

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О БРАХИОПОДАХ РАЗРЕЗА БАСУ (ЗАПАДНЫЙ СКЛОН ЮЖНОГО УРАЛА)

© 2020 г. Н. А. Кучева

Приведена краткая характеристика разреза Басу – одного из кандидатов на лимитотип нижней границы московского яруса (GSSP). Представлены первые данные о систематическом составе микро-морфных окремненных брахиопод, выделенных при растворении проб на конодонты.

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время одними из основных задач Международной подкомиссии по стратиграфии каменноугольного периода являются выбор эталонного разреза и фиксация нижней границы московского яруса Международной стратиграфической шкалы (GSSP). К сожалению, в Московской синеклизе – стратотипической местности московского яруса – эта граница не может быть установлена из-за отсутствия морских отложений башкирского яруса [Кулагина и др., 2009].

В течение последнего десятилетия члены международной рабочей группы, занимающиеся проблемой нижней границы московского яруса, выполнили большую работу по выбору среди конодонтов потенциальных видов-маркеров, а также разреза – лимитотипа этой границы. В результате анализа материалов по конодонтам из Московской синеклизы, а также разных регионов мира наиболее перспективными маркерами для фиксации нижней границы московского яруса были признаны *Declinognathodus donetzianus* Nemirovskaya – маркер нижней границы верейского горизонта типовой местности – и *Diplognathodus ellesmerensis* Bender [Горева, Алексеев, 2017]. На данный период лучшим кандидатом GSSP московского яруса является карбонатный разрез Нацин, находящийся в Южном Китае. Отложения этого разреза содержат обильные ассоциации конодонтов, среди которых обнаружены как *Diplognathodus ellesmerensis*, так и формы, вероятно, являющиеся переходными от *Diplognathodus orphanus* (Merrill) к *Dip. ellesmerensis*, однако *Declinognathodus donetzianus*, а также никакие другие группы ископаемых в нем неизвестны [Горева, Алексеев, 2017; Hu K. et al., 2019].

Конкурентом разреза Нацин является российский разрез Басу. Он находится на западном склоне Южного Урала, в Зилимо-Зиганском районе Западно-Уральской структурно-фациальной зоны [Стратиграфические схемы..., 1993]. На роль кандидата глобального стратотипа нижней границы московского яруса этот разрез был предложен в 2009 г. В том же году он был продемонстрирован участникам Международного полевого совещания «Стра-

тотипические разрезы, предлагаемые и потенциальные ТГСТ карбона в России» [Кулагина и др., 2009; Kulagina et al., 2009]. Данный разрез находится на правом берегу р. Басу – притока р. Инзер, в 16 км вверх по течению от слияния рек Басу и Инзер (рис. 1) и вскрывает непрерывную серию карбонатных, карбонатно-кремнистых и карбонатно-глинистых отложений верхней части башкирского и московского ярусов и низы верхнего карбона. Пограничный интервал башкирского и московского ярусов обнажен в небольшом придорожном карьере, который был разработан в 1990-х гг. во время строительных работ на трассе Уфа – Белорецк. Первоначальное описание разреза Басу с отбором проб на фораминиферы и конодонты было выполнено в конце 1990-х – начале 2000-х гг. сотрудниками Института геологии БНЦ Е.И. Кулагиной и В.Н. Пазухиным. В 1996 г. В.Н. Пазухин впервые обнаружил в разрезе Басу *Declinognathodus donetzianus*, несколько позднее находки этого вида были им повторены [Pazukhin et al., 2006]. В результате дальнейших исследований Е.И. Кулагина, В.Н. Пазухин и В.И. Давыдов расчленили отложения разреза Басу с детальностью до горизонтов, выделили и скоррелировали между собой зоны по фораминиферам и конодонтам. В пограничных отложениях башкирского и московского ярусов присутствия *Declinognathodus donetzianus* было установлено совместно с комплексом фораминифер зоны *Depratina prisca* [Kulagina et al., 2009].

