

## УНИКАЛЬНЫЕ КАРБОНАТНЫЕ РАЗРЕЗЫ ПОГРАНИЧНОГО ИНТЕРВАЛА ФРАНСКОГО – ФАМЕНСКОГО ЯРУСОВ (F/F) В РАЙОНЕ ГЕОПАРКА ТОРАТАУ (БАССЕЙНЫ РЕК РЯУЗЯК И СИКАСЯ ЗАПАДНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА)

© 2020 г. Р. Ч. Тагариева, О. В. Артюшкова, А. Г. Мизенс

**Реферат:** Рассматриваются особенности изменения конодонтов и брахиопод в ракушнике пограничного фран-фаменского интервала в классических карбонатных разрезах Западно-Уральской внешней зоны складчатости Южного Урала. В разрезах Рязук и Кук-Караук (Сиказа) по конодонтам обосновывается положение границы в подошве барминского горизонта. Она зафиксирована внутри литологически однородной толщи брахиоподового ракушника одновременным появлением конодонтов *Palmatolepis triangularis* Sann. и брахиопод *Parapugnax markovskii* (Yud.). Ракушник пограничного F/F интервала расчленен на конодонтовые зоны и подзоны Upper *rhenana*, *linguiformis*, Lower и Middle *triangularis* и детально охарактеризован конодонтами и брахиоподами. Биофациальный анализ по конодонтам показывает, что в верхней части зоны *linguiformis* во всех разрезах наблюдается смена пальматолепидной биофации с избытием таксонов рода *Palmatolepis* крайне обедненной, практически монотаксонной, икриодидной (мелководной) биофацией. По-видимому, это связано с эвстатическими изменениями уровня Мирового океана и с событием массового вымирания (Upper Kellwasser Event) рубежа F/F.

**Ключевые слова:** Южный Урал, пограничный F/F интервал, брахиоподовый ракушник, конодонты, брахиоподы, биофации

## UNIQUE CARBONATE SECTIONS OF THE FRASNIAN-FAMENNIAN STAGE BOUNDARY (F/F) IN THE GEOPARK TORATAU LOCALITY (THE RYAUZYAK AND SIKASYA RIVERS' BASIN IN THE WESTERN SLOPE OF THE SOUTHERN URALS)

© 2020 R. Ch. Tagarieva, O. V. Artyushkova, A. G. Mizens

**Abstract.** Peculiarities of conodonts and brachiopods change in a Frasnian-Famennian brachiopod coquina interval in classical carbonate sections of the Western Uralian Folded Zone in the Southern Urals are considered. In the Ryaulyak and Kuk-Karauk (Sikaza) sections, the boundary position is substantiated by conodonts at the bottom of the Barminsky horizon. It is established within a lithologically homogeneous brachiopod coquina by simultaneous emergence of the conodonts *Palmatolepis triangularis* Sann. and brachiopods *Parapugnax markovskii* (Yud.). The F/F boundary interval is subdivided into the Upper *rhenana*, *linguiformis*, Lower and Middle *triangularis* zones which are thoroughly characterized by means of conodonts and brachiopods. At the top of the Frasnian in all sections (*linguiformis* zone), a replacement of the palmatolepid biofacies with abundant taxa of the *Palmatolepis* genus by extremely poor monotaxonic icriodid biofacies is observed. This is probably due to changes in global sea levels and the Mass Extinction Event (Upper Kellwasser Event) at the F/F boundary.

**Key words:** South Urals, boundary F/F interval, brachiopod coquina, conodonts, brachiopods, biofacies

**Для цитирования:** Тагариева Р.Ч., Артюшкова О.В., Мизенс А.Г. Уникальные карбонатные разрезы пограничного интервала франского – фаменского ярусов (F/F) в районе геопарка Торатау (бассейны рек Рязук и Сикасы западного склона Южного Урала) // Геологический вестник. 2020. № 2. С. 24–38. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2020-2-2>.

**For citation:** Tagarieva R.Ch., Artyushkova O.V., Mizens A.G. Unique carbonate sections of the Frasnian-Famennian stage boundary (F/F) in the geopark Toratau locality (the Ryaulyak and Sikasya rivers' basin in the Western slope of the Southern Urals) // Geologicheskii vestnik. 2020. No.2. P. 24–38. DOI: <http://doi.org/10.31084/2619-0087/2020-2-2>.

## Введение

В 40 км северо-восточнее горы Торатау, в пределах Западно-Уральской внешней зоны складчатости Южного Урала, известны прекрасные скальные выходы верхнедевонских отложений: разрезы Рязук и Кук-Караук (Сиказа) (рис. 1). Франский и фаменский ярусы здесь представлены в непрерывной последовательности и сложены органогенными известняками, с многочисленными кораллами, брахиоподами, криноидеями, конодонтами и ихтиофауной [Марковский, 1948; Домрачев, 1952; Кононова, 1969; Абрамова, 1999; Abramova, Artyushkova, 2004; Artyushkova et al., 2011; Tagarieva, 2013; Тагариева, Мизенс, 2015]. Франский ярус включает породы саргаевского, доманиковского, мендымского и аскынского горизонтов [Стратиграфические..., 1993; Постановления..., 2008]. Фаменский ярус объединяет отложения барминского, макаровского, мурзакаевского, кушелгинского и лытвинского горизонтов.

Уровень основания зоны *triangularis* в изученных разрезах впервые установлен А.Н. Абрамовой и проходит внутри маломощного (не более 0.6 м) слоя брахиоподового ракушняка [Барышев, Абрамова, 1996; Юдина, 1997; Абрамова, 1999; Abramova, Artyushkova, 2004; Tagarieva, 2013; Тагариева, Мизенс, 2015]. Нижняя часть ракушняка по фауне конодонтов и брахиопод относится к аскыньскому горизонту франского яруса [Стратиграфические..., 1993; Постановления..., 2008] и имеет в изученных разрезах небольшую мощность — от 0.20 м (см. рис. 1). Верхняя, большая часть (0.40 м) ракушняка принадлежит барминскому горизонту фаменского яруса. Полная и лучшая палеонтологическая характеристика пограничных франско-фаменских отложений по конодонтам и брахиоподам наблюдается в стратотипической местности барминского горизонта в разрезе на р. Большая Барма и в разрезе Аккыр при впадении р. Бол. Киндерля в р. Зилим (см. рис. 1).

## Материал и методика исследований

Каменный материал из пограничного франско-фаменского интервала в разрезах Рязук и Кук-Караук собран во время полевых работ 2008–2013 гг. Изучение разрезов проводилось с посантиметровым отбором более 30 проб весом до 2 кг каждая. Для всех проб были сделаны пришлифовки и прозрачные шлифы. В период лабораторной обработки из них предварительно выбирались брахиоподы.

