

УДК 551.71/.72

## ПАЛЕОПРОТЕРОЗОЙСКАЯ СТРУКТУРА ВЕТРЕНЬИЙ ПОЯС: НЕРЕШЕННЫЕ ВОПРОСЫ

С. В. Межеловская<sup>1\*</sup>, А. Д. Межеловский<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Геологический институт РАН (пер. Пыжевский, 7, Москва, Россия, 119017),  
\*Mezhelsofya@gmail.com

<sup>2</sup> Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе  
(ул. Миклухо-Маклая, 23, Москва, Россия, 117997)

В раннем протерозое на территории Балтийского щита в результате деструкции континентальной коры заложился рифт Ветреный пояс. Проведенные исследования его осадочно-вулканогенного комплекса позволили установить, что пояс сформировался на коре континентального типа в пределах Карельского кратона. Осадки и вулканиды формировались во внутриплитной прибрежно-морской обстановке. Реконструкция источников сноса для формирования обломочного материала указывает на континентальные условия на всем протяжении становления структуры. Однако сопоставление разреза Ветреного пояса с аналогичными прогибами Балтийского щита все еще позволяет усомниться в принятой стратиграфической последовательности.

Ключевые слова: Балтийский щит; петрографическое и изотопно-геохронологическое изучение; стратиграфия; корреляция

Для цитирования: Межеловская С. В., Межеловский А. Д. Палеопротерозойская структура Ветреный пояс: нерешенные вопросы // Труды Карельского научного центра РАН. 2022. № 5. С. 99–102. doi: 10.17076/geo1694

## S. V. Mezhelovskaya<sup>1\*</sup>, A. D. Mezhelovskiy<sup>2</sup>. WINDY BELT PALEOPROTEROZOIC STRUCTURE: UNRESOLVED ISSUES

<sup>1</sup> Geological Institute, Russian Academy of Sciences (7 Pyzhevsky Pereulok, Moscow, Russia),  
\*Mezhelsofya@gmail.com

<sup>2</sup> Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting  
(23 Miklukho-Maklai St., 117997 Moscow, Russia)

The Windy Belt rift was formed in the Baltic Shield in the Early Proterozoic as a result of continental crust destruction. Investigations of its sedimentary-volcanogenic complex have shown that the belt was formed on continental crust within the Karelian craton. Sediments and volcanics were formed in an intraplate coastal-marine environment. Reconstruction of clastic sediment formation sources is suggestive of continental conditions throughout. However, comparison of the Windy Belt cross-section with analogous depressions of the Baltic Shield still makes us question the commonly accepted stratigraphic sequence.

Keywords: Baltic Shield; petrographic and isotope-geochronological studies; stratigraphy; correlation

For citation: Mezhelovskaya S. V., Mezhelovskiy A. D. Windy Belt paleoproterozoic structure: unresolved issues. *Trudy Kareli'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2022;5:99–102. doi: 10.17076/geo1694

Раннепротерозойская структура Ветреный пояс, расположенная на юго-востоке Карельского кратона, является пограничной между Беломорским подвижным поясом и Карельской гранит-зеленокаменной областью. Пояс образован чередованием осадочных и вулканогенных толщ, преобразованных в условиях зеленосланцевой фации метаморфизма и погружающихся под углами 20–40° в северо-восточном направлении. Долгое время разрез Ветреного пояса являлся аналогом других палеопротерозойских структур. По мнению ряда исследователей [Богданов и др., 2011], различные комплексы пояса были отнесены к сумийскому, ятулийскому и людиковийскому надгоризонтам палеопротерозоя, в том числе и по данным Госгеолкарты [Государственная..., 2001]. Комплекс Ветреного пояса успешно коррелировался со стратотипическими разрезами, например, Онежской структуры, пока не были получены датировки по вулканитам, завершающим разрез Ветреного пояса. На сегодняшний день есть несколько изотопных датировок для коматиитовых базальтов, завершающих разрез Ветреного пояса: U-Pb (2405 ± 5 млн лет) [Межеловская и др., 2016], Re-Os (2407 ± 6 млн лет) [Puchtel et al., 2016] и Sm-Nd (2410 ± 34 млн лет) [Puchtel et al., 1997]. Изучение осадочно-вулканогенного комплекса позволило вновь поставить под сомнение принятую стратиграфическую последовательность Ветреного пояса.