В 2016–2018 гг. исследования разреза Басу были активизированы. А.С. Алексеев, Е.И. Кулагина, Г.М. Сунгатуллина, Р.Х. Сунгатуллин в нижней части разреза (слоях 3–7) отобрали пробы на конодонты массой до 10 кг (общим весом 60 кг). В образцах из верхней части слоя 4 в комплексе с *Declinognathodus donetzianus* были обнаружены многочисленные элементы *Diplognathodus*, включая *Dipl. ellesmerensis*, что позволило произвести корреляцию башкирско-московского интервала разреза Басу с последовательностью разреза Нацин [Alekseev et al., 2018].

К сожалению, в настоящее время нижняя часть карьера оказалась практически недоступной, поэтому комиссией по карбону МСК России было принято решение о создании второго пересечения раз-

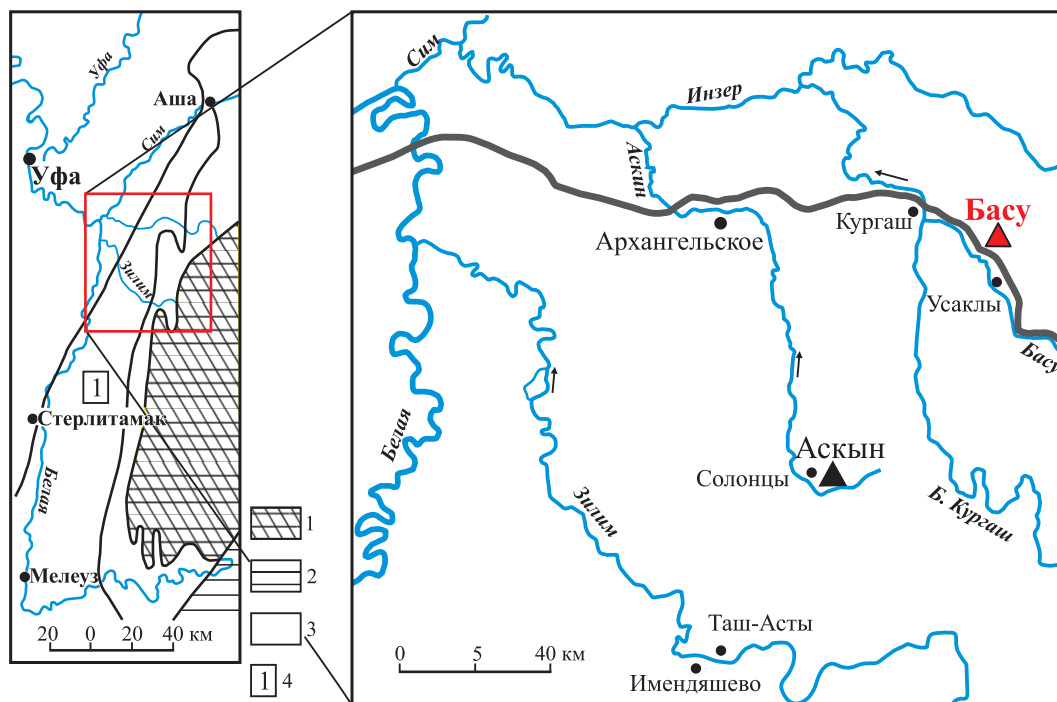


Рис. 1. Местонахождение разреза Басу [Иванова, Кулагина, 2018, с изменениями автора].

1 – допалеозойские и метаморфические комплексы пород; 2 – докаменноугольные палеозойские образования; 3 – каменноугольные и более молодые образования; 4 – Зилимо-Зиганский район.

реза. В 2016–2018 гг. А.С. Алексеевым, Е.И. Кулагиной, Г.М. Сунгатуллиной, Р.Х. Сунгатуллиным было начато углубленное исследование параллельного профиля, расположенного в 12.5 м к югу от первоначального. Первому пересечению был присвоен индекс Басу 1, второму – Басу 2. В 2017 и 2018 гг. в пограничном интервале мощностью около 10 м профиля Басу 2 было собрано и обработано 29 образцов на конодонты общим весом более 160 кг. Результаты предварительного исследования подтвердили, что распределение конодонтов в профиле Басу 2 аналогично таковому в Басу 1. Типичный морфотип *Dipl. ellesmerensis* был обнаружен на уровне 3.4 м вместе с *Decl. donetzianus* [Алексеев и др., 2019; Alekseev et al., 2019].