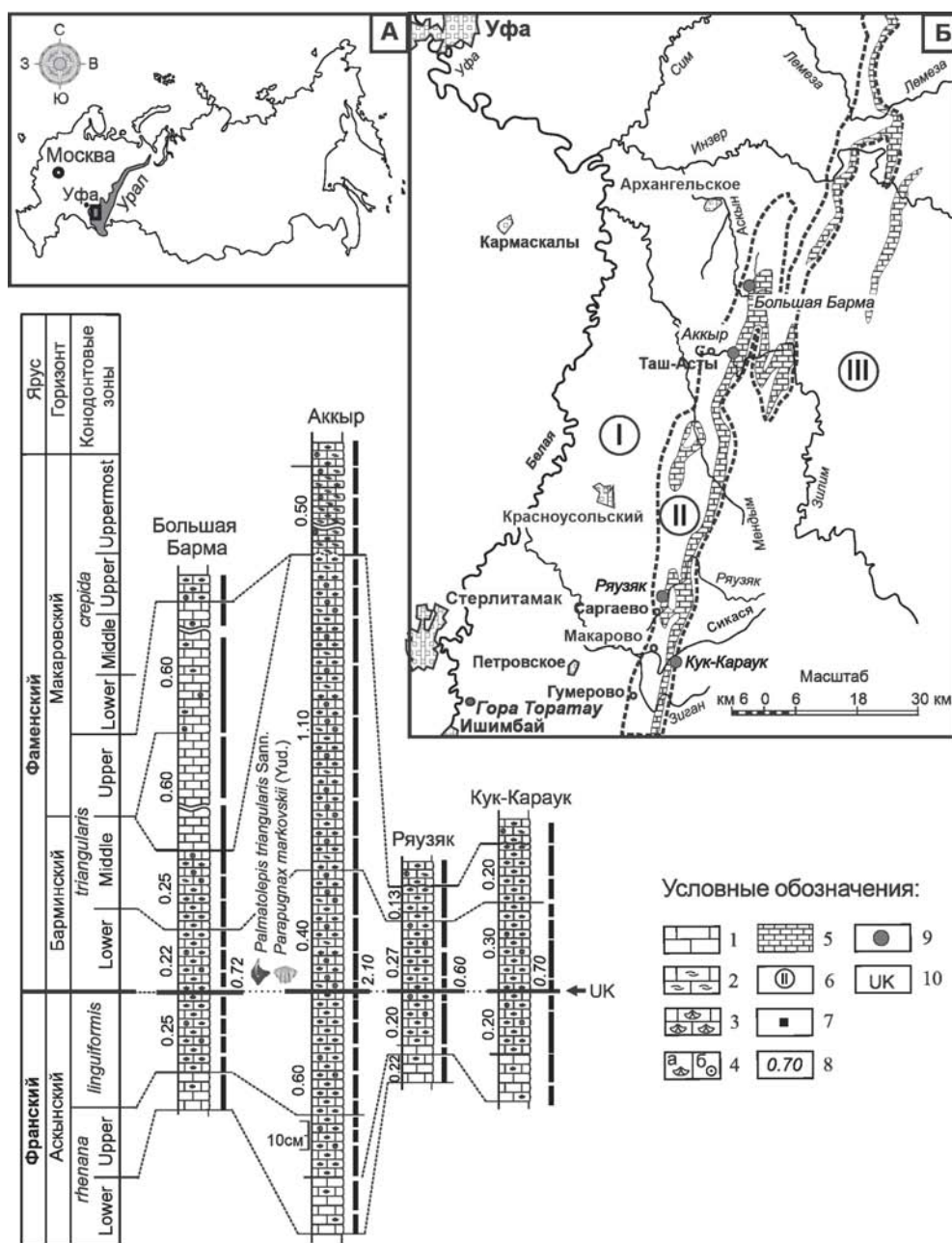
В совокупности в рассматриваемом интервале из двух разрезов было собрано более 1500 экземпляров раковин, отдельных створок и обломков. Оставшаяся после препарирования брахиопод часть породы использовалась для выделения конодонтов. Дезинтеграция пород осуществлялась по традиционной методике в 3–5% растворе муравьиной кислоты. Выборка микрофауны из нерастворимого осадка и ее дальнейшее изучение проводились под стереомикроскопом. Вся изученная коллекция насчитывает более 2000 экземпляров платформенных элементов конодонтов 57 видов, принадлежащих 7 родам, которые хранятся в Лаборатории стратиграфии палеозоя ИГ УФИЦ РАН (г. Уфа).

## Литолого-палеонтологическая характеристика пограничных франско-фаменских отложений разрезов Рязук и Кук-Караук

Отложения верхнего франа и нижнего фамена в разрезах Рязук и Кук-Караук характеризуются фациями относительно глубокого шельфа [Abramova, Artyushkova, 2004]. В данной работе приведена детальная литолого-палеонтологическая характеристика отложений верхней части аскыньского горизонта ( $D_3f$ ), барминского и низов макаровского горизонтов фамена.

**Аскыньский горизонт** обычно представлен светло-серыми и белыми массивными и толстослоистыми органогенными известняками с большим количеством фауны брахиопод, местами образующих ракушняка. Выше лежащие ракушняка **барминского горизонта** фаменского яруса залегают с постепенным переходом. Они сложены светло-серыми известняками, переполненными брахиоподами. Выше барминского горизонта последовательность палеонтологической летописи прерывается, поскольку нижняя часть отложений **макаровского горизонта** в изученных разрезах отсутствует. Макаровские известняки представляют собой светло-серые, розовато-серые, тонко- и среднеслоистые органогенные известняки, в которых присутствуют брахиоподы, криноидеи, ругозы и другая фауна.

Брахиоподовый ракушняк пограничного F/F интервала расчленен на конодонтовые зоны *Upper rhenana*, *linguiformis* (франский ярус, аскыньский горизонт) и *Lower, Middle triangularis* (фаменский ярус, барминский горизонт) (см. рис. 1) [Абрамова, 1999; Abramova, Artyushkova, 2004; Tagarieva, 2013; Тагариева, Мизенс, 2015]. Расчленение проведено в соответствии со стандартной конодонтовой шкалой.



**Рис. 1. Корреляция пограничных франско-фаменских отложений разрезов западного склона Южного Урала: А — карта-схема расположения района исследований на территории России; Б — карта расположения изученных разрезов (заимствована из диссертации В.А. Маслова [1959]) с дополнениями**

*Условные обозначения:* 1 — известняк; 2 — известняк органогенно-детритовый; 3 — ракушняк брахиоподовый; 4 — фауна: а — брахиоподы, б — криноиды; 5 — выходы девонских известняков; 6 — зоны Западно-Уральской палеоконтинентальной провинции (мегазоны) [Серавкин и др., 2001]; I — Предуральский краевой прогиб; II — Западно-Уральская внешняя зона складчатости; III — Башкирский антиклинорий; 7 — точки отбора образцов; 8 — мощность брахиоподового ракушняка; 9 — расположение разрезов; 10 — событие Upper Kellwasser.

**Fig. 1. Correlation of sections of the Frasnian-Famennian boundary deposits in the Western slope of South Urals: А — sketch map showing the location of the studied area in Russia; Б — the location of the sections (after V.A. Maslov [1959], with additions)**

*Legend:* 1 — limestone; 2 — bioclastic limestone; 3 — brachiopod coquina; 4 — fauna: a — brachiopods, б — crinoids; 5 — outcrops of the Devonian limestones; 6 — megazonas of the West Uralian Paleocentral Province [Seravkin et al., 2001]; I — Preuralian Foredeep; II — West Uralian Folded Zone; III — Bashkirian Anticlinorium; 7 — location of samples in the sections; 8 — thickness of the brachiopod coquina; 9 — location of sections; 10 — Upper Kellwasser Event.

Послойное описание отложений приведено снизу вверх.

**Разрез Рязук.** Хорошо обнаженный разрез расположен на правом берегу р. Рязук, в 5 км выше д. Саргаево в Гафурийском районе Республики Башкортостан (см. рис. 1Б и рис. 2А, Б). Координаты: 53°43.662' N и 56°39.162' E.

Здесь в начале широтного отрезка реки, выше мощного родника, вытекающего из-под скалы, обнажаются известняки, интервалом от среднего девона до визейского яруса нижнего карбона [Марковский, 1948; Маслов, 1959; Тяжева, 1961; Кононова, Липина, 1971; Абрамова, 1999; Artyushkova et al., 2011; Тагариева, Мизенс, 2015].

**Слой 1.** Известняк желтовато-светло-серый неяснослоистый, среднезернистый, органогенно-полидетритовый (см. рис. 2В, Г-а). В шлифах породы представлена мелко-, средне- и крупнообластковым пакстоуном, сложенным в различной степени раздробленными остатками иглокожих (мелкие членики криноидей и единичные таблички морских ежей), реже обломками раковин брахиопод и остракод. В небольшом количестве встречаются обрывки зеленых водорослей, фрагменты кораллов и конодонты. Известняк пронизан стилолитовыми швами, выполненными органическим веществом. Мощность слоя составляет 0.15 м.

Слой охарактеризован комплексами конодонтов подзоны Upper *rhenana* и зоны *linguiformis* (рис. 3А) аскынского горизонта франского яруса. Зональная ассоциация конодонтов подзоны Upper *rhenana* (нижние 0.12 м слоя) характеризуется высоким разнообразием (пять родов и 13 видов): *Ancyrodella gigas* Young., *Ad. ioides* Zieg., *Ad. nodosa* Ul. et Bas., *Ancyrognathus asymmetricus* (Ul. et Bas.), *Belodella* sp., *Palmatolepis amplificata* Klapp., *Pa. bogartensis* (Stauf.), *Pa. boogaardi* Klapp. et Fost., *Pa. juntianensis* Han, *Pa. nasuta* Müll., *Pa. rhenana* Bisch., *Pa. subrecta* Mill. et Young., *Polygnathus lodinensis* Pöls. (рис. 3А).

