

УДК 551.736.1(571.65).02

Sr-ХЕМОСТРАТИГРАФИЯ НИЖНЕЙ ПЕРМИ ОМОЛОНСКОГО МАССИВА (СЕВЕРО-ВОСТОК АЗИИ): ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ И ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ КОРРЕЛЯЦИИ С МЕЖДУНАРОДНОЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ШКАЛОЙ

© 2024 г. А. С. Бяков^{1,*}, член-корреспондент РАН А. Б. Кузнецов², В. Г. Ганелин³,
И. В. Брынько¹, В. А. Чеботарева², И. Л. Ведерников¹

Поступило 06.05.2024 г.

После доработки 25.05.2024 г.

Принято к публикации 29.05.2024 г.

Впервые получена Sr-хемостратиграфическая характеристика морских отложений нижней перми Омолонского массива Северо-Востока Азии на основе изучения раковин брахиопод хорошей сохранности. Отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в брахиоподах из нижнепермских региональных горизонтов (регионярусов) заключено в пределах: ороцкий – 0.70786–0.70794, огонерский – 0.70744–0.70786, коаргычанский – 0.70745–0.70748, халалинский – 0.70742–0.70735. Полученные Sr-изотопные данные демонстрируют хорошую сходимость со стандартной кривой вариации отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в пермском океане. Новые Sr-изотопные данные могут быть использованы для прямой корреляции подразделений Региональной стратиграфической шкалы Северо-Востока России с ярусами Международной стратиграфической шкалы перми. На основе новых данных доказан ассельский возраст ороцкого регионяруса нижней части пермского разреза Омолонского массива, а также уточнена региональная корреляция верхнесакмарского интервала, установленного ранее по биостратиграфическим данным.

Ключевые слова: Sr-хемостратиграфия, брахиоподы, Региональная стратиграфическая шкала, нижняя пермь, Омолонский массив, Северо-Восток Азии

DOI: 10.31857/S2686739724100066

Пермские отложения Северо-Востока России являются единственной полной морской осадочной последовательностью пермской системы в Северной Евразии и поэтому во многом уникальны. Они хорошо охарактеризованы ископаемой фауной – мелкими фораминиферами, брахиоподами, двустворчатými моллюсками, а в нижней части перми и её верхах – и аммоидеями. По этим группам разработаны детальные биостратиграфические подразделения, составляющие Региональную стратиграфическую шкалу (РСШ) перми и позволяющие проводить

надёжную корреляцию разрезов в пределах высокоширотной части Бореальной палеобиогеографической надобласти. В то же время вследствие очень большого эндемизма северо-восточно-азиатской фауны прямая корреляция пермских отложений Северо-Востока России с Международной стратиграфической шкалой (МСШ) крайне затруднена.

В последнее десятилетие проблема корреляции средне- и верхнепермского интервала разрезов Северо-Востока России успешно решается благодаря использованию прецизионных методов U–Pb-изотопного датирования цирконов из пермских туфов ([1] и др.) и методов углеродной и стронциевой изотопной хемостратиграфии ([2–4] и др.). Однако, в нижнепермских отложениях до сих пор не найдены прослойки синхронных туфов. Находки аммоидей, особенно в разрезах Колымо-Омолонского региона,

¹Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило Дальневосточного отделения Российской Академии наук, Магадан, Россия

²Институт геологии и геохронологии докембрия Российской Академии наук, Санкт-Петербург, Россия

³Геологический институт Российской Академии наук, Москва, Россия

*E-mail: abiaikov@mail.ru

крайне редки, а сами они эндемичны. Особенно это касается асельско-артинского интервала и положения каменноугольно-пермской границы в регионе, которое вызывало и вызывает много споров [5–7].

В условиях отсутствия вулканогенных туфов и редкой встречаемости руководящей фауны, одним из действенных подходов для межрегиональной корреляции и уточнения возраста морских отложений является метод стронциевой

изотопной хемотратиграфии (strontium isotope stratigraphy – SIS). Метод SIS опирается на стандартную кривую вариаций отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в палеоокеане и применяется для датирования и корреляции морских карбонатных отложений и ископаемых остатков с карбонатной раковиной [8, 9]. Специальные исследования показали, что ископаемые остатки раковин двустворок, брахиопод, аммоноиндей и белемнитов могут сохранять первичное отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ среды обитания при отсутствии диагенетических и эпигенетических изменений [8, 10–13]. Начиная с конца карбона и на протяжении всей ранней перми, отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в океане устойчиво и быстро понижалось, благодаря чему его можно с успехом использовать для определения возраста отложений [8].