ХАРАКТЕРИСТИКА ПОГРАНИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАШКИРСКОГО И МОСКОВСКОГО ЯРУСОВ ПРОФИЛЯ БАСУ 2

Профиль Басу 2 вскрывает темно-серые и серые известняки средне- и тонкослоистые с многочисленными линзами и прослоями кремней. В разрезе преобладают микритовые разности, среди которых присутствуют редкие прослои грейнстоунов. Немногочисленные макрофоссилии представлены брахиоподами, относящимися преимущественно к отрядам *Productida* и *Spiriferida*, а также одиночными кораллами *Rugosa*.

В пограничном интервале башкирского и московского ярусов выделены две пачки [Alekseev et al., 2019]. **Пачка 1** сложена тонкослоистыми известняками (мадстоуны и вакстоуны) с обильными прослоями и линзами кремней. В нижней части пачки в известняках обнаружены единичные маломощные линзы со спириферадами *Alphachoristites* ex gr. *bisulcatiformis* (Semich.), *Phricodothyris* sp. и редкие разрозненные раковины продуктид *Neochonetes carboniferus* (Keys.), *Echinoconchus* sp., *Buxtonia* sp. Все раковины брахиопод имеют карбонатный состав. Отмечаются также мелкие одиночные ругозы и членики криноидей. Видимая мощность пачки 6.2 м. В составе **пачки 2** преобладают темно-серые тонкослоистые глинистые известняки и мергели, включающие большое количество кремневых конкреций. В подошве этой пачки залегает тонкий (0.2–0.3 м) пласт черной глины с линзовидными прослоями грубозернистого глинистого грейнстоуна с обильными раковинами фузулинид, покрытыми водорослевыми обрастаниями. Детально опробованы нижние 6.3 м пачки.

В отложениях описываемого интервала разреза после обработки проб были выявлены многочисленные конодонты, а также разнообразные микрофоссилии (склериты голотурий и офиур, мандибулы ракообразных, сколекодонты, конулярные растения, остатки акул и рыб), среди которых до-

минируют окремненные раковины ювенильных и микроморфных брахиопод [Алексеев и др., 2019; Alekseev et al., 2019].

ФАКТИЧЕСКИЙ МАТЕРИАЛ И ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ О СИСТЕМАТИЧЕСКОМ СОСТАВЕ БРАХИОПОД

Коллекция брахиопод из профиля Басу 2 передана автору А.С. Алексеевым в 2018 и 2019 гг. Она состоит из 20 образцов, отобранных с 18 уровней разреза. Интервалы между пробами составляют 10–100 см по мощности. В целом коллекция включает более 1000 экземпляров разобщенных створок и реже целых раковин брахиопод размером от долей до 5 мм, редких форм размером до 10 мм и единичных обломков створок размером до 2.5 см (табл. I, II). Значительная часть брахиопод имеет плохую сохранность. Вероятно, вследствие механической обработки проб у большей части створок и раковин обломаны краевые части и иглы, ободрана поверхность и сглажены ребра. Из элементов внутреннего строения сохранились преимущественно зубы, зубные пластины, приямочные гребни, кардинальные валики и септы. Несмотря на большое количество экземпляров, ни у одного из них не сохранился, даже фрагментарно, брахиальный аппарат.

Из проб с разных уровней разреза выбраны и сфотографированы формы, имеющие наиболее удовлетворительную сохранность (см. табл. I). Микрофотографии выполнены И.А. Готтман в ЦКП «Геоаналитик» ФГБУН «Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого УрО РАН» (г. Екатеринбург) на электронном сканирующем микроскопе JSM-6390LV (JEOL) с энергодисперсионной приставкой INCA Energy 450 X-Max 80 фирмы Oxford Instruments. Съемки осуществлялись при ускоряющем напряжении 15 кВ. Изображения получены в обратно-рассеянных электронах – BES (backscattered electrons).