В верхних 0.03 м слоя в комплексе конодонтов появляется вид-индекс одноименной зоны *Palmatolepis linguiformis* Müll. Здесь же наблюдается снижение численности и таксономического разнообразия конодонтов (рис. 3А). Вымирают представители родов *Ancyrodella*, *Belodella*, *Ancyrognathus* и виды рода *Palmatolepis* — *Pa. amplificata* Klapp. и *Pa. juntianensis* Han.

**Слой 2 (а и б).** Ракушняк брахиоподовый серый, неяснослоистый, очень плотный. Под микроскопом средне- и крупнообластковый грейстоун, сложенный плотно упакованными и переме-

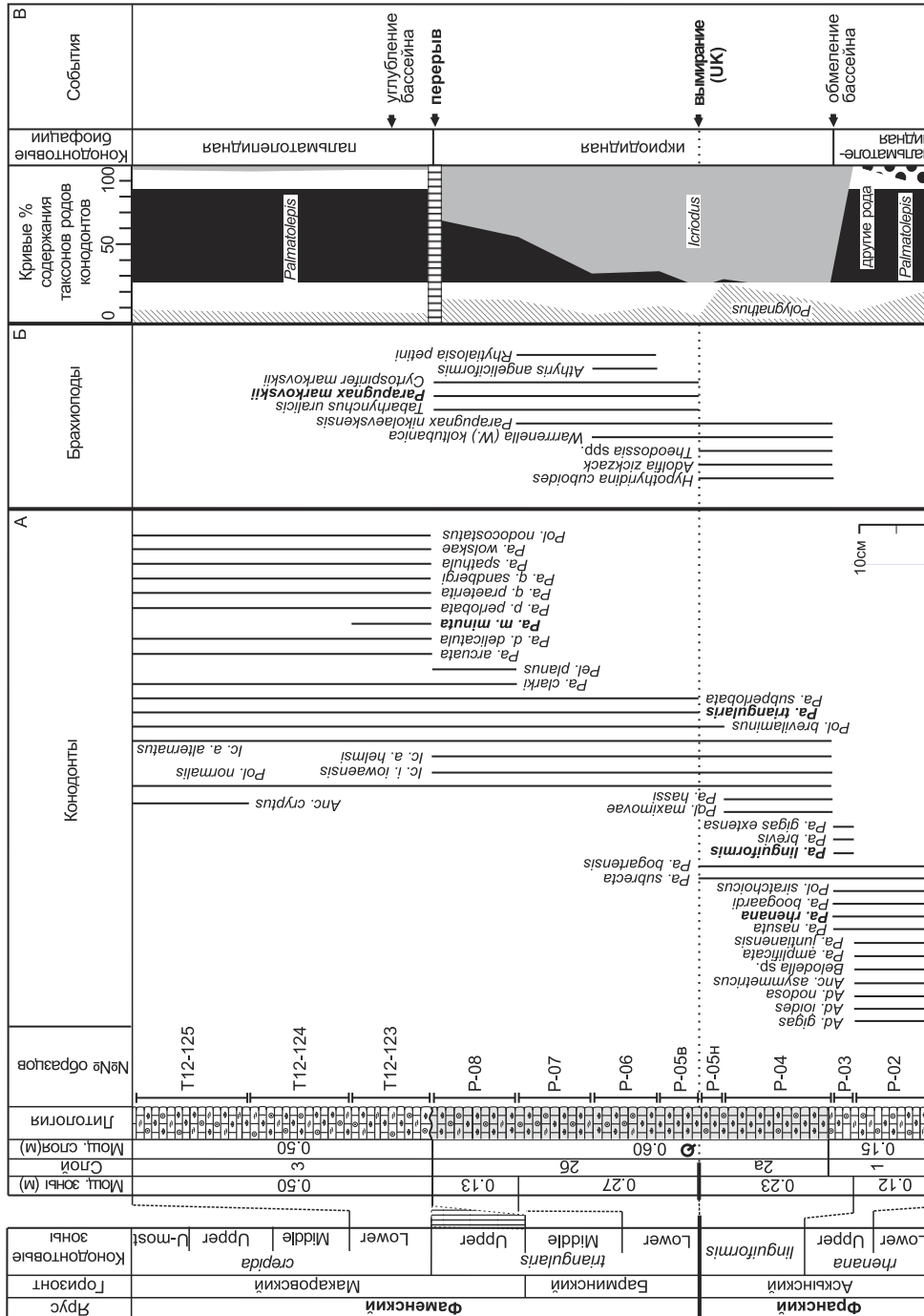
шанными целыми и раздробленными раковинами брахиопод и остракод (см. рис. 2В, Г-б, с). Одновременно отмечаются единичные обломки члеников криноидей. Все скелеты органических остатков подвержены перекристаллизации. На контактах отдельных створок брахиопод отмечаются следы ожелезнения. Мощность слоя равна 0.60 м.

**Интервал 2 а.** К франскому ярусу отнесены нижние 0.20 м брахиоподового ракушняка, соответствующие зоне *linguiformis*. С основания ракушняка наблюдается резкое снижение численности представителей рода *Palmatolepis* (см. рис. 3А и В, обр. Р-04 и Р-05н) как по общему количеству экземпляров, так и по количеству видов. Отмечены лишь единичные экземпляры *Palmatolepis bogartensis* (Stauf.), *Pa. subrecta* Mill. et Young. и *Pa. hassi* Müll. et Müll. Род *Polygnathus* представлен немногочисленными экземплярами *Polygnathus brevilaminus* Brans. et Mehl, *Pol. normalis* Mill. et Young. и *Pol. maximovae* Ovn. et Kon. В комплексе также встречаются первые представители рода *Icriodus*, среди которых многочисленны *Icriodus alternatus alternatus* Brans. et Mehl и единичные *Ic. a. helmsi* Sand. и *Ic. iowaensis iowaensis* Young. et Pet.

Из этой части слоя определены восемь видов и родов брахиопод, относящихся к четырем отрядам (ринхонеллиды, атиридиды, спирифериды и теребратулиды): *Hypothyridina cuboides* (Sow.), *Parapugnax* cf. *nikolaevskensis* Bubl., *Athyris* sp., *Adolfia zickzack* (Roem.), *Theodossia katavensis* Nal., *Cyrtospirifer* sp., *Warrenella* (W.) *koltubanica* (Nal.) и *Cryptonella?* sp. [Abramova, Artyushkova, 2004; Artyushkova et al., 2011] (см. рис. 3Б), с преобладанием представителей *Warrenella* и *Theodossia*.

**Интервал 2 б.** Фаменская часть ракушняка (барминский горизонт) в данном разрезе имеет небольшую мощность — 0.40 м. Его основание отмечается одновременным появлением конодонтов *Palmatolepis triangularis* Sann. и брахиопод *Parapugnax markovskii* (Yud.) (см. рис. 2В и рис. 3А, Б). Кроме вида-индекса зоны, таксоны рода *Palmatolepis* представлены единичными экземплярами *Pa. subperlobata* Brans. et Mehl (см. рис. 3А, обр. Р-05в, Р-06, Р-07 и Р-08). В массовом количестве встречаются транзитные виды *Icriodus alternatus alternatus* Brans. et Mehl, реже *Ic. a. helmsi* Sand., *Ic. iowaensis iowaensis* Young. et Pet. и *Polygnathus brevilaminus* Brans. et Mehl. В самых верхах барминского интервала ракушняка биоразнообразие комплекса конодонтов дополняется видом *Palmatolepis clarki* Zieg., характерным таксоном подзоны Middle *triangularis* (см. рис. 3А, обр. Р-08).





**Рис. 3. Распространение конодонтов (А) и брахиопод (Б) в пограничном F/F интервале Рязуак. Интерпретация палеоэкологических и палеогеографических обстановок (В)**

Условные обозначения см. рис. 1. Сокращения для родов и видов конодонтов, используемые во всех рисунках и в тексте: Ad. — *Ancyrodella*; Anc. — *Ancyrognathus*; B. — *Belodella*; Ic. — *Icriodus*; Pa. — *Palmatolepis*; Pel. — *Pelekysgnathus*; Pol. — *Polygnathus*; a. — *alternatus*; d. — *delicatula*; i. — *iowaensis*; q. — *quadratinodosalobata*; p. — *perlobata* (из [Тагариёва, Мизен, 2015]).

