneniya i izmeneniya v regional'nyu stratigraficheskuyu skhemu [Riphean and Vendian boundary stratons in the Southern Urals. Additions and changes to the regional stratigraphic scheme] // *Geology, minerals and problems of geoecology of Bashkortostan, the Urals and adjacent territories*. Materials and reports. 10 Interregional scientific and practical conference. Ufa, May 13–15, 2014. Ufa: DesignPress. P. 77. (In Russian).
- Semikhatov M. A., Shurkin K. A., Aksenov E. M., Becker Yu. R., Bibikova E. V., Duk V. L., Esipchuk V. L., Karsakov L. P., Kiselev V. V., Kozlov V. I., Lobach-Zhuchenko S. B., Negruta V. Z., Robonen V. I., Sezko A. I., Filatova L. I., Khomentovsky V. V., Shemyakin V. M., Shuldiner V. I.* (1991). Novaya stratigraficheskaya shkala dokembriya SSSR [New stratigraphic scale of the Precambrian of the USSR] // *Izv. USSR Academy of Sciences, Ser. geol.* No. 4. P. 3–13. (In Russian).
- Semikhatov M. A., Kuznetsov A. B., Chumakov N. M.* (2015). Izotopnyi vozrast granits obshchikh stratigraficheskikh podrazdelenii verkhnego proterozoya (rifeya i venda) Rossii: evolyutsiya vzglyadov i sovremennaya otsenka [Isotopic age of the boundaries of common stratigraphic units of the Upper Proterozoic (Riphean and Vendian) of Russia: evolution of views and modern assessment] // *Stratigraphy. geological correlation*. V. 23, No. 6. P. 16–27. (In Russian).
- Sokolov B. S.* (1997). Ocherki stanovleniya venda [Essays on the formation of the Vendian]. M.: KMK Ltd. 156 p. (In Russian).
- Stratigraficheskie skhemy Urала (Dokembrii, paleozoi), 1993. Mezhdvedomstvennyi Stratigraficheskii Komitet Rossii (1993). [Stratigraphic schemes of the Urals (Precambrian, Paleozoic), 1993]. Interdepartmental Stratigraphic Committee of Russia. Yekaterinburg, 151 diagrams, 152 p. (In Russian).
- Stratigraficheskii kodeks Rossii. Izdanie tret'e, ispravlennoe i dopolnennoe (2019). [Stratigraphic Code of Russia. Third edition, corrected and enlarged]. St. Petersburg. VSEGEI Publishing House. 96 p. (MSK Russia, VSEGEI) (In Russian).
- Stratotip rifeya. Stratografiya. Geokhronologiya (1983). [Riphean stratotype. Stratigraphy. Geochronology]/Ed. B. M. Keller, N. M. Chumakov. M.: Nauka, 183 p. (Tr. GIN AN USSR; Issue 377). (In Russian).
- Yankauskas T. V.* (1980). Drevneishii kompleks rastitel'nykh mikrofosilii iz venda Bashkirskogo Priural'ya (sergeevskaya mikrobiota) [The oldest complex of plant microfossils from the Vendian of the Bashkir Cis-Urals (Sergeevskaya microbiota)] // *Dokl. AN SSSR*. V. 250, no. 6. P. 1434–1437. (In Russian).
- Yankauskas T. V.* (1982). Rastitel'nye mikrofosilii verkhnego dokembriya i kembriya evropeiskoi chasti SSSR i ikh stratigraficheskoe znachenie [Plant microfossils of the Upper Precambrian and Cambrian of the European part of the USSR and their stratigraphic significance] Abstract of the thesis. dis. ... doc. geol. — min. Sciences. M. 52 p. (In Russian).
- Fedorova Fedorova N. M., Levashova N. M., Bazhenov M. L., Meert J. G., Sergeeva N. D., Golovanova I. V., Danukalov K. N., Kuznetsov N. B., Kadyrov A. F., Khidiyatov M. M. (2013). The East European Platform in the late Ediacaran: new paleomagnetic and geochronological data // *Russian Geology and Geophysics*. V. 54. P. 1392–1401. Doi: 10.1016/j. rgg. 2013.10.003
- Kuznetsov A. B., Bekker A., Ovchinnikova G. V., Gorokhov I. M., Vasilyeva I. M. (2017). Unradiogenic strontium and moderate-amplitude carbon isotope variations in early Tonian seawater after the assembly of Rodinia and before the Bitter Springs Excursion // *Precambrian Research*. No. 298. P. 157–173. Doi: 10.1016/j. precamres. 2017.06.011
- Puchkov V. N., Bogdanova S. V., Ernst R. E., Koslov V. I., Krasnobaev A. A., Ulf Soderlund, Michael T. D., Wingate,

Postnikov A. V., Sergeeva N. D. (2013). The ca. 1380 Ma Mashak igneous event of the Southern Urals // *Lithos*, 1 August 2013. V. 174. P. 109–124.

Puchkov V. N., Ernst R. E., Ivanov K. S. (2021). The importance and difficulties of identifying mantle plumes in orogenic belts: An example based on the fragmented large igneous province (LIP) record in the Ural fold belt // *Precambrian Research*, 361 106186. P. 21–24.

Zaitseva T. S., Kuznetsov A. B., Gorokhov I. M., Dankina K. N., Ivanovskaya T. A., Melnikov N. N., Konstantinova G. V. (2013). Globular phyllosilicates of the Vendian Bakeevo Formation, the South Urals — crystallochemical and Rb-Sr isotope data. II International Conference «Clays, clay minerals and layered materials — CMLM 2013». Abstracts. St. Petersburg, Russia, Falcon Print, p. 79.

#### *Сведения об авторах*

**Сергеева Нина Дмитриевна** — канд. геол.-мин. наук, ведущий научный сотрудник Институт геологии УФИЦ РАН Россия, 450077, Уфа, ул. К. Маркса, д. 16/2, riphey@ufaras.ru

**Пучков Виктор Николаевич** — доктор геол.-мин. наук, профессор, главный научный сотрудник, член-корреспондент РАН, Институт геологии и геохимии УрО РАН Россия, 620016, Екатеринбург, ул. Ак. Вонсовского, д. 15, puchkv2@mail.ru

#### *About the authors:*

**Sergeeva Nina Dmitrievna**, leading Researcher, candidate of geological and mineralogical sciences, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Russia, Ufa. riphey@ufaras.ru.

**Puchkov Viktor Nikolaevich**, Doctor of Geological-Mineralogical Sciences, Principle Researcher, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences (RAS), Professor, Institute of Geology and Geochemistry of the Urals Branch of the Russian Academy of Sciences, Russian Yekaterinburg, puchkv2@mail.ru

Статья поступила в редакцию 22.06.2022; одобрена после рецензирования 23.06.2022; принята к публикации 14.07.2022

The article was submitted 22.06.2022; approved after reviewing 23.06.2022; accepted for publication 14.07.2022