К настоящему времени выполнены предварительные определения брахиопод до ранга отряда, рода и реже вида, что позволяет представить первые данные о систематическом составе изучаемого комплекса в целом. Брахиоподы, обнаруженные в профиле Басу 2, относятся к классам Inarticulata и Articulata. Беззамковые брахиоподы представлены редкими формами рода *Lingula* (order Lingulida) (см. табл. I, фиг. 1). Среди замковых брахиопод преобладают продуктиды и спирифериды. Отряд Productida представлен хонетидинами *Tornquistia* sp. (см. табл. I, фиг. 2, 3; табл. II, фиг. 4) и *Neochonetes* ex gr. *carboniferus* (см. табл. I, фиг. 4, 5; табл. II, фиг. 3) и продуктидинами *Krotovia*? ex gr. *tuberculata* (Moell.) (см. табл. I, фиг. 6), *Krotovia* ex gr. *pustulata* (Keys.) (см. табл. I, фиг. 7), *Re-*

ticulatia sp., *Linoproductus* sp. Из спириферид многочисленны брюшные створки *Alphachoristites* sp. (см. табл. I, фиг. 9, 10), реже отмечаются спинные створки форм этого рода (см. табл. II, фиг. 1, 2). В меньшем количестве встречаются формы, относящиеся к родам *Martinia*, *Phricodothyris*, *Spiriferellina*? (см. табл. I, фиг. 8). Также установлены представители отрядов Orthotetida (род *Meekella*), Orthida (род *Rhipidomella*), Athyridida. В целом замковые брахиоподы представлены 5 отрядами и 11 родами. Наиболее разнообразные по систематическому составу комплексы приурочены к уровням 3.4, 4.5 и 8.5 м.

Все изученные брахиоподы замещены кремнеземом. Значительно реже наблюдается замещение створок брахиопод кристаллическим кварцем (см. табл. II, фиг. 1, 2). На отдельных уровнях разреза на брахиоподах отмечаются многочисленные мелкие вкрапления окислов железа (определения И.А. Готтман) (см. табл. II, фиг. 3, 4).

КОРРЕЛЯЦИЯ

По литологической и фаунистической характеристикам отложения среднего карбона разреза Басу близки с отложениями разреза Аскын – гипостратотипа башкирского яруса (см. рис. 1), однако сформировались в более глубоководной обстановке [Горожанина и др., 2017]. Об этом свидетельствуют преобладание микритовых известняков, обильные комплексы конодонтов, немногочисленность и мелкорослость макрофауны. В разрезе Аскын пограничные отложения башкирского и московского ярусов содержат кораллы, мшанки, остракоды, в детритовых разностях – фораминиферы, в кремнях – гониатиты. Среди многочисленных макроморфных брахиопод доминируют разнообразные хориститы, *Neochonetes carboniferus*, линопродуктиды и диктиоклостиды [Синицына, 1975]. В целом комплексы брахиопод разрезов Басу (микроморфные формы) и Аскын (макроморфные формы) характеризуются близким родовым составом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые на западном склоне Южного Урала в пограничных отложениях башкирского и московского ярусов обнаружены многочисленные микроморфные брахиоподы разнообразного систематического состава. К настоящему времени выполнены предварительные определения и фотографирование лишь небольшой части брахиопод коллекции. Дальнейшие исследования предполагают определение родового и по возможности видового состава всех брахиопод, а также выполнение сравнительного анализа таксономического состава и структуры комплексов на разных уровнях разреза,