Недавно нами были опубликованы результаты определения отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в раковинах брахиопод из верхов средней и верхней перми Омолонского массива, позволившие установить хорошую применимость SIS для решения стратиграфических задач в Колымо-Омолонском регионе [3]. В настоящей статье мы представляем первые результаты Sr-изотопного изучения брахиопод из нижней перми этого региона.

Омолонский массив является лучшим объектом на Северо-Востоке Азии для проведения Sr-хемотратиграфических исследований. Пермские отложения, входящие в состав чехла массива, имеют хорошую охарактеризованность остатками фауны и спокойные условия залегания. Сами окаменелости, значительную часть которых представляют брахиоподы-спирифериды, одни из лучших объектов для изучения изотопного состава Sr, поскольку почти не подвержены процессам эпигенеза.

Объектом изучения предлагаемой статьи послужили раковины брахиопод, преимущественно спириферид хорошей сохранности, происходящие из трёх разрезов нижней перми южной части Омолонского массива и его юго-восточного обрамления (рис. 1).

Материал был отобран во время комплексных полевых исследований пермских отложений в 2006, 2014 и 2015 гг. В процессе отбора образцов особое внимание уделялось отсутствию признаков вторичных изменений раковинного вещества: ожелезнения, окремнения и перекристаллизации. Всего из нижнепермских отложений было отобрано 19 образцов. Определённая неравномерность отбора образцов обусловлена разной встречаемостью пригодных для изучения брахиопод (рис. 2).



Рис. 1. Географическое положение изученных разрезов на территории Северо-Востока России. 1 – разрез по р. Русская-Омолонская, 2 – разрез по р. Мунугуджак, 3 – разрез по р. Парень. Пунктирной линией показан контур Омолонского массива.

После визуального контроля, часть образцов изучена термолюминесцентным методом, показавшим пригодность практически всего материала для последующего изотопного изучения. Большая часть образцов (13 шт.) была исследована в ИГГД РАН. Содержания Mg, Sr, Mn и Fe в карбонатной составляющей истертых образцов после их растворения в 0.6 N HCl определялись методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (табл. 1). Изучение изотопного состава Sr образцов проводилось в обогащённых

карбонатных фракциях, после предварительного выщелачивания [14]. Измерение изотопного состава Sr проводилось на многоколлекторном масс-спектрометре Triton TI. Воспроизводимость параллельных измерений изотопных стандартов SRM-987 и EN-1 составила $\pm 0.002\%$ (2SD). Значение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в стандартном образце EN-1 равнялось 0.709174 ± 0.000004 (2*средн., $n = 7$). Расхождение отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в образцах по результатам повторных опытов не превышало 0.000006. (см. табл. 1). Несколько образцов