**Fig. 3. Distribution of conodonts (A) and brachiopods (B) in the F/F boundary interval of the Ryauzak section. Interpretation of paleoecological and paleogeographic settings (B) (from [Tagarieva, Mizens, 2015])**

Legend see Fig. 1. Abbreviations for conodont genera and species throughout the tables and the text paper: Ad. — *Ancyrodella*; Anc. — *Ancyrognathus*; B. — *Belodella*; Ic. — *Icriodus*; Pa. — *Palmatolepis*; Pel. — *Pelekysgnathus*; Pol. — *Polygnathus*; a. — *alternatus*; d. — *delicatula*; i. — *iowaensis*; q. — *quadratinodosalobata*; p. — *perlobata*.

В барминском интервале ракушняка установлены руководящие формы брахиопод *Parapugnax markovskii* (Yud.), *Tabarhynchus uralicus* Yud. и *Trifidostellum barmensis* Yud., а также *Semilingula* sp., *Rhytialosia petini* (Nal.), *Parapugnax nikolaevskensis* Bubl., *Athyris angeliciformis* Mark., *Athyris* sp., *Cyrtospirifer markovskii* Nal., *Warrenella koltubanica* (Nal.), относящиеся к девяти родам лингулид, продукид, ринхонеллид, атириид и спириферид [Юдина, 1997; Abramova, Artyushkova, 2004; Artyushkova et al., 2011] (см. рис. 3Б). По сравнению с брахиоподовыми комплексами барминского горизонта из других разрезов этот представлен относительно небольшим количеством видов.

**Слой 3.** Известняк буровато-светло-серый, тонкослоистый, среднезернистый, обогащенный мелкодробленным органическим материалом. В шлифах порода представлена средне- и крупнобиокластовым грейнстоуном, сложенным главным образом остатками иглокожих (морские ежи и членики криноидей), реже брахиопод, конодонтов и водорослей. В породе отмечаются вкрапленность гематита и микротрещины, выполненные лимонитом. Мощность слоя 0.50 м.

Комплекс конодонтов из данного слоя состоит главным образом из представителей рода *Palmatolepis*: *Palmatolepis arcuata* Schül., *Pa. clarki* Zieg., *Pa. delicatula delicatula* Brans. et Mehl, *Pa. minuta minuta* Brans. et Mehl, *Pa. perlobata perlobata* Ul. et Bas., *Pa. q. sandbergi* Ji et Zieg., *Pa. spathula* Schül., *Pa. subperlobata* Brans. et Mehl, *Pa. tenuipunctata* Sann., *Pa. triangularis* Sann., *Pa. wolskae* Ovn. (см. рис. 3А и В, обр. Т12-123–Т12-126). С основания слоя в ассоциации конодонтов отмечаются *Ancyrognathus cryptus* Zieg. и *Polygnathus nodocostatus* Brans. et Mehl. Резко сокращается численность *Icriodus alternatus alternatus* Brans. et Mehl (до 4%, см. рис. 3В). Комплекс конодонтов, по присутствию *Palmatolepis q. sandbergi* Ji et Zieg., *Pa. wolskae* Ovn. и *Polygnathus nodocostatus* Brans. et Mehl, характерен для подзоны Lower *crepida* [Барсков и др., 1987; Ziegler, Sandberg, 1990; Schülke, 1995] макаровского горизонта фаменского яруса.

Интервал, соответствующий подзоне Upper *triangularis*, не выявлен, что указывает на перерыв в отложениях нижней части макаровского горизонта.

**Разрез Кук-Караук.** Самым южным изученным разрезом в Западно-Уральской внешней зоне складчатости, где пограничный фран-фаменский интервал представлен брахиоподовым ракушняком, является разрез Кук-Караук. Он расположен на пра-

вом берегу р. Сикася против устья руч. Куккраук, в 5 км восточнее с. Макарово (см. рис. 1Б и рис. 4А и Б). Координаты: 53°36,669' N и 56°39,162' E.

Пограничные франско-фаменские отложения обнажаются в верхней части крутого склона долины р. Сикася, где в виде скальных останцов обнажены преимущественно девонские (средний и верхний отделы) и каменноугольные (турнейский и визейский ярусы) отложения [Марковский, 1948; Маслов, 1959; Тяжева, 1961; Кононова, 1969; Кононова, Липина, 1971; Абрамова, 1999; Artyushkova et al., 2011].

**Слой 1.** Известняк желтовато-светло-серый, неяснослоистый, крупнозернистый органический, с включениями кальцита и темноокрашенных битумов (см. рис. 4В, обр. К-6). Под микроскопом — средне- и крупнобиокластовый грейнстоун с дробленными остатками члеников криноидей, раковин брахиопод и остракод. Отмечаются редкие пелоиды песчаной мелко- и крупнозернистой размерности (2% площади шлифа). В цементе и на поверхностях органических остатков наблюдаются примазки гидроокислов железа. Порода пронизана стилолитовыми швами, выполненными органическим веществом. Мощность слоя 0.20 м.

Известняк охарактеризован комплексом конодонтов зоны *linguiformis*, который представлен 18 видами пяти родов: *Ancyrodella ioides* Zieg., *Ancyrognathus triangularis* Young., *Belodella* sp., *Palmatolepis amplificata* Klapp., Kuzm. et Ovn., *Pa. beckeri* Klapp., *Pa. bogartensis* (Stauf.), *Pa. boogaardi* Klapp. et Fost., *Pa. brevis* Zieg. et Sand., *Pa. juntianensis* Han, *Pa. aff. kireevae* Ovn., *Pa. linguiformis* Müll., *Pa. nasuta* Müll., *Pa. rhenana* Bisch., *Pa. subrecta* Mill. et Young., *Polygnathus brevis* Mill. et Young., *Pol. lodinensis* Pöls., *Pol. macilentus* Ovn. et Kuzm. и *Pol. normalis* Mill. et Young. (рис. 5А, обр. Т12-19 и К-1-а). Брахиоподы представлены атрипидами *Anatrypa* ex gr. *alticola* (Frech) и *Pseudatrypa* ex gr. *devoniana* (Webster) [Abramova, Artyushkova, 2004; Artyushkova et al., 2011].

**Слой 2 (а и б).** Ракушняк брахиоподовый светло-серый, интенсивно перекристаллизованный, матрикс — средне- и крупнобиокластовый грейнстоун (см. рис. 4В, обр. К-с/1, К-с/2; см. рис. 4Г а, б). На шлифовке видна слоистость, выраженная многократным чередованием прослоев светло-серого ракушняка мощностью 2–3 см с довольно плотной «упаковкой» раковин, и рыхлого детритового (с преобладанием члеников криноидей) известняка. Отмечаются сутурные швы, выполненные гидроокислом железа. Мощность слоя равна 0.70 м.