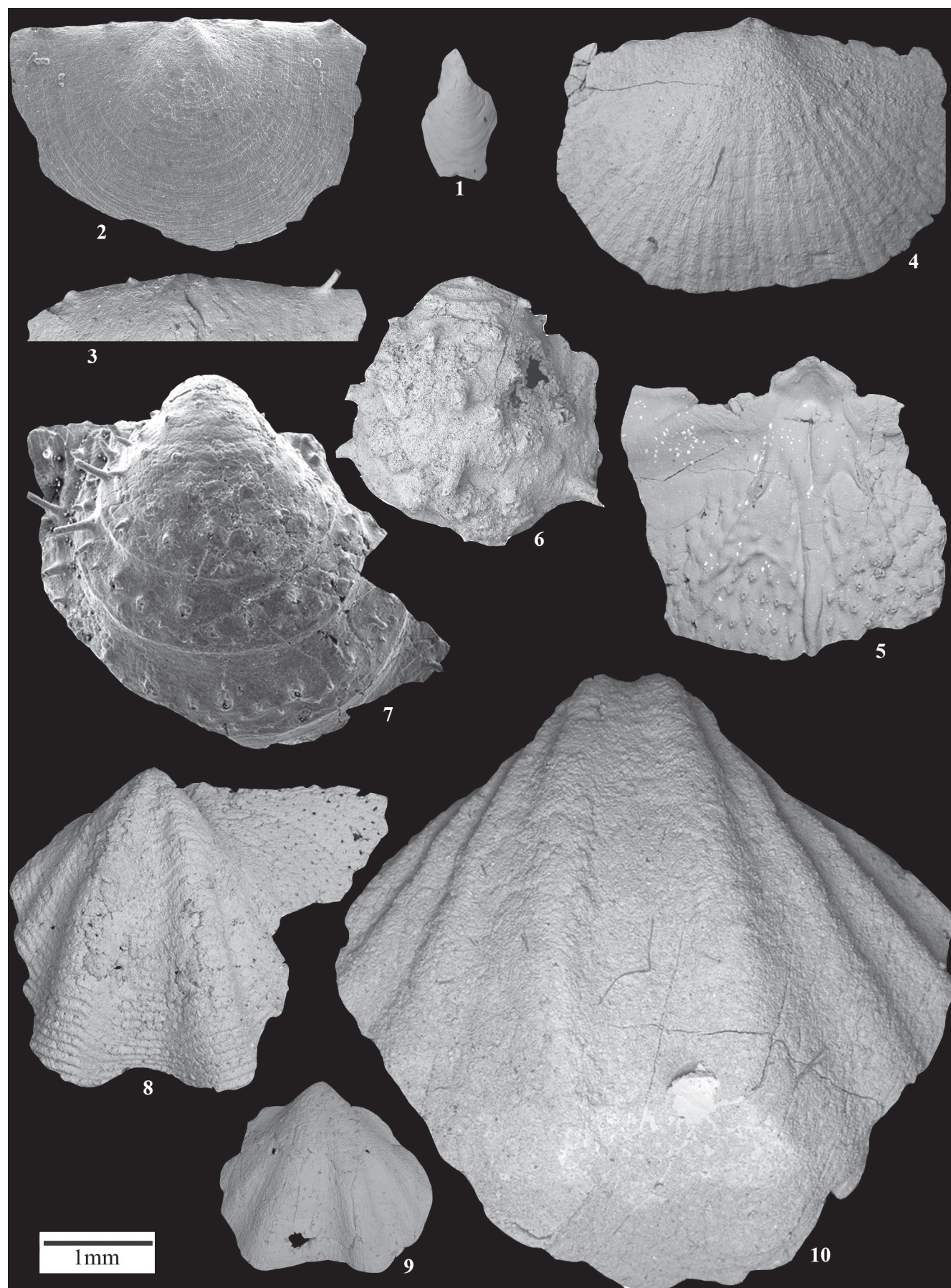


Таблица I. Брахиоподы разреза Басу

Фиг. 1. *Lingula* sp., экз. 4.5-1, брюшная створка; уровень 4.25–4.50 м. Фиг. 2, 3. *Tornquistia* sp.: 2 – экз. 4-1, брюшная створка; уровень 4.0 м; 3 – экз. 6-10, фрагмент задней части брюшной створки; уровень 6.0 м. Фиг. 4, 5. *Neochonetes* ex gr. *carboniferus*: 4 – экз. 4.5-3, брюшная створка; уровень 4.25–4.50 м; 5 – экз. 8.5-1, спинная створка, внутреннее строение; уровень 8.5 м. Фиг. 6. *Krotovia*? ex gr. *tuberculata* (Moell.), экз. 4-17C-3, брюшная створка; уровень 4.0 м. Фиг. 7. *Krotovia* ex gr. *pustulata* (Keys.), экз. 6.0-12, брюшная створка; уровень 6.0 м. Фиг. 8. *Spiriferellina*? sp., экз. 4.5-18, брюшная створка; уровень 4.25–4.50 м. Фиг. 9, 10. *Alphachoristites* sp.: 9 – экз. 4.5-11, брюшная створка; уровень 4.25–4.50 м; 10 – экз. 3.4-1, брюшная створка; уровень 3.4 м.