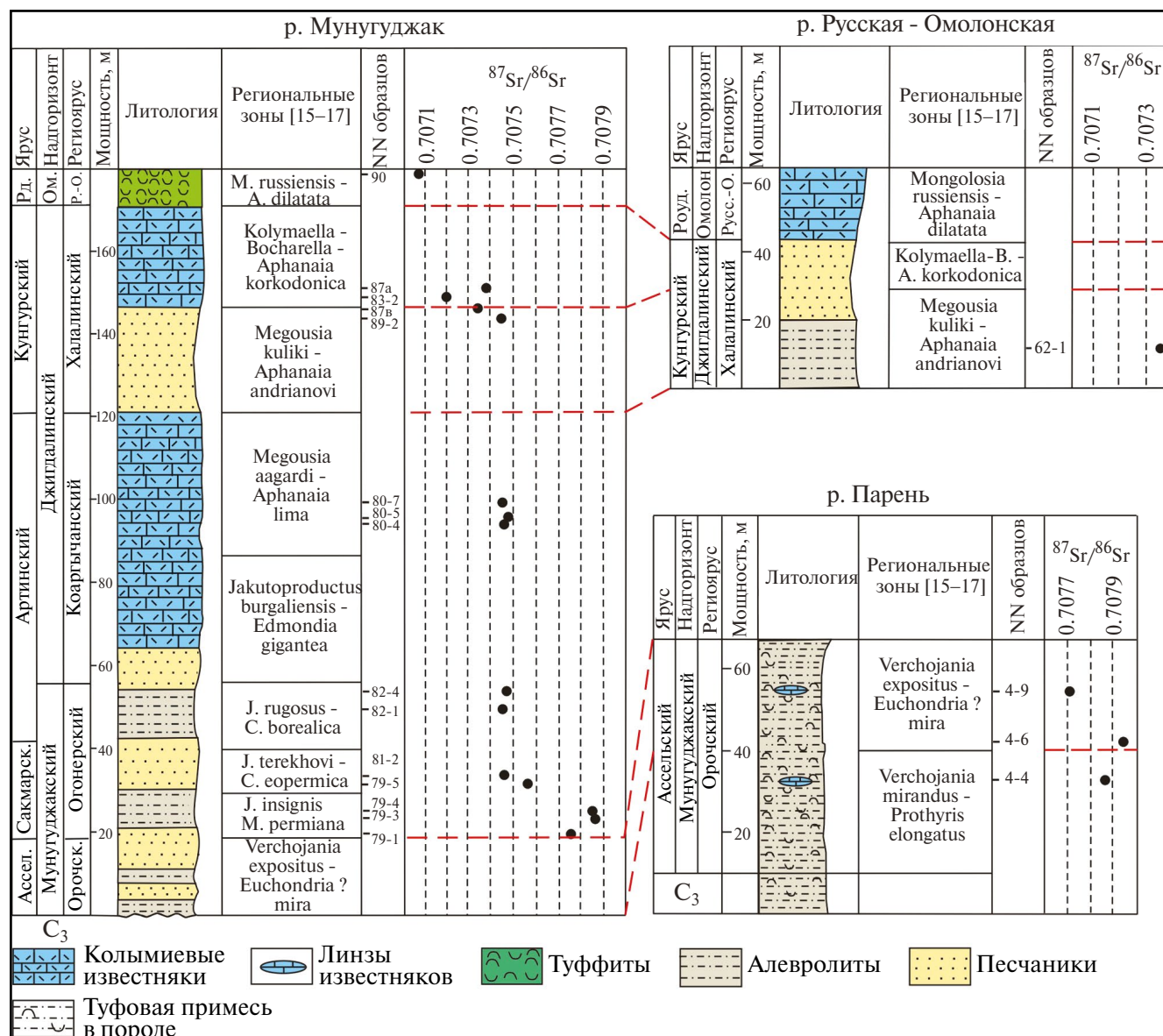


Рис. 2. Стратиграфическое положение отобранных образцов и вариации величины $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в раковинах брахиопод нижней перми в разрезах по р. Мунугуджак, р. Русская-Омолонская и р. Парень (Омолонский массив и его юго-восточное обрамление, Северо-Восток Азии).

(6 шт.) были изучены в Университете Лидса, в котором карбонатные порошки предварительно выщелачивали, а изотопный состав Sr измеряли на термоионизационном масс-спектрометре Triton [3]. Точность измерений составляла менее 0.000009. Все измеренные значения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в образцах приведены к значению 0.710248 в стандарте SRM-987.

Отбор образцов, пригодных для оценки изотопного состава Sr в морской воде проведён на основе геохимического изучения. Раковины

брахиопод, также как и карбонатные породы, в ходе вторичных преобразований обычно обогащаются Mn и Fe и теряют часть Sr, поэтому эти элементы использованы для диагностики диагенетической перекристаллизации ископаемых остатков [9].

Содержание Sr в большинстве изученных раковин брахиопод варьирует от 590 до 1300 ppm (таблица 1), что в среднем ниже, чем в раковинах современных моллюсков (1100–2200 ppm) [10], но сопоставимо с древними ископаемыми

Таблица 1. Содержания Mg, Mn, Fe, Sr и отношение $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ в раковинах брахиопод из нижнепермских разрезов Омолонского массива и его юго-восточного обрамления, Северо-Восток Азии