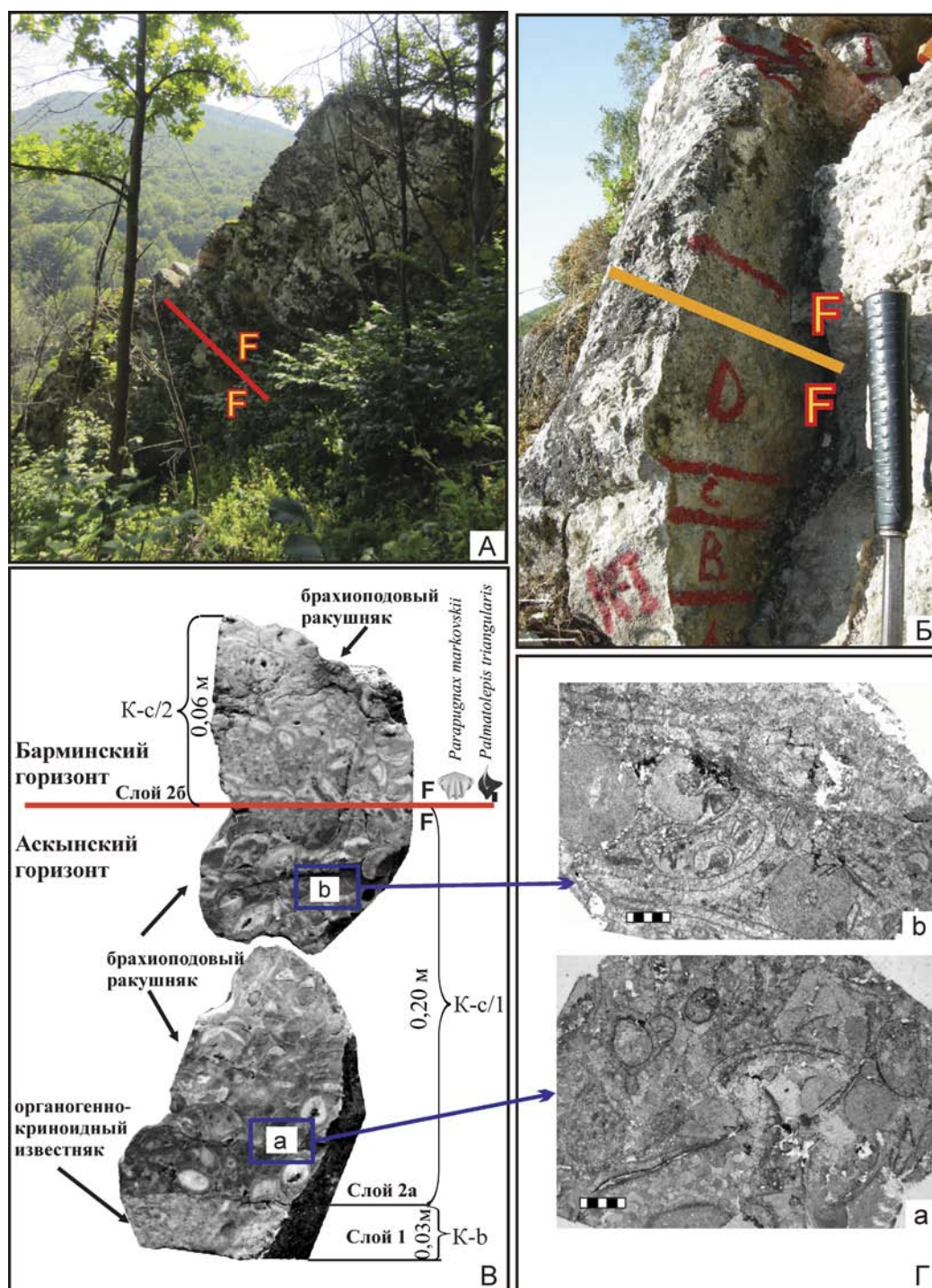


Рис. 4. Разрез Кук-Караук. А — фотография общего вида изученного разреза; Б — фотография пограничного F/F интервала; В — поперечный срез ракушняка в пограничном F/F интервале; Г — фотографии шлифов известняков из пограничного F/F интервала (без анализатора, линейка 1 мм): а, б — пеллоидный биокластовый криноидно-брахиоподовый пакстоун-грейнстоун, франский ярус, зона *linguiformis*, обр. К-с/1

Fig. 4. The Kuk-Karauk section. А — photograph of the general view of studied section; Б — photograph of the F/F boundary interval; В — polished crosscuts of shellstones from the F/F boundary interval; Г — photomicrographs of microsections of limestones from the F/F boundary interval (normal light, scale 1 mm): а, б — peloidal bioclastic packstone-grainstone consisting of brachiopod shells and crinoidal fragments, Frasnian, *linguiformis* Zone, sample К-с/1



**Интервал 2а.** Комплекс конодонтов из франской части ракушняка мощностью 0.20 м представлен пятью родами и 19 видами и подвидами, широко распространенными в интервале зоны *linguiformis*: *Ancyrodella nodosa* Ul. et Bas., *Belodella* sp., *Icriodus alternatus alternatus* Brans. et Mehl, *Ic. a. helmsi* Sand., *Ic. iowaensis iowaensis* Young. et Pet., *Palmatolepis amplificata* Klapp., Kuzm. et Ovn., *Pa. beckeri* Klapp., *Pa. bogartensis* (Stauf.), *Pa. boogaardi* Klapp. et Fost., *Pa. gigas extensa* Zieg. et Sand., *Pa. juntianensis* Han, *Pa. aff. kireevae* Ovn., *Pa. linguiformis* Müll., *Pa. nasuta* Müll., *Pa. rhenana* Bisch., *Pa. subrecta* Mill. et Young., *Pelekysgnathus planus* Sann., *Polygnathus lodinensis* Pöls. и *Pol. macilentus* Ovn. et Kuzm. (рис. 5А, обр. К-I-b–К-I-c/1). Доминируют *Palmatolepis nasuta* Müll., которые составляют половину от всех встреченных конодонтов (см. рис. 5В). В меньшем количестве представлены таксоны рода *Icriodus* и другие. Из брахиопод здесь определены *Pugnax* ex gr. *acuminata* (Sow.), *Anatrypa* ex gr. *alticola* (Frech) и *Pseudatrypa* ex gr. *devoniana* (Webster) [Abramova, Artyushkova, 2004; Artyushkova et al., 2011].

**Интервал 2б.** Фаменская часть ракушняка (барминский горизонт) мощностью 0.50 м охватывает интервал конодонтовых подзон Lower и Middle зоны *triangularis*. Первые единичные экземпляры *Palmatolepis triangularis* Sann. встречены непосредственно в подошве барминского ракушняка вместе с брахиоподами *Parapugnax markovskii* (Yud.) (см. рис. 4В, рис. 5А и Б). Комплекс конодонтов барминского горизонта крайне обедненный. В нижней части горизонта мощностью 0.30 м встречены только вид-индекс зоны *Palmatolepis triangularis* Sann., *Polygnathus brevilaminus* Brans. et Mehl и транзитные таксоны рода *Icriodus* — *Icriodus alternatus alternatus* Brans. et Mehl, *Ic. a. helmsi* Sand., *Ic. iowaensis iowaensis* Young. et Pet. (см. рис. 5А и В, обр. К-I-c/2–К-I-6). Как и в остальных разрезах биоразнообразие конодонтов увеличивается в верхней части барминского ракушняка и дополняется появлением единичных экземпляров видов *Pa. q. praeterita* Schül. и *Pa. d. delicatula* Brans. et Mehl (см. рис. 5А, обр. К-I-7 и К-I-8).

В фаменской части ракушняка установлены брахиоподы *Tabarhynchus uralicus* Yud., *Pugnax* ex gr. *acuminata* (Sow.), *Parapugnax markovskii* (Yud.), *Trifidorostellum barmensis* Yud., *Athyris angeliciformis* Mark., *A. globosa* (Roem.), *Cyrtospirifer tschernyschewi* Khalf. и *Cryptonella uralica* Nal. (см. рис. 5Б) [Юдина, 1997; Abramova, Artyushkova, 2004; Artyushkova et al., 2011].

**Слой 3.** Известняк буровато-светло-серый неяснослоистый, крупнозернистый органогенно-полидетритовый, слабо доломитизированный, с единичными брахиоподами *Tenticospirifer conoideus* (Roem.) (см. рис. 5Б). В шлифах порода представлена средне- и крупнобиокластовым грейнстоуном, сложенным главным образом обломками члеников криноидей и игл морских ежей, реже раковин брахиопод, остракод и гастропод. Отмечаются остатки зубов рыб (*Phoebodus* sp.) и конодонты. Сильно проявлена перекристаллизация биокластов, гематитизация и микротрещиноватость. Мощность слоя 0.35 м.

Комплекс конодонтов таксономически разнообразный и состоит из 24 видов и подвидов трех родов: *Icriodus alternatus alternatus* Brans. et Mehl, *Ic. a. helmsi* Sand., *Palmatolepis arcuata* Schül., *Pa. clarki* Zieg., *Pa. crepida* Sann., *Pa. delicatula delicatula* Brans. et Mehl, *Pa. d. postdelicatula* Schül., *Pa. lobicornis* Schül., *Pa. minuta elegantula* Wang et Zieg., *Pa. minuta minuta* Brans. et Mehl, *Pa. minuta wolskae* Szulc., *Pa. perlobata perlobata* Ul. et Bas., *Pa. q. quadratinodosalobata* Sann., *Pa. q. praeterita* Schül., *Pa. q. sandbergi* Ji et Zieg., *Pa. spathula* Schül., *Pa. subperlobata* Brans. et Mehl, *Pa. tenuipunctata* Sann., *Pa. triangularis* Sann., *Pa. wolskae* Ovn., *Pelekysgnathus planus* Sann., *Polygnathus brevilaminus* Brans. et Mehl, *Pol. glaber glaber* Ul. et Bas. и *Pol. normalis* Mill. et Young. (см. рис. 5А, обр. К-I-e и К-I-h). По присутствию вида-индекса *Palmatolepis crepida* Sann. и характерному комплексу конодонтов отложения слоя 3 сопоставляются с интервалом конодонтовой подзоны Lower *crepida*.