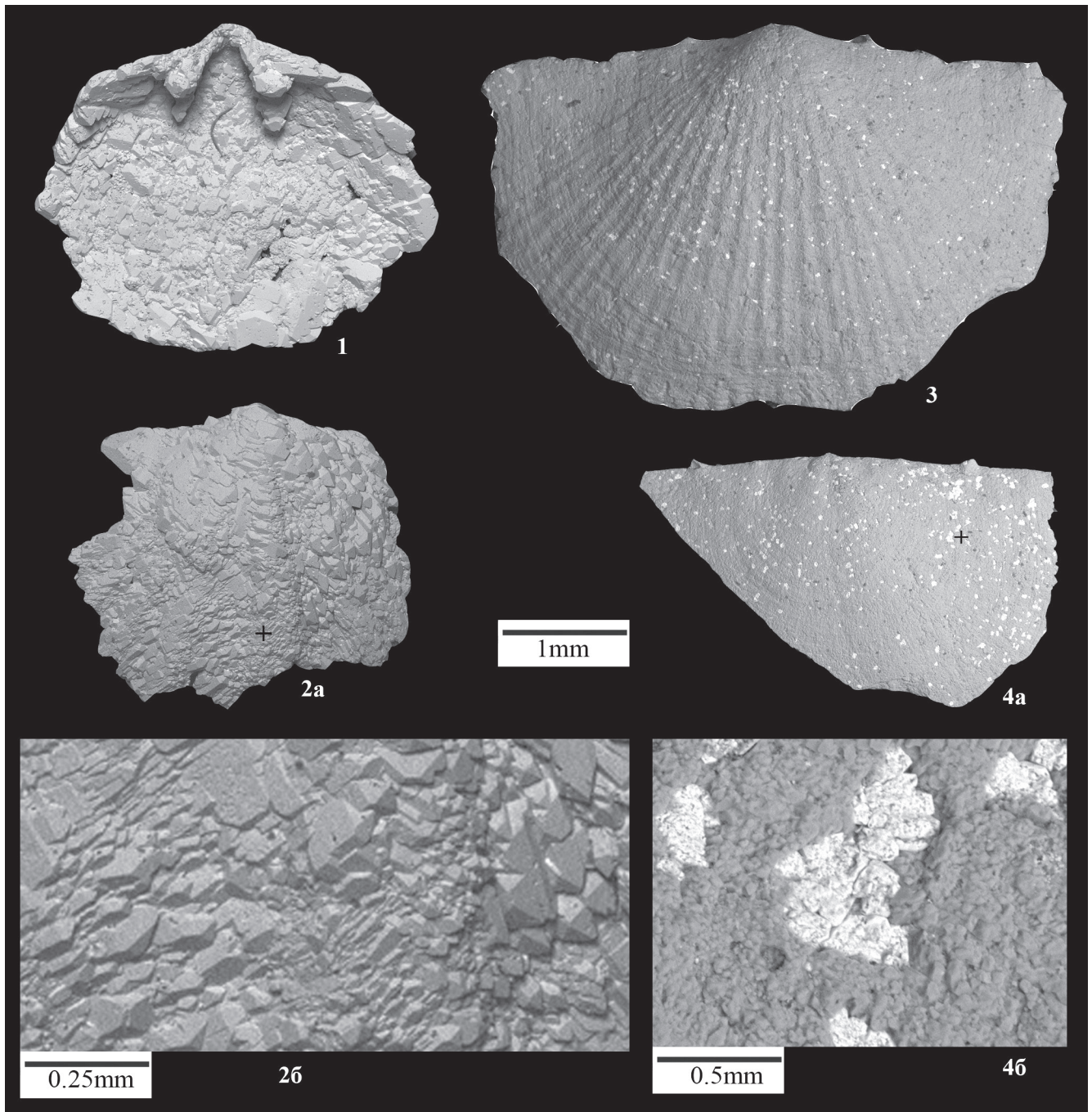


Таблица II. Вторичные изменения створок брахиопод разреза Басу

Фиг. 1, 2. Характер окварцевания спинных створок *Alphachoristites* sp.: 1 – экз. 3.4-13, вид изнутри; уровень 3.4 м; 2 – экз. 3.4-12: 2a – вид снаружи, 2б – фрагмент створки вблизи лобного края; уровень 3.4 м. Фиг. 3. *Neochonetes carboniferus*, экз. 8.5-2, брюшная створка с многочисленными мелкими включениями окислов железа; уровень 8.5 м. Фиг. 4. *Tornquistia* sp., экз. 8.5-20, брюшная створка: 4a – неравномерное распределение мелких включений окислов железа, 4б – фрагмент средней части створки с включениями окислов железа неправильной формы; уровень 8.5 м.

особенно вблизи границы башкирского и московского ярусов, установленной по конодонтам.

Выявленные особенности состава и распространения брахиоподовых комплексов могут быть учтены при проведении исследований по восстановлению эколого-фациальных условий, существовавших в морском бассейне на территории современного западного склона Южного Урала в позднебашкирское и раннемосковское время.

В нескольких выборках коллекции установлено присутствие большого количества форм разного размера, относящихся к одному таксону и соответствующих различным стадиям онтогенеза. Изучение серии отдельных раковин, каждая из которых представляет определенную стадию развития особи конкретного таксона, позволит проследить последовательность роста и изменений разных морфологических структур в течение онтогенеза. Значимость исследований онтогенеза брахиопод на ранних стадиях развития отмечала в свое время Е.А. Иванова, подчеркивая, что на основании изучения деталей морфологии молодых экземпляров можно уточнить особенности их внутреннего строения и сделать выводы о морфогенезе таксона [1949].

Изучение характера замещения раковин брахиопод кремнеземом и кварцем может стать самостоятельным направлением исследования.

