

УДК 550.4; 550.93

РЕЛИКТЫ РАЗРУШЕННЫХ ОКЕАНИЧЕСКИХ ОСТРОВНЫХ ДУГ В ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКОМ ВЯТСКОМ ОРОГЕНЕ (ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКИЙ КРАТОН)

**К. Г. Ерофеева^{1,2*}, А. В. Самсонов¹, Т. А. Пилицына¹,
А. Н. Ларионов³, В. А. Спиридонов⁴, А. В. Постников⁵,
А. Ю. Вовшина³, А. С. Дубенский²**

¹ Институт геологии рудных месторождений, петрографии, минералогии и геохимии РАН (Старомонетный пер., 35, Москва, Россия, 119017), *xenin.erofeeva@ya.ru

² Геологический институт РАН (Пыжевский пер., 7, Москва, Россия, 119017)

³ Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени А. П. Карпинского (Средний проспект, 74, Санкт-Петербург, Россия, 199106)

⁴ ВНИИ Геосистем (Варшавское шоссе, 8, Москва, Россия, 117105)

⁵ РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина (Ленинский просп., 63/2, Москва, Россия, 119991)

На основе изучения раннедокембрийских метаморфизованных вулканогенно-осадочных пород Вятского пояса (Волго-Уральский сегмент Восточно-Европейского кратона) рассмотрены вопросы тектонических обстановок его формирования и места в палеоконтинентальных корреляциях 2,2–2,0 млрд лет назад.

Ключевые слова: Восточно-Европейский кратон; Волго-Уралия; орогены; островные дуги

Для цитирования: Ерофеева К. Г., Самсонов А. В., Пилицына Т. А., Ларионов А. Н., Спиридонов В. А., Постников А. В., Вовшина А. Ю., Дубенский А. С. Реликты разрушенных океанических островных дуг в палеопротерозойском Вятском орогене (Восточно-Европейский кратон) // Труды Карельского научного центра РАН. 2022. № 5. С. 34–37. doi: 10.17076/geo1656

Финансирование. Исследование выполнено при финансовой поддержке в рамках госзадания лаборатории петрографии ИГЕМ РАН.

**K. G. Erofeeva^{1,2*}, A. V. Samsonov¹, T. A. Pilitsyna¹, A. N. Larionov³, V. A. Spiridonov⁴,
A. V. Postnikov⁵, A. Yu. Vovshina³, A. S. Dubenskiy². RELICTS OF DESTROYED
OCEANIC ISLAND ARCS IN THE PALEOPROTEROZOIC VYATKA OROGEN
(EAST-EUROPEAN CRATON)**

¹ Institute of Ore Geology, Petrography, Mineralogy and Geochemistry (IGEM), Russian Academy of Sciences (35 Staromonetnyi Per., 119017 Moscow, Russia),

*xenin.erofeeva@ya.ru

² Geological Institute, Russian Academy of Sciences (7 Pyrzhevsky Per., 119017 Moscow, Russia)

³ Karpinsky Russian Geological Research Institute (74 Sredny Prospect, 199106 St. Petersburg, Russia)

⁴ VNIIGeosystem (8 Varshavskoe Shosse, 117105 Moscow, Russia)

⁵ Gubkin State University of Oil and Gas (63/2 Leninsky Ave., 119991 Moscow, Russia)

On the basis of the study of Early Precambrian metamorphosed volcanogenic-sedimentary rocks of the Vятка belt of the northeastern Volga-Ural megablock, East European Craton, the paper will consider the tectonic settings for the formation of this belt and its position in the paleocontinental correlations 2.2-2.0 Ga ago.

Keywords: East European Craton; Volgo-Uralia; orogens; oceanic island arcs

For citation: Erofeeva K. G., Samsonov A. V., Pilitsyna T. A., Larionov A. N., Spiridonov V. A., Postnikov A. V., Vovshina A. Yu., Dubenskiy A. S. Relicts of destroyed oceanic island arcs in the Paleoproterozoic Vятка Orogen (East-European Craton). *Trudy Kareli'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2022;5:34–37. doi: 10.17076/geo1656

Funding. The study was funded under state assignment to the Petrography Laboratory IGEM RAS.