В разрезе отсутствуют отложения подзоны Upper *triangularis*, соответствующие основанию макаровского горизонта фаменского яруса.

### Конодонтовые биофации и палеогеографические обстановки

Биоразнообразие конодонтов, выделенных из брахиоподового ракушняка пограничного F/F интервала разрезов Рязяк и Кук-Караук, характеризуется богатым таксономическим набором. Основу комплексов конодонтов во всех образцах составляют таксоны родов *Palmatolepis*, *Polygnathus* и *Icriodus*. Эти роды считаются основными индикаторами глубин палеобассейна [Seddon, Sweet, 1971, Sandberg, Dreesen, 1984; Sandberg et al., 1988, Ziegler, Sandberg, 1990]. Прочие верхнедевонские роды (*Ancyrodella*, *Ancyrognathus*, *Belodella* и *Pelekysgnathus*) в изученном материале встречаются в резко подчиненном

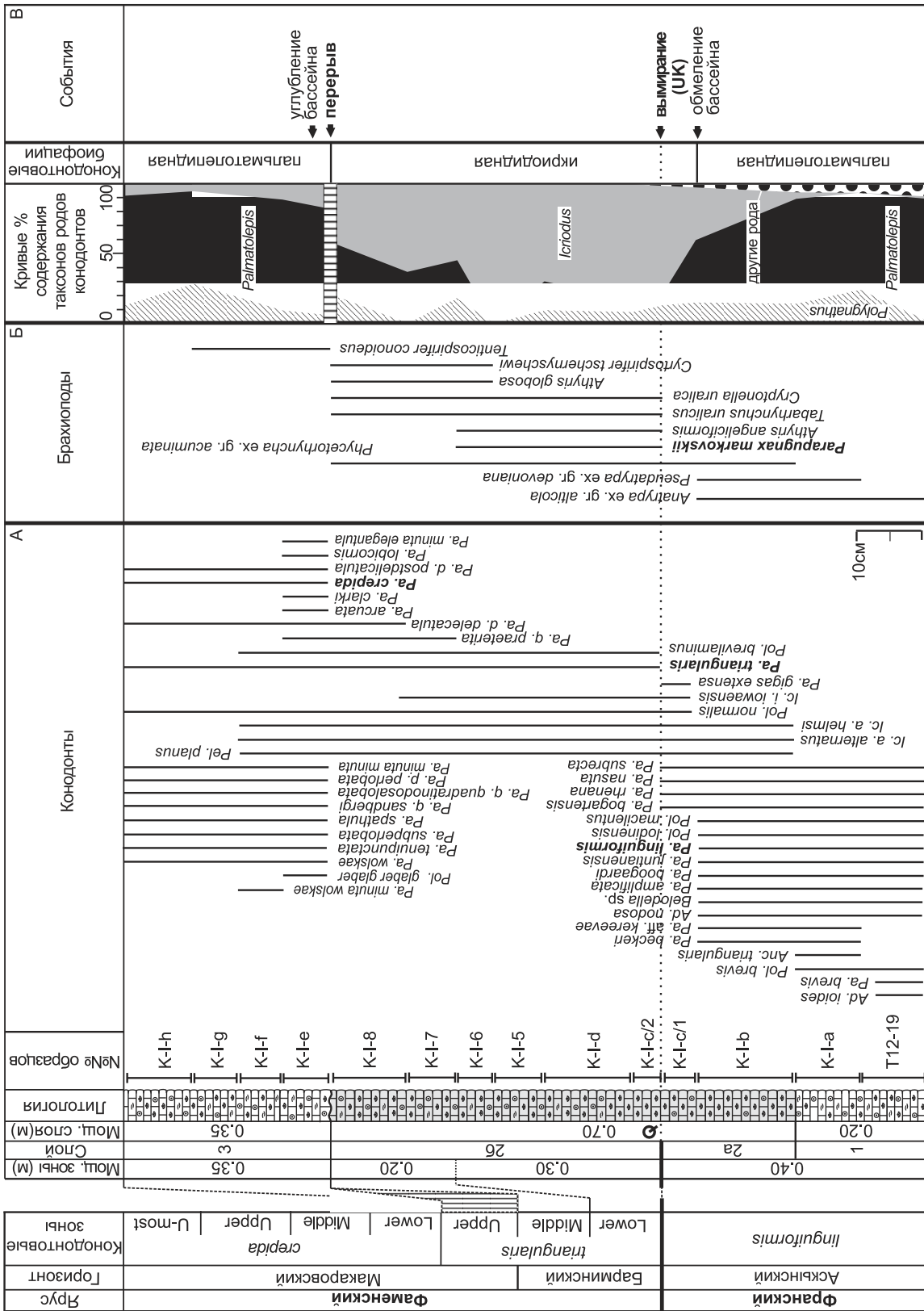


Рис. 5. Распространение кондонтов (А) и брахиопод (Б) в пограничном F/F интервале разреза Кук-Караук. Интерпретация палеоэкологических и палеогеографических обстановок (Б) (из [Тагариева, Мизенс, 2015]) Условные обозначения см. рис. 1.

Fig. 5. Distribution of conodonts (A) and brachiopods (B) in the F/F boundary interval of the Kuk-Karauk section and interpretation of paleoecological and paleogeographic settings (B) [Tagarieva, Mizens, 2015]. See fig. 1 for legend.

отношении. Для изученных разрезов проведен анализ изменения таксономического и количественного разнообразия конодонтов в пограничном франско-фаменском интервале. Из каждого образца было подсчитано количество целых экземпляров встреченных таксонов.

Комплексы конодонтов из отложений аскынского горизонта франского яруса (слой 1, подзона Upper *rhenana* и зона *linguiformis*) характеризуются богатым разнообразием и включают 7 родов и 28 видов (см. рис. 3А и 5А). Среди них отчетливо доминируют пальматолепиды, которые представлены 13 таксонами и составляют 80–90% (см. рис. 3В и 5В). Характерными являются *Palmatolepis amplificata* Klapp., Kuzm. et Ovn., *Pa. gigas extensa* Zieg. et Sand., *Pa. hassi* Müll., *Pa. juntianensis* Han, *Pa. nasuta* Müll., *Pa. rhenana* Bisch., *Pa. subrecta* Mill. et Young. Практически в каждом образце отмечено изобилие *Palmatolepis nasuta* Müll. Таксонов рода *Polygnathus* вдвое меньше. Редкими экземплярами в комплексе представлены виды родов *Ancyrodella*, *Ancyrognathus*, *Belodella*, *Icriodus* и *Pelekysgnathus*, которые насчитывают всего 10%. Выделенная ассоциация конодонтов характеризует пальматолепидную (глубоководную) биофаццию (см. рис. 3В и 5В).

В верхней части аскынского горизонта франского яруса (слой 2, интервал 2а, зона *linguiformis*), в изученных разрезах происходит существенное уменьшение разнообразия конодонтов. Количество таксонов рода *Palmatolepis* сокращается в 2 раза и наблюдается резкое уменьшение их численности – до 20% (см. рис. 3В и 5В). Резко возрастает численность таксонов рода *Icriodus* (55%), хотя таксономически они представлены всего 3 видами: *Icriodus alternatus alternatus* Br. et M., *Ic. alternatus helmsi* Sand. и *Ic. iowaensis iowaensis* Young. et Pet. (см. рис. 3А и 5А).

Таким образом, в конце франского века, вблизи рубежа F/F, пальматолепидная (глубоководная) биофацция сменяется на икриодидную (мелководную) (см. рис. 3В и 5В).

В кровле аскынского горизонта, на границе F/F, вымирают франские виды родов *Palmatolepis*, полностью исчезают роды *Ancyrodella* и *Belodella*. Таксоны *Icriodus alternatus alternatus* Br. et M., *Ic. alternatus helmsi* Sand., *Ic. iowaensis iowaensis* Young. et Pet., *Pol. planus* Sann., *Pol. brevilaminus* Br. et M. и *Pol. normalis* Mill. et Young. проходят в фаменский ярус (см. рис. 3А и 5А).