Работа выполнена в рамках темы № АААА-А18-118052590025-8 государственного задания ИГГ УрО РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алексеев А.С., Кулагина Е.И., Сунгатуллина Г.М., Сунгатуллин Р.Х., Николаева С.В., Кучева Н.А., Кононова Л.И., Журавлева Н.Д. Новые данные о биостратиграфической характеристике пограничных отложений башкирского и московского ярусов (средний пенсильваний) в разрезе Басу (Южный Урал): профиль Басу 2 // Осадочные планетарные системы позднего палеозоя: стратиграфия, геохронология, углеводородные ресурсы: Междунар. стратиграф. конф. Головкинского – 2019; Верхний палеозой России: V Всерос. конф. 24–28 сент. 2019 г. Сб. тезисов. Казань: КФУ, 2019. С. 36–37.
- Горева Н.В., Алексеев А.С. Конодонты и положение нижней границы московского яруса (пенсильваний) // Планетарные системы верхнего палеозоя: биостратиграфия, геохронология и углеводородные ресурсы: Междунар. стратиграф. конф. Головкинского – 2017; Верхний палеозой России: IV Всерос. конф. Сб. тезисов. Казань: КФУ, 2017. С. 71–72.
- Горожанина Е.Н., Кулагина Е.И., Горожанин В.М., Жерновкова Т.В., Иванова Р.М. Литофациальная характеристика пограничных отложений башкирского и московского ярусов среднего карбона разреза Басу (Южный Урал) // Планетарные системы верхнего палеозоя: биостратиграфия, геохронология и углеводородные ресурсы: Междунар. стратиграф. конф. Головкинского – 2017; Верхний палеозой России: IV Всерос. конф. Сб. тезисов. Казань: КФУ, 2017. С. 73–74.
- Иванова Е.А. Онтогенез некоторых каменноугольных брахиопод // Тр. ПИН АН СССР. Т. XX. Памяти акад. А.А. Борисяка. М.; Л., 1949. С. 243–267, табл. I–III.
- Иванова Р.М., Кулагина Е.И. Известковые водоросли башкирского яруса западного склона Южного Урала (разрезы Аскын, Басу, Курьелга) // Геол. вестн. 2018. № 3. С. 50–60.
- Кулагина Е.И., Пазухин В.Н., Давыдов В.И. Биостратиграфия среднекаменноугольных отложений р. Басу и граница башкирского и московского ярусов // Типовые разрезы карбона России и потенциальные глобальные стратотипы. Южноуральская сессия: мат-лы Междунар. полевого сов. «Стратотипические разрезы, предлагаемые и потенциальные ТГСГ карбона в России». Уфа – Сибай, 13–18 авг., 2009 г. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2009. С. 34–41.
- Синицына З.А. Разрез среднего и верхнего карбона по р. Аскын // Путеводитель экскурсии по разрезам карбона Южного Урала (Башкирия). М.: Наука, 1975. С. 52–71.
- Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, Уралгеолком, 1993.
- Alekseev A.S., Kulagina E.I., Kononova L.I., Zhuravleva N.D., Nikolaeva S.V. Joint occurrence of conodonts *Declinognathodus donetzianus* and *Diplognathodus ellesmerensis* close to Bashkirian-Moscovian Boundary in the Basu Section, South Urals, Russia // Newsletter on Carboniferous Stratigraphy. 2018. V. 34. P. 39–42.
- Alekseev A.S., Kulagina E.I., Sungatullina G.M., Sungatullin R.Kh., Nikolaeva S.V., Kononova L.I., Zhuravleva N.D., Kucheva N.A. Basu section (South Urals, Russia), a GSSP candidate for base of the Moskovian (Middle Pennsylvanian): recent discoveries and prospect // Kölner Forum Geol. Paläont., 23 (2019) / ed. by S. Hartenfels, H.-G. Herbig, M.R.W. Amler, M. Aretz. Abstracts of 19th Int. Congress on the Carboniferous and Permian, Cologne, July 29 – August 2, 2019. P. 29–30.
- Hu K.Q.Y., Chen J., Hoggancamp N.J., Lambert L.L. Conodont biofacies at the Bashkirian-Moskovian (Pennsylvanian) transition and the Bashkirian Boundary in carbonate slope Naqing section, South China // Kölner Forum Geol. Paläont., 23 (2019) / ed. by S. Hartenfels, H.-G. Herbig, M.R.W. Amler, M. Aretz. Abstracts of 19th Int. Congress on the Carboniferous and Permian, Cologne, July 29 – August 2, 2019. P. 150–151.
- Kulagina E.I., Pazukhin V.N., Davydov V.I. Pennsylvanian biostratigraphy of the Basu River section with emphasis on the Bashkirian-Moscovian transition // Типовые разрезы карбона России и потенциальные глобальные стратотипы. Южноуральская сессия: мат-лы Междунар. полевого сов. «Стратотипические разрезы, предлагаемые и потенциальные ТГСГ карбона в России». Уфа – Сибай, 13–18 авг., 2009 г. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2009. Р. 42–63.
- Pazukhin V.N., Alekseev A.S., Goreva N.V., Kulagina E.I. Discovery of potential Bashkirian-Moscovian boundary marker conodont *Declinognathodus donetzianus* in the Southern Urals // Newsletter on Carboniferous Stratigraphy. 2006. V. 24. P. 18–19.