Вятский пояс выделен по результатам бурения и оконтурен по геофизическим данным как крупная вулканогенно-осадочная структура, зажатая между архейскими гранито-гнейсовыми блоками [Bogdanova et al., 2016]. Вятский пояс слагают Hbl-Bt-гнейсы, сохранившие Pl-порфиоровую структуру и образованные за счет вулканогенного протолита, и Crd-Sil-Grt-Bt-гнейсы первично осадочного происхождения. Эти вулканогенно-осадочные породы, объединяемые в унийскую свиту, прорваны жилами гнейсовидных Ms-Bt-трондьемитов талицкого комплекса мощностью от первых сантиметров до 5 метров.

По составу метавулканиды отвечают известково-щелочным высокоглиноземистым андезитам и дацитам калинатрового ряда ($\text{Na}_2\text{O}/\text{K}_2\text{O} > 1$), имеют сильно обогащенные спектры легких РЗЭ, умеренно фракционированные спектры тяжелых РЗЭ и отрицательные аномалии Sr, Eu, Ti и всех HFSE. Метаосадочные породы отвечают грауваккам и по содержанию большинства главных и редких элементов близки к метавулканидам, которые могли служить их источником.

U-Pb-изотопное датирование циркона из метавулканидов и метаосадков в разных частях пояса дает близкие спектры возрастов с тремя главными пиками. Циркон с возрастом 2,10 млрд лет доминирует в метавулканидах (> 90 %) и составляет до 70 % популяции в метаосадочных породах, что служит еще одним аргументом в пользу образования осадков за счет разрушения смежных вулканических построек. Циркон с возрастом 2,14 млрд лет составляет до 15 % популяций во всех пробах метаосадочных пород, что указывает на присутствие в Вятском поясе еще одного, пока

что не обнаруженного, источника палеопротерозойского магматического циркона. Циркон с возрастом 2,05 млрд лет, найденный во всех породах в виде каем обрастания и мелких кристаллов, мог образоваться при внедрении Ms-Bt-трондьемитов, возраст которых оценен в 2,05 млрд лет. Радиогенный изотопный состав Nd в метавулканидах ($\epsilon_{\text{Nd}}(2100) = 3,2 \pm 0,2$) указывает на ювенильный источник магм. Более низкие величины $\epsilon_{\text{Nd}}(2100) = 2,5 \pm 0,3$ в метаосадочных породах свидетельствуют о небольшом вкладе более древнего материала, что согласуется с находками в них единичных архейских зерен циркона.

Весь комплекс данных дает убедительные свидетельства об образовании пород унийской свиты Вятского пояса на удалении от архейских блоков, во внутриокеанической надсубдукционной обстановке, при формировании двух разновозрастных островных дуг 2,10 и 2,14 млрд лет, разрушение которых с образованием граувакковых отложений могло происходить за счет субдукционной эрозии [например, Straub et al., 2020].

Близкие по геохимии флишоидные осадки с ювенильными островодужными источниками и с возрастом циркона 2,1–2,2 млрд лет слагают Волго-Донской пояс [например, Бибикина и др., 2009; Terentiev, Santosh, 2016], который располагается между Волго-Уральским и Сарматским мегаблоками [Bogdanova et al., 2016]. Восточный фланг Вятского пояса, возможно, был частью обширного палеопротерозойского орогена вместе с Батомским поясом юго-восточной части Сибирского кратона. Такая корреляция обоснована сходством возраста корообразующих процессов этих двух поясов

[Котов, 2003; Мишкин и др., 2010; Гурьянов и др., 2016; Кузьмин и др., 2016] и существующими палеоконтинентальными корреляциями [Elming et al., 2021 и ссылки в ней]. Полученные данные расширяют список палеопротерозойских орогенов с возрастом 2,2–2,0 млрд лет, в которых начало амальгамации отдельных архейских блоков в суперконтинент Нуна происходило на фоне главного этапа раскола архейских суперкратонов 2,2–2,0 млрд лет назад [Condie et al., 2021].