Аналогичная картина наблюдается и в комплексах брахиопод. Вымирают роды *Devonoproductus*,

*Hypothyridina*, *Calvinaria*, *Septalaria*, *Koltubania*, *Atryparia*, *Theodossia*, *Squamulariina*, *Tecnocyrtina* и представители отрядов Pentamerida и Atrypida [Rzhonsnitskaya et al., 1998; Абрамова, 1999; Мизенс, 2009, 2012].

Резкие изменения в таксономической структуре конодонтового сообщества в конце франского века отразились на биоразнообразии комплексов конодонтов начала фамена. Конодонтовая ассоциация в основании барминского горизонта (слой 2, интервал 2б, подзона Lower *triangularis*) крайне обедненная и однообразная. Род *Palmatolepis* представлен единичными экземплярами *Pa. triangularis* Sann., *Pa. delicatula delicatula* Br. et M. (см. рис. 3А и 5А). Отчетливо наблюдается доминирование транзитных видов *Icriodus alternatus alternatus* Br. et M. и в меньшей степени *Ic. alternatus helmsi* Sand., *Ic. iowaensis iowaensis* Young. et Pet., содержание которых достигает 80%. Выделенная ассоциация конодонтов в нижней части фаменского яруса соотносится с икриодидной (мелководной) биофаццией (см. рис. 3В и 5В).

Увеличение биоразнообразия в комплексах, связанное с новыми видами, представленными *Palmatolepis clarki* Zieg., *Pa. quadratinodosalobata praeterita* Schül., *Pa. subperlobata* Br. et M., *Polygnathus izhmensis* Kuzm., *Pol. praecursor* Mat., *Pol. subinornatus* Strel., наблюдается значительно выше границы франа/фамена (слой 2, интервал 2б, подзона Middle *triangularis*): в 0.27 м – в разрезе Рязяк и в 0.30 м – в разрезе Кук-Караук (см. рис. 3В и 5В).

В разрезах Рязяк и Кук-Караук в стратиграфической последовательности комплексы конодонтов подзоны Upper *triangularis* не установлены и макаровский горизонт в этих разрезах начинается зоной *crepida* (слой 3, см. рис. 3А и 5А). Выделенная ассоциация конодонтов зоны *crepida* характеризуется резким увеличением содержания таксонов рода *Palmatolepis* (69%) и соответствует пальматолепидной (глубоководной) биофацции (см. рис. 3В и 5В).

Возможно, наблюдаемые перестройки в комплексах конодонтов и брахиопод являются следствием обмеления бассейна на рубеже F/F, максимум которого приходился на интервал конодонтовых зон Lower-Upper *triangularis*. Свидетельством тому являются стратиграфические перерывы в ряде разрезов, зафиксированные по конодонтам выше зоны *linguiformis* [Веймарн и др., 1998; Абрамова, 1999; Artyushkova et al., 2011]. В большинстве известных разрезов западного склона Южного Урала (Габдюково, Мендым, Зиган и др.) временной

интервал перерыва варьирует от одной подзоны до нескольких конодонтовых зон. В изученных нами разрезах локальный перерыв наблюдается выше барминского горизонта и равен интервалу конодонтовой подзоны *Upper triangularis* (см. рис. 3В и 5В).

### Заключение

В статье дано детальное послойное описание пограничного франско-фаменского интервала разрезов Рязяк и Кук-Караук Западно-Уральской внешней зоны складчатости Южного Урала. Изученный интервал представлен органогенно-полидетритовыми известняками (грейнстоуны и пакстоуны), содержащими остатки брахиопод, иглокожих (членики криноидей и обломки морских ежей), остракод, фораминифер, водорослей, мшанок и конодонты.

Граница F/F ярусов в изученных разрезах установлена внутри брахиоподового ракушняка. Она соответствует подошве барминского горизонта и зафиксирована одновременным появлением редких конодонтов *Palmatolepis triangularis* Sann. и брахиопод *Parapugnax markovskii* (Yud.) [Барышев, Абрамова, 1996; Юдина, 1997; Абрамова, 1999; Abramova, Artyushkova, 2004; Tagarieva, 2013; Тагариева, Мизенс, 2015].

Пограничные франско-фаменские отложения разрезов Рязяк и Кук-Караук детально охарактеризованы по двум группам фауны (конодонты и брахиоподы). В них в непрерывной конодонтовой последовательности установлены комплексы конодонтов подзоны *Upper rhenana*, зоны *linguiformis* аскынского горизонта франского яруса и подзон *Lower* и *Middle triangularis* барминского горизонта фаменского яруса.

Ассоциация конодонтов подзоны *Upper rhenana* и зоны *linguiformis* характеризуется богатым разнообразием и включает 7 родов и 28 видов (см. рис. 3А и 5А). Среди них отчетливо доминируют пальматолепиды (более 80% комплекса), представители пальматолепидной (глубоководной) биофауны. В кровле аскынского горизонта франского яруса (зона *linguiformis*) в разрезах Рязяк и Кук-Караук биоразнообразие конодонтов и брахиопод заметно снижается, а на границе F/F происходит полное вымирание большинства франских таксонов. С начала фаменского века восстановление сообщества конодонтов происходило очень медленно. Комплекс барминского горизонта (подзоны *Lower* и *Middle triangularis*) включает небольшое количество таксонов (10 видов из 4 родов конодонтов) и характерен

для икриодидной (мелководной) конодонтовой биофауны. Резкое увеличение биоразнообразия наблюдается позднее в подзоне *Lower crepida* (в макаровское время).

Существенное изменение в ассоциации конодонтов разрезов Рязяк и Кук-Караук на рубеже франского и фаменского веков является отчетливым биостратиграфическим репером. Массовое вымирание основных франских таксонов конодонтов и брахиопод в разрезах представляет собой серьезное региональное событие, которое можно коррелировать с глобальным событием массового вымирания Upper Kellwasser Event [Sandberg et al., 1988; Walliser, 1996; Racki, 1998; Rzhonsnitskaya et al., 1998; Веймарн и др., 1998; Алексеев, 1998; Racki et al., 2002].

*Работа выполнена в рамках темы госзадания «Границы стратиграфических подразделений фанерозоя как отражение региональных и глобальных биотических и абиотических событий», № НИОКТР АААА-А19-119011790053-5.*

### Список литературы:

- Абрамова А.Н. Франский ярус западного склона Южного Урала: Препринт/ИГ УНЦ РАН. – Уфа, 1999. – 55 с.
- Алексеев А.С. Массовые вымирания в фанерозое: Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук / МГУ. – М., 1998. – 76 с.
- Барсков И.С., Алексеев А.С., Кононова Л.И., Мигдисова А.В. Определитель конодонтов верхнего девона и карбона / Под ред. В.В. Меннера. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 144 с.
- Барышев В.Н., Абрамова А.Н. Зональное расчленение верхнедевонских отложений западного склона Южного Урала по конодонтам // Ежегодник – 1995 / ИГ УНЦ РАН. – Уфа, 1996. – С. 26–30.
- Веймарн А.Б., Найдин Д.П., Конаевич Л.Ф., Алексеев А.С., Назаров М.А. Методы анализа глобальных катастрофических событий при детальных стратиграфических исследованиях: Методические рекомендации. – М.: Изд-во МГУ, 1998. – 190 с.
- Домрачев С.М. Девон хребта Каратау и прилегающих районов Южного Урала // Девон западного Приуралья. – М.; Л., 1952. – 121 с. – (Тр. ВНИГРИ. Нов. сер.; Вып. 61).
- Кононова Л.И. Комплексы конодонтов из верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений разреза р. Сиказы (Южный Урал) // Бюлл. МОИП, Отд. геол. – Т. 44, № 1. – 1969. – С. 121–138.
- Кононова Л.И., Литина О.А. Соотношение зональных схем верхнего фамена и нижнего турне по фораминиферам и конодонтам на западном склоне Южного Урала // Вопросы микропалеонтологии. – 1971. – Вып. 14. – С. 39–69.
- Марковский Б.П. Очерк стратиграфии девонских отложений западного склона Среднего и Южного Урала // Мат. ВСЕГЕИ, общ. сер. – 1948. – Сборник 8. – С. 22–28.