Образец	Разрез*	Брахиоподы	Mg %	Mn ppm	Fe ppm	Sr ppm	Mn/Sr	Fe/Sr	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$
Русско-омолонский горизонт									
90/АБ-14	1	Tumarinia sp.	0.09	45	130	880	0.05	0.1	0.70708
Халалинский горизонт									
83-2/АБ-14	1	Tumarinia sp.	0.26	690	4600	700	0.99	6.6	0.70720
87а/АБ-14	1	Tumarinia sp.	0.15	120	350	860	0.14	0.4	0.70739
87в/АБ-14	1	Tumarinia sp.	0.12	100	210	900	0.11	0.2	0.70735
89-2/АБ-14	1	Neospirifer sp.	0.11	200	500	1000	0.20	0.5	0.70742
62-1/АБ-14	2	Tumarinia sp.	0.12	82	930	890	0.09	1.0	0.70736
Коаргычанский горизонт									
80-7/АБ-14	1	Neospirifer sp.	0.13	67	300	1300	0.05	0.2	0.70745
80-5/АБ-14	1	Neospirifer sp.	0.09	11	150	1100	0.01	0.1	0.70748
80-4/АБ-14	1	Neospirifer sp.	0.11	10	120	1200	0.01	0.1	0.70746
82-4/АБ-14	1	Neospirifer sp.	0.24	—	2200	900	—	2.5	0.70747
82-1/АБ-14	1	Neospirifer sp.	—	—	—	—	—	—	0.70744
Огонерский горизонт									
81-2/АБ-14	1	Pterospirifer sp.	0.40	—	2100	760	—	3.8	0.70755
79-5/АБ-14	1	Neospirifer sp.	0.15	90	1700	1100	0.08	1.5	0.70756
79-4/АБ-14	1	Neospirifer sp.	—	—	—	—	—	—	0.70784
79-3/АБ-14	1	Pterospirifer sp.	0.32	—	3500	590	—	5.9	0.70786
79-1/АБ-14	1	Neospirifer sp.	0.46	—	—	60	—	—	0.70775
Орочский горизонт									
4-9/АБ-06	3	Verchojania sp.	0.16	770	1100	1200	0.64	0.9	0.70771
4-6/АБ-06	3	Neospirifer sp.	0.16	120	3100	1100	0.11	2.8	0.70794
4-4/АБ-06	3	Verchojania sp.	0.21	260	1900	1300	0.20	1.5	0.70786

Примечание. *Разрезы: 1 — р. Русская-Омолонская, 2 — р. Мунгуджак, 3 — р. Парень. Курсивом показаны образцы, не удовлетворяющие геохимическим критериям и не пригодные для целей SIS.

кальцитовыми раковинами [12, 13]. При этом, содержание Sr в изученных брахиоподах существенно ниже этого содержания в аммоноидеях и арагонитовых раковинах (рис. 3). Исключение составляет лишь один образец 79-1/АВ-14, в котором концентрация Sr опускается до 60 ppm (таблица 1). Важно отметить, что среди изученных раковин содержание Sr у представителей разных родов пермских брахиопод значительно различаются. Так, раковины брахиопод *Neospirifer* и *Verhojania* имеют наиболее высокие концентрации Sr — 900–1300 ppm, а *Tumarinia* и *Pterospirifer* значительно меньшие — 590–900 ppm (см. рис. 3). Это различие может объясняться либо особенностями метаболизма, либо разной степенью диагенетической перекристаллизации.

Содержания Mn и Fe в изученных брахиоподах остаются в пределах 10–260 ppm и 120–3100 ppm, но в некоторых образцах повышается до 690–770 ppm и 3500–4600 ppm, соответственно. Столь широкие вариации указывают на диагенетическую перекристаллизацию раковин. Однако большинство образцов соответствуют геохимическим критериям пригодности материала для целей SIS (таблица 1): $Mn/Sr < 0.2$ и $Fe/Sr < 3$ (рис. 3). Эти параметры соответствуют наиболее

жестким критериям, применяемым при изучении даже докембрийских известняков [14].

Отношение $^{87}Sr/^{86}Sr$ в брахиоподах хорошей сохранности определяет Sr-изотопную специфику каждого регионаруса разреза нижней перми Омолонского массива. Отношение $^{87}Sr/^{86}Sr$ в орочском горизонте заключено в пределах 0.70786–0.70794, в огонерском — 0.70744–0.70786, в коаргычанском — 0.70745–0.70748, в халалинском — 0.70742–0.70735 (рис. 4). Построенный нами тренд понижения $^{87}Sr/^{86}Sr$ обнаруживает хорошую сходимость с опубликованной стандартной кривой вариаций отношения $^{87}Sr/^{86}Sr$ в раннепермском океане [8]. Это указывает на то, что Колымо-Омолонский палеобассейн свободно сообщался с Мировым океаном в раннепермское время.