Литература

Бибикина Е. В., Богданова С. В., Постников А. В., Попова Л. П., Кирнозова Т. И., Фугзан М. М., Глушченко В. В. Зона сочленения Сарматии и Волго-Уралии: изотопно-геохронологическая характеристика супракрустальных пород и гранитоидов // Стратиграфия и геологическая корреляция. 2009. № 6. С. 3–16.

Гурьянов В. А., Диденко А. Н., Песков А. Ю., Роганов Г. В., Дымович В. А. Раннедокембрийские гранитоиды Батомгского выступа фундамента Юго-Востока сибирской платформы: возраст и геодинамическая обстановка формирования // Тихоокеанская геология. 2016. Т. 35, № 3. С. 23–44.

Котов А. Б. Граничные условия геодинамических моделей формирования континентальной коры Алданского щита: Автореф. дис. ... д-ра геол.-минер. наук. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2003. 78 с.

Кузьмин В. К., Богомолов Е. С., Глебовицкий В. А. Раннепротерозойский габбро-диорит-гранитный магматизм Батомгского поднятия (Северо-Восток Алданского щита): Sm-Nd-изотопно-геохимические свидетельства // ДАН. 2016. Т. 466, № 6. С. 707. doi: 10.7868/S0869565216060177

Мишкин М. А., Ленников А. М., Баянова Т. Б., Вовна Г. М., Сахно В. Г., Октябрьский Р. А., Бадредин З. Г. Первые результаты U-Pb геохронологических исследований докембрийских гранитоидов Батомгского блока Алданского щита // Тихоокеанская геология. 2010. Т. 29, № 3. С. 45–49.

Bogdanova S. V., Gorbatshev R., Garetsky R. G. EUROPE | East European Craton // Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences, Elsevier, 2016. doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.10020-X

Condie K. C., Pisarevsky S. A., Puetz S. J. LIPs, orogens and supercontinents: The ongoing saga // Gondwana Res. 2021. Vol. 96. P. 105–121. doi: 10.1016/j.gr.2021.05.002

Elming S.-Å., Salminen J., Pesonen L. J. Chapter 16: Paleo-Mesoproterozoic Nuna supercycle // Pesonen L. J., Salminen J., Evans D. A. D., Elming S.-Å., Veikkolainen T. (eds.). Ancient Supercontinents and the Paleogeography of the Earth. Elsevier, 2021. P. 499–548. doi: 10.1016/B978-0-12-818533-9.00001-1

Straub S. M., Gómez-Tuena A., Vannucchi P. Subduction erosion and arc volcanism // Nat. Rev. Earth

Environ. 2020. Vol. 1. P. 574–589. doi: 10.1038/s43017-020-0095-1

Terentiev R. A., Santosh M. Detrital zircon geochronology and geochemistry of metasediments from the Vorontsovka terrane: implications for microcontinent tectonics // Int. Geol. Rev. 2016. Vol. 58, no. 9. P. 1108–1126. doi: 10.1080/00206814.2016.1147386

References

Bibikova E. V., Bogdanova S. V., Postnikov A. V., Popova L. P., Kirnozova T. I., Fugzan M. M., Glushchenko V. V. Sarmatia-Volgo-Uralia junction zone: Isotopic-geochronologic characteristic of supracrustal rocks and granitoids. *Stratigr. Geol. Correl.* 2009;17(6):561–573. doi: 10.1134/S086959380906001X

Bogdanova S. V., Gorbatshev R., Garetsky R. G. EUROPE | East European Craton. *Reference Module in Earth Systems and Environmental Sciences*. Elsevier; 2016. doi: 10.1016/B978-0-12-409548-9.10020-X

Condie K. C., Pisarevsky S. A., Puetz S. J. LIPs, orogens and supercontinents: The ongoing saga. *Gondwana Res.* 2021;96:105–121. doi: 10.1016/j.gr.2021.05.002