В основании разреза на размытой поверхности архейских плагиогранитоидов залегает токшинская свита. Основу разреза составляют светло-серые рассланцованные кварциты. Основным минералом является кварц – до 98 %, в подчиненном количестве находятся мусковит, серицит и фуксит. Мощность свиты достигает 1500 м. Петрогеохимические данные позволяют сделать вывод о том, что породы свиты представляют собой продукты неоднократного цикла седиментации и накапливались в прибрежно-морской обстановке. Выше залегает вулканогенная киричская свита, граница с подстилающими образованиями проводится по появлению в разрезе первого горизонта лав андезибазальтового состава. В строении лавовых потоков

встречаются миндалекаменные базальты, лавобрекчии, агломераты и туфы, иногда наблюдаются прослойки туфоконгломератов. Основная масса представлена новообразованными амфиболами и измененными полевыми шпатами. Породы свиты как слагают обширные лавовые поля, так и формируют отдельные вулканотектонические структуры центрального типа. Мощность свиты 700–1100 м. Породы калгачинской свиты представлены конгломератами, в составе обломков резко преобладают гранитоиды, цемент кварцево-слюдистый с хлоритом. Форма и размер галек меняются по разрезу: внизу обломки имеют уплощенную продолговатую форму (соотношение длины и ширины от 2 до 5, размер 2–3 см); вверх по разрезу размер увеличивается до 7–10 см, а форма приближается к сферической (соотношение длины к ширине от 1,5 до 2). Такое обстоятельство может указывать на смену обстановки седиментации с континентальной (русловой) на прибрежно-морскую. Установленная мощность свиты не менее 100 м. Выше залегает кожозерская свита, обладающая пестрым составом. Базальные пачки сложены чередованием песчаников и туффитов. Для средней части разреза типично переслаивание карбонатов, туффитов с потоками базальтов, трахибазальтов. В верхах разреза наблюдаются светлые и темные слоистые доломиты и аркозовые кварцитопесчаники. По зеленым сланцам развита биотитизация, в карбонатах присутствует терригенная примесь кварца и полевых шпатов. В аркозовых кварцитопесчаниках развиты кварц, полевые шпаты, серицит, микроклин и эпидот. Наличие хорошо сохранившихся неокатанных минералов, а иногда и мелких обломков пород кислого состава указывает на низкую степень зрелости пород и близко расположенный источник сноса. Мощность свиты колеблется от 400 до 600 м. Виленгская свита в нижней части разреза сложена темно-серыми песчаниками, алевролитами и пелитами с прослоями туффитов. Темный цвет пород обусловлен преобладанием темноцветных минералов (преобладает пироксен), а в ряде случаев – присутствием углеродистого вещества. В верхней части разреза появляются олигомиктовые кварцитопесчаники, основными минералами в них являются кварц,

серицит и полевые шпаты. Мощность 1200–1500 м. Завершает разрез свита Ветреного пояса, сложенная многочисленными потоками коматиитовых базальтов и туфов. Потоки часто дифференцированы и подразделяются на кумулятивные зоны, а также зоны с микроструктурой спинифекс оливинового или пироксенового типов. В обнажениях часто наблюдаются миндалекаменные базальты, лавобрекчии и подушечные лавы. Мощность свиты, по геофизическим данным, достигает 4000 м.

На гистограммах распределения возрастов детритовых цирконов с графиками плотности вероятности для всех осадочных уровней Ветреного пояса наблюдаются палео-, мезо- и неоархейские пики 2,7–2,8–2,9 млрд лет, которые отвечают времени становления основных структурно-вещественных комплексов Карельской гранит-зеленокаменной области. Самые древние зерна имеют возраст 3,1–3,3 млрд лет, а самые молодые в кожозерской и виленгской свите – 2464–2494 млн лет и фиксируют нижний предел осадконакопления. На основе комплексного изучения циркона реконструированы возможные источники сноса при формировании осадков Ветреного пояса. Ими были различные вещественные комплексы Сумозерско-Кенозерского пояса, гранитоиды Шилосского типа, ТТГ-комплексы Водлозерского блока и поздние гранитоиды Каменноозерской структуры. Процесс накопления осадочных толщ Ветреного пояса происходил в спокойной мелководной прибрежно-морской обстановке в континентальных условиях, что подтверждается геохимическими данными.