Значения $^{87}Sr/^{86}Sr$ для раковин брахиоподы-спирифериды *Pterospirifer terekhovi* Zavadowsky и брахиоподы-продуктиды *Verkhoyania mirandus* Ganelin из самых древних пермских отложений региона равны 0.70786–0.70794. Это доказывает, что верхи региональной зоны *Verchojania mirandus* – *Prothyris elongatus* и основание региональной зоны *Verchojania expositus* – *Euchondria? mira* (верхняя часть орочского

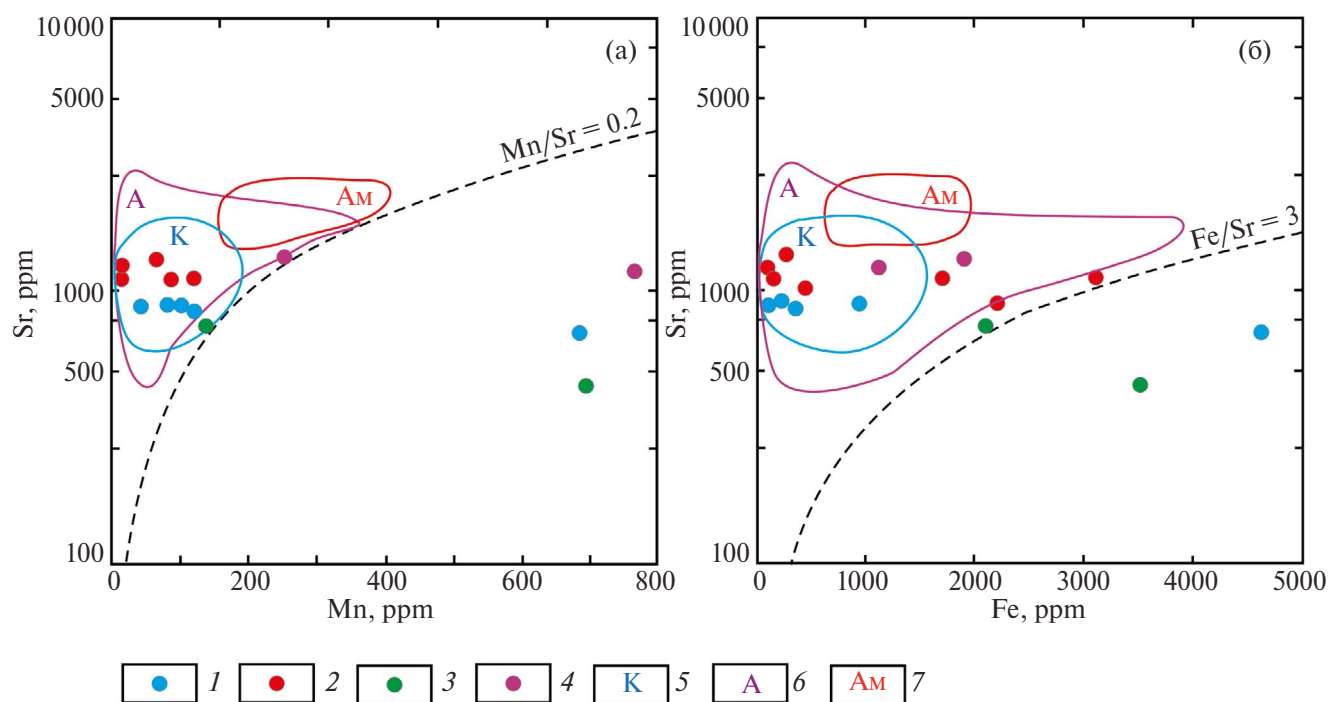


Рис. 3. Сравнение содержаний Mn, Fe и Sr в изученных раковинах брахиопод с опубликованными данными по древним морским ископаемым [10–13]. Пунктирные линии на диаграммах отделяют области наименее изменённых образцов, использованных для SIS-корреляции. 1 – *Tumarinia* sp., 2 – *Neospirifer* sp., 3 – *Pterospirifer* sp., 4 – *Verchojania* sp., 5 – кальцитовые раковины, 6 – арагонитовые раковины, 7 – аммоноидеи.