Elming S.-Å., Salminen J., Pesonen L. J. Chapter 16: Paleo-Mesoproterozoic Nuna supercycle. Pesonen L. J., Salminen J., Evans D. A. D., Elming S.-Å., Veikkolainen T. (eds.). *Ancient Supercontinents and the Paleogeography of the Earth*. Elsevier; 2021. P. 499–548. doi: 10.1016/B978-0-12-818533-9.00001-1

Guryanov V. A., Didenko A. N., Peskov A. Y., Roganov G. V., Dymovich V. A. Early Precambrian granitoids of the Batomga inlier of the southeastern Siberian Platform basement: Age and geodynamic formation settings. *Russ. J. of Pac. Geol.* 2016;10:168–188. doi: 10.1134/S1819714016030039

Kotov A. B. Boundary conditions of geodynamic models of the formation of the continental crust of the Aldan Shield: Summary of DSc (Dr. of Geol.-Miner.) thesis. St. Petersburg: SPbGU; 2003. (In Russ.)

Kuzmin V. K., Bogomolov E. S., Glebovitskii V. A. Paleoproterozoic gabbro-diorite-granite magmatism of the Batomga Rise (NE Aldan Shield): Sm-Nd isotope geochemical evidence. *Dokl. Earth Sci.* 2016;466:199–205. doi: 10.1134/S1028334X16020203

Mishkin M. A., Lennikov A. M., Bayanova T. B., Vovna G. M., Sakhno V. G., Oktyabr'skii R. A., Badredin Z. G. First results of U-Pb geochronological studies of the Precambrian granitoids of the Batomga block of the Aldan Shield. *Russ. J. of Pac. Geol.* 2010;4:223–227. doi: 10.1134/S1819714010030048

Straub S. M., Gómez-Tuena A., Vannucchi P. Subduction erosion and arc volcanism. *Nat. Rev. Earth Environ.* 2020;1:574–589. doi: 10.1038/s43017-020-0095-1

Terentiev R. A., Santosh M. Detrital zircon geochronology and geochemistry of metasediments from the Vorontsovka terrane: implications for microcontinent tectonics. *Int. Geol. Rev.* 2016;58(9):1108–1126. doi: 10.1080/00206814.2016.1147386

Поступила в редакцию / received: 19.08.2022; принята к публикации / accepted: 29.08.2022.
 Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Ерофеева Ксения Геннадьевна

канд. геол.-мин. наук, научный сотрудник

e-mail: xenin.erofeeva@ya.ru

Самсонов Александр Владимирович

член-корр. РАН, д-р геол.-мин. наук, главный научный сотрудник

e-mail: samsonovigem@mail.ru

Пилицына Татьяна Андреевна

младший научный сотрудник

e-mail: allafia@yandex.ru

Ларионов Александр Николаевич

д-р геол.-мин. наук

e-mail: alexander_larionov@vsegei.ru

Спиридонов Виктор Альбертович

ведущий специалист

e-mail: vik-spiridonov@yandex.ru

Постников Александр Васильевич

д-р геол.-мин. наук, зав. кафедрой литологии

e-mail: postnikov.a@gubkin.ru

Вовшина Анна Юрьевна

ведущий геолог

e-mail: anna_vovshina@vsegei.ru

Дубенский Александр Сергеевич

канд. хим. наук, старший научный сотрудник

e-mail: alexchem206@gmail.com

CONTRIBUTORS:

Erofeeva, Kseniya

Cand. Sci. (Geol.-Miner.), Researcher

Samsonov, Alexander

RAS Corr. Fellow, Dr. Sci. (Geol.-Miner.), Chief Researcher

Pilitsyna, Tatiana

Junior Researcher

Larionov, Alexander

Dr. Sci. (Geol.-Miner.)

Spiridonov, Viktor

Leading Specialist

Postnikov, Alexander

Dr. Sci. (Geol.-Miner.), Head of Lithology Department

Vovshina, Anna

Leading Geologist

Dubenskiy, Alexander

Cand. Sci. (Chem.), Senior Researcher