Таким образом, сводный разрез Ветреного пояса отличается от сумийских прогибов Балтийского щита присутствием в середине разреза карбонатов с прослоями высокомагнезиальных базальтов, трахибазальтов и углеродсодержащих осадков, а также полным отсутствием кислых производных вулканизма. В то же время многие особенности последовательности и состава пород разреза Ветреного пояса сближают его с более молодыми, ятулийским и людиковийским, надгоризонтами палеопротерозойских структур на Карельском кратоне. Выяснение причин такой специфики Ветреного пояса требует дополнительных исследований.

## Литература

Богданов Ю. Б., Робонен В. И. Результаты деятельности региональной межведомственной

стратиграфической комиссии по Северо-Западу России (1984–2010) // Геология Карелии от архея до наших дней / ИГ КарНЦ РАН; ВСЕГЕИ, 2011. С. 65.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Сер. Карельская. Листы Р-37-I, Р-37-VII. Объяснительная записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 2001. 94 с. + 1 вкл. (МПР РФ, ПГО «Архангельскгеология»).

Межеловская С. В., Корсаков А. К., Межеловский А. Д., Бибикина Е. В. Временной диапазон формирования осадочно-вулканогенного комплекса Ветреного пояса // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2016. Т. 24, № 2. С. 1–14. doi: 10.7868/S0869592X16020046

Puchtel I. S., Haase K. M., Hofmann A. W., Chauvel C., Kulikov V. S., Garbe-Schönberg C.-D., Nemchin A. A. Petrology and geochemistry of crustally contaminated komatiitic basalts from the Vetreny Belt, southeastern Baltic Shield Evidence for an early Proterozoic mantle plume beneath rifted Archean continental lithosphere // Geochim. Cosmochim. Acta. 1997. Vol. 61. P. 1205–1222.

Puchtel I. S., Touboul M., Blichert-Toft J., Walker R. J., Brandon A. D., Nicklas R. W., Kulikov V. S., Samsonov A. V. Lithophile and siderophile element systematics of Earth's mantle at the Archean-Proterozoic boundary: Evidence from 2.4 Ga komatiites // Geochim. Cosmochim. Acta. 2016. Vol. 180. P. 227–255. doi: 10.1016/j.gca.2016.02.027

## References

Bogdanov Yu. B., Robonen V. I. Results of the activities of the regional stratigraphic commission for Northwest Russia (1984–2010). *Geologiya Karelii ot arkheya do nashikh dnei = Geology of Karelia from the Archean to the present day*. 2011. P. 65. (In Russ.)

Mezhelevskaya S. V., Korsakov A. K., Mezhelevskii A. D., Bibikova E. V. Time span of formation of the Vetrenyi Belt sedimentary-volcanogenic complex. *Stratigrafiya. Geol. korrelyatsiya = Stratigraphy. Geological Correlation*. 2016;24(2):1–14. doi: 10.7868/S0869592X16020046 (In Russ.)

Puchtel I. S., Haase K. M., Hofmann A. W., Chauvel C., Kulikov V. S., Garbe-Schönberg C.-D., Nemchin A. A. Petrology and geochemistry of crustally contaminated komatiitic basalts from the Vetreny Belt, southeastern Baltic Shield Evidence for an early Proterozoic mantle plume beneath rifted Archean continental lithosphere. *Geochim. Cosmochim. Acta*. 1997;61:1205–1222.

Puchtel I. S., Touboul M., Blichert-Toft J., Walker R. J., Brandon A. D., Nicklas R. W., Kulikov V. S., Samsonov A. V. Lithophile and siderophile element systematics of Earth's mantle at the Archean-Proterozoic boundary: Evidence from 2.4 Ga komatiites. *Geochim. Cosmochim. Acta*. 2016;180:227–255. doi: 10.1016/j.gca.2016.02.027

State geological map of the Russian Federation. Scale 1:200000. Karelian. Ser. Sheets P-37-I, P-37-VII. The explanatory note. St. Petersburg: VSEGEI; 2001. 94 p. + 1 inset. (In Russ.)

Поступила в редакцию / received: 14.07.2022; принята к публикации / accepted: 24.08.2022.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

**СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:****Межеловская Софья Владимировна**

канд. геол.-мин. наук, старший научный сотрудник

*e-mail: Mezhelsofya@gmail.com*

**Межеловский Алексей Дмитриевич**

канд. геол.-мин. наук, доцент

*e-mail: Geocon@yandex.ru*

**CONTRIBUTORS:****Mezhelovskaya, Sofya**

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

**Mezhelovskiy, Alexey**

Cand. Sci. (Geol.-Miner.), Associate Professor