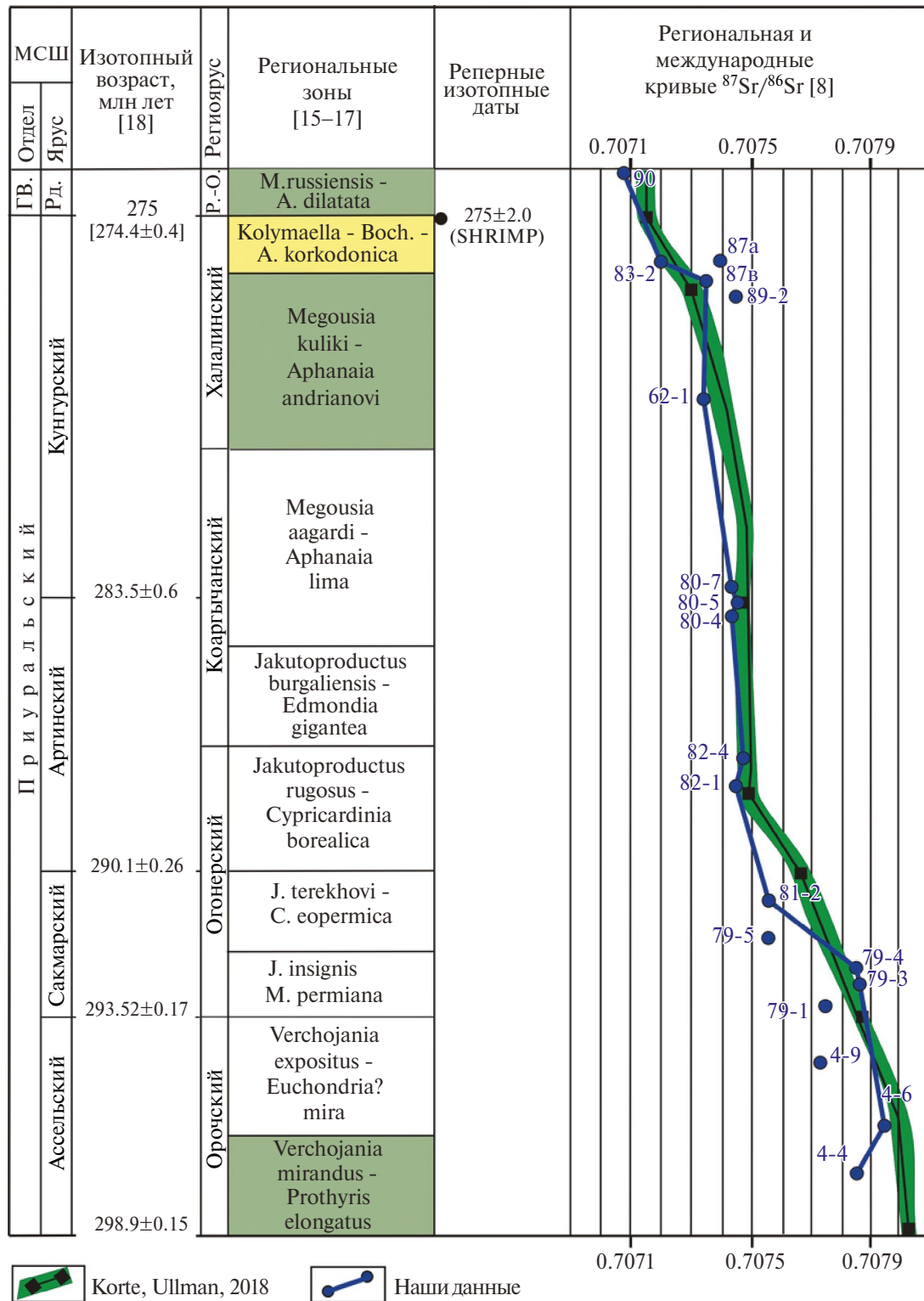


Рис. 4. Сопоставление кривых вариации отношения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ для нижней перми. Сокращения: ГВ. – гваделупский отдел (нижняя часть), Рд. – роудский ярус (нижняя часть), Р.-О. – русско-омолонский горизонт. (нижняя часть), Boch. – Vocharella. В графе “региональные зоны” тёмно-зелёным цветом показаны зональные интервалы увеличения таксономического разнообразия, жёлтым – вымирания. Реферная изотопная дата принята по (Бяков А.С., Ведерников И.Л., Брынько И.В. На пути совершенствования Региональной стратиграфической схемы перми Северо-Востока России: результаты и достижения последнего десятилетия // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2020 № 1. С. 47–56).

региояруса) относятся ко второй половине ассельского яруса (см. рис. 4).

Другой важный вывод, вытекающий из полученных результатов — нами подтвержден раннеартинский возраст региональной зоны *Jakutorproductus rugosus* — *Sypricardinia borealica* [19] (см. рис. 4), а не позднеарктический, как это предполагалось рядом исследователей [20]. Полученные Sr-изотопные данные также хорошо демонстрирует соответствие региональной зоны *Megousia aagardi* — *Arhanaia lima* переходным верхнеартинско-нижнекунгурским слоям.

Таким образом, проведённое исследование позволило доказать соответствие нижней части разработанной авторами РСШ ассельскому ярусу МСШ пермской системы и подтвердить сделанные ранее датировки других установленных биостратиграфических зон. Дальнейшие хемотратиграфические исследования изотопного состава Sr необходимо сосредоточить в пограничном гжельско-артинском интервале для более точного установления в регионе границы карбона и перми.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы искренне признательны Д.П.Г. Бонду (Университет Халла, Великобритания) за финансовую помощь при проведении полевых работ 2014 и 2015 гг., Я. Харви (Университет Лидса, Великобритания) за аналитические исследования Sr в ряде проб и Т.В. Филимоновой (ГИН РАН), участвовавшей в полевых работах.

ИСТОЧНИК ФИНАНСИРОВАНИЯ

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 24-27-00180).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Davydov V. I., Biakov A. S., Schmitz M. D., Silantiev V. V.* Radioisotopic calibration of the Guadalupian Series: review and updates // *Earth-Sci. Rev.* 2018. V. 176. P. 222–240.
2. *Бяков А. С., Норачек М., Горячев Н. А., Ведерников И. Л., Захаров Ю. Д.* Первая детальная запись $\delta^{13}C_{org}$ в пограничных пермо-триасовых отложениях Колымо-Омолонского региона (Северо-Восток Азии) // *ДАН.* 2017. Т. 474. № 3. С. 347–350.
3. *Бяков А. С., Брынько И. В., Бонд Д. (Bond D. P. G.), Харвей Д. (J. Harvey), Горячев Н. А., Ведерников И. Л., Филимонова Т. В.* Новые минимальные значения отношения $^{87}Sr/^{86}Sr$ в биогенных карбонатах перми Омолонского массива (Северо-Восток Азии) // *ДАН.* 2019. Т. 488. № 4. С. 397–402.
4. *Бяков А. С., Захаров Ю. Д., Норачек М., Горячев Н. А.* О положении границы вучапинского и чансинского ярусов на Северо-Востоке России по радиоизотопным и хемотратиграфическим данным // *Доклады РАН. Науки о Земле.* 2021. Т. 500. № 2. С. 131–134.
5. *Котляр Г. В., Пухонто С. К., Бураго В. И.* Межрегиональная корреляция континентальных и морских пермских отложений Северо-Востока России, юга Дальнего Востока, Сибири и Печорского Приуралья // *Тихоокеан. геол.* 2018. Т. 37. № 1. С. 3–21.
6. *Бяков А. С.* Двустворчатые моллюски Северо-Востока Азии на рубеже карбона и перми // *Палеонтол. журн.* 2019. № 3. С. 27–35.
7. *Макошин В. И., Кутыгин Р. В.* Зональная шкала ассельско-сакмарских (нижнепермских) отложений Верхоянья (Северо-Восток России) по брахиоподам // *Стратиграфия. Геол. корреляция.* 2020. Т. 28. № 4. С. 43–72.
8. *Korte C., Ullmann C. V.* Permian strontium isotope stratigraphy. London: Geol. Soc. (Spec. Publ.), 2018. V. 450. P. 105–118.
9. *Кузнецов А. Б., Семихатов М. А., Горохов И. М.* Стронциевая изотопная хемотратиграфия: основы метода и его современное состояние // *Стратиграфия. Геол. корреляция.* 2018. Т. 26. № 4. С. 3–23.
10. *Кузнецов А. Б., Семихатов М. А., Горохов И. М.* Изотопный состав Sr в водах Мирового океана, окраинных и внутренних морей: возможности и ограничения Sr-изотопной хемотратиграфии // *Стратиграфия. Геол. корреляция.* 2012. Т. 20. № 6. С. 3–19.
11. *Рудько С. В., Кузнецов А. Б., Покровский Б. Г.* Sr и C-хемотратиграфия отложений карбонатной платформы в задуговом бассейне северной окраины Тетиса (поздняя юра Горного Крыма) // *Литология и полезн. ископ.* 2017. № 6. С. 58–77.
12. *Zakharov Y. D., Kuznetsov A. B., Seltser V. B., Ivanov A. V., Gavrilova A. A., Chebotareva V. A., Smyshlyaeva O. P., Kirienko A. P.* The problem of isolation and freshening of the Jurassic–Early Cretaceous Middle Russian Sea: A new $^{87}Sr/^{86}Sr$, $\delta^{18}O$ and $\delta^{13}C$ record from the Saratov Volga region // *Palaeogeography. Palaeoclimatology. Palaeoecology.* 2024. V. 635. P. 111934.
13. *Zakharov Y. D., Kuznetsov A. B., Gavrilova A. A., Stativko V. S.* A new $^{87}Sr/^{86}Sr$ record of Cretaceous marine invertebrates from the Palaeopacific and its

- implication for stratigraphic and palaeoenvironmental reconstruction // *Cretaceous Research*. 2022. V. 139. P. 105298.
14. Кузнецов А. Б., Кочнев Б. Б., Васильева И. М., Овчинникова Г. В. Верхний рифей Енисейского края: Sr-хемостратиграфия и Pb-Pb возраст известняков тунгусикской и широкинской серий // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2019. Т. 27. № 5. С. 46–62.
 15. Ганелин В. Г., Бяков А. С., Караваева Н. И. Некоторые вопросы теории стратиграфии и стратиграфическая шкала перми Северо-Востока Азии / Пути детализации стратиграфических схем. Отв. ред. Ю.Б. Гладенков, К.И. Кузнецова. М.: ГЕОС, 2001. С. 194–209.
 16. Ganelin V. G., Biakov A. S. The Permian biostratigraphy of the Kolyma-Omolon region, Northeast Asia // *Journ. Asian Earth Sci.* 2006. V. 26. № 3–4. P. 225–234.
 17. Бяков А. С. Новая зональная схема пермских отложений Северо-Востока Азии по двустворчатым моллюскам. Статья 1. Зональное расчленение // Тихоокеан. геол. 2012. Т. 31. № 5. С. 13–40.
 18. Henderson C. M., Shen S. Z. The Permian Period / In: Gradstein F. M., Ogg J. G., Schmitz M. D., Ogg, G. M. (Eds.). *The Geologic Time Scale*. Boston: Elsevier, 2020. V. 2. Chap. 11. P. 875–902.
 19. Ганелин В. Г. Таймыро-Колымская подобласть // Основные черты стратиграфии пермской системы СССР. Л.: Недра, 1984. С. 111–142.
 20. Budnikov I. V., Kutugin R. V., Shi G. R., et al. Permian stratigraphy and paleogeography of Central Siberia (Angaraland) – A review // *Journ. Asian Earth Sci.* 2020. V. 196. Article 104365. P. 1–21.

Sr CHEMOSTRATIGRAPHY OF THE LOWER PERMIAN OF THE OMOLON MASSIF (NORTHEAST ASIA): FIRST DATA AND IMPORTANCE FOR CORRELATION WITH THE INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC SCALE

**A. S. Biakov^{a, #}, Corresponding Member of the RAS A. B. Kuznetsov^b,
V. G. Ganelin^c, I. V. Brynko^a, V. A. Chebotareva^b, I. L. Vedernikov^a**

^a*N.A. Shilo North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute,
Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Magadan, Russian Federation*

^b*Institute of Precambrian Geology and Geochronology*

Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russian Federation

^c*Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russian Federation*

[#]*E-mail: abiakov@mail.ru*

For the first time, Sr chemostratigraphic characteristics of marine sediments of the Lower Permian of the Omolon massif of Northeast Asia have been obtained based on the study of well-preserved brachiopod shells. The $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ ratio in brachiopods from the Lower Permian regional horizons (regional stages) is within the following range: Orochian – 0.70786–0.70794, Ogonerian – 0.70744–0.70786, Koargychanian – 0.70745–0.70748, Khalalian – 0.70742–0.70735. The obtained Sr isotope data demonstrate good agreement with the standard variation curve of the $87\text{Sr}/86\text{Sr}$ ratio in the Permian Ocean. New Sr isotope data can be used to directly correlate units of the Regional Stratigraphic Scale of Northeast Russia with the stages of the International Permian Stratigraphic Scale. Based on new data, the Asselian age of the Orochian regional stage of the lower part of the Permian section of the Omolon massif has been proven, and the regional correlation of the Upper Sakmarian interval, previously established from biostratigraphic data, has been clarified.

Keywords: Sr chemostratigraphy, brachiopods, Regional stratigraphic scale, Lower Permian, Omolon massif, Northeast Asia