- Маслов В.А.* Литология и фациальные особенности верхнедевонских карбонатных отложений западного склона Южного Урала: Дис. ... канд. геол.-мин. наук. – Уфа, 1959. – 304 с.
- Мизенс А.Г.* Брахиоподы и биостратиграфия верхнего девона Среднего и Южного Урала: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук / ИНГГ СО РАН. – Новосибирск, 2009. – 18 с.
- Мизенс А.Г.* Брахиоподы и биостратиграфия верхнего девона Среднего и Южного Урала. – Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012. – 324 с.
- Постановления Межведомственного стратиграфического комитета России и его постоянных комиссий / Отв. ред. *А.И. Жамойда*. – Вып. 38. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. – 131 с.
- Сервакин И.Б., Знаменский С.Е., Косарев А.М.* Разрывная тектоника и рудоносность Башкирского Зауралья. – Уфа: Полиграфкомбинат, 2001. – 318 с.
- Стратиграфические схемы Урала. – Екатеринбург. – 1993.
- Тагариева Р.Ч., Мизенс А.Г.* Разрезы западного склона Южного Урала, перспективные для выбора точки регионального стратотипа нижней границы фаменского яруса // Литосфера. – 2015. – № 3. – С. 33–56.
- Тяжева А.П.* Стратиграфия девонских отложений западного склона Южного Урала // Девонские отложения Башкирии. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – Ч. 1: Стратиграфия. – С. 5–130.
- Юдина Ю.А.* Ринхонеллиды из барминских отложений западного склона Южного Урала // Палеонтологический журнал. – 1997. – № 5. – С. 63–67.
- Abramova A.N., Artyushkova O.V.* The Frasnian-Famennian boundary in the Southern Urals // *Geol. Quart.* – 2004. – Vol. 48, No. 3. – P. 137–154.
- Artyushkova O.V., Maslov V.A., Pazukhin V.N., Kulagina E.I., Tagarieva R.Ch., Mizens L.I., Mizens A.G.* Devonian and Lower Carboniferous type sections of the western South Urals // Pre-Conference Field Excursion Guidebook. International Conference “Biostratigraphy, Paleogeography and Events in Devonian and Lower Carboniferous”, Ufa, Sterlitamak, Russia, July 20–25, 2011. – Ufa, 2011. – 92 p.
- Racki G.* The Devonian bio-crisis and brachiopods: Introductory remarks // *Acta Palaeontologica Polonica.* – 1988. – Vol. 43, No. 2. – P. 135–136.
- Racki G., Racka M., Matyja H., Devleeschouwer X.* The Frasnian-Famennian boundary in the South Polish-Moravian shelf basins: integrated event-stratigraphical approach // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology.* – 2002. – Vol. 181. – P. 251–297. – doi: 10.1016/S0031-0182(01)00481-3.
- Rzhonsnitskaya M.A., Markovskii B.P., Yudina Y.A., Sokiran E.V.* Late Frasnian Atrypida (Brachiopoda) from the South Urals, South Timan and Kuznetsk Basin (Russia) // *Acta Palaeont. Polonica.* – 1998. – Vol. 43, No. 2. – P. 305–344.
- Sandberg C.A., Dreesen R.* Late Devonian icriodontid biofacies models and alternate shallow-water conodont zonation // *Conodont biofacies and provincialism / D.L. Clark (ed.): Geological Society of America Special Paper* – 1984. – Vol. 196 – P. 143–178.
- Sandberg C.A., Ziegler W., Dreesen R., Butler J.L.* Late Frasnian mass extinction: conodont event stratigraphy, global changes, and possible causes // *Courier Forschungsinstitut Senckenberg.* – 1988. – Vol. 102. – P. 263–307. – (1st International Senckenberg Conference and 5th European Conodont Symposium (ECOS V); Contribution I).
- Schülke I.* Evolutive Prozesse bei *Palmatolepis* in der frühen Famenne-Stufe (Conodonta, Ober-Devon) // *Göttinger Arbeiten zur Geologie und Paläontologie.* – 1995. – Vol. 67. – P. 1–108.
- Seddon G., Sweet W.C.* An ecological model for conodonts // *Journal of Paleontology.* – 1971. – Vol. 45. – P. 896–880.
- Tagarieva R.C.* Conodont biodiversity of the Frasnian-Famennian boundary interval (Upper Devonian) in the Southern Urals // *Bulletin of Geosciences.* – 2013. – Vol. 88, No. 2. – P. 297–314.
- Walliser O.H.* Global events in the Devonian and Carboniferous // *Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic / O.H. Walliser (ed.)* – Berlin: Springer Verlag, 1996. – P. 225–250. – doi: 10.1007/978-3-642-79634-0\_11.
- Ziegler W., Sandberg C.F.* The Late Devonian Standart Conodont Zonation // *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg.* – 1990. – Vol. 121. – P. 1–115.

## References:

- Abramova A.N.* Franskii yarus zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [The Frasnian Stage of the western slope of the South Urals]: Preprint / *Inst. Geol. USC RAS. Ufa, 1999. 55 p.* (In Russian).
- Abramova A.N., Artyushkova O.V.* The Frasnian-Famennian boundary in the Southern Urals // *Geol. Quart.* 2004. Vol. 48, No. 3. P. 137–154.
- Alekseev A.S.* Massovyie vymiraniya v fanerozoie [Mass Extinctions in the Phanerozoic Time]: Avtopef. dis. ... d-ra geol.-min. nauk [Synopsis for doctoral thesis]. Moscow: MSU Press, 1998. 76 p. (In Russian).
- Artyushkova O.V., Maslov V.A., Pazukhin V.N., Kulagina E.I., Tagarieva R.Ch., Mizens L.I., Mizens A.G.* Devonian and Lower Carboniferous type sections of the western South Urals: Pre-Conference Field Excursion Guidebook. International Conference “Biostratigraphy, Paleogeography and Events in Devonian and Lower Carboniferous”, Ufa, Sterlitamak, Russia, July 20–25, 2011. Ufa, 2011. 92 p.
- Barskov I.S., Alekseev A.S., Kononova L.I., Migdisova A.V.* Opredelitel' konodontov verchnego Devona i Karbona / *Pod red. V.V. Mennera* [Atlas of the Upper Devonian and Carboniferous conodonts / V.V. Menner (ed.)] Moscow: MSU Press, 1987. 144 p. (In Russian).
- Baryshev V.N., Abramova A.N.* Zonal'noe raschlenenie verchne-devonskikh otlozhenii zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala po konodontam [Conodont zonal subdivision of the Upper Devonian deposits in the western slope of the Southern Urals] // *Yezhegodnik* – 1995 / IG USC RAS. Ufa, 1996. P. 26–30 (In Russian).

- Domrachev S.M.* Devon khrebtta Kara-Tau i prilegayushchikh raionov Yuzhnogo Urala [The Devonian of the Karatau Ridge and the adjacent regions of the South Urals] // Devon zapadnogo Priural'ya [The Devonian of the West Pre-Urals]. Leningrad, Moscow, 1952. P. 5–121. (Trans. All-Union Res. Geol. Prosp. Inst. New ser.; Vol. 61). (In Russian).
- Kononova L.I.* Kompleksy konodontov iz verchnedevonskikh i nizhnkamennougol'nykh otlozhenii razreza r. Sikazy (Yuzhnyi Ural) [Upper Devonian and Lower Carboniferous Conodont complexes from the Sikaza section] // Bull. MOIP. Otdel geol. Vol. 44, No. 1. 1969. P. 121–138. (In Russian).
- Kononova L.I., Lipina O.A.* Sootnosheniye zonal'nykh skhem verkhnego Famena i nizhnego Turne po foraminiferam i konodontam na zapadnom sklone Yuzhnogo Urala [The correlation of the Upper Famennian and Lower Tournaisian zonal schemes on foraminifera and conodonts in the Western slope of the South Urals] // Voprosy mikropaleontologii. 1971. Iss. 14. P. 39–69 (In Russian).
- Markovskiy B.P.* Ocherk stratigrafii devonskikh otlozhenii zapadnogo sklona Srednego i Yuzhnogo Urala [Essay on the stratigraphy of the Devonian sediments of the western slope of the Middle and Southern Urals] // Mat-ly Vses. nauchno-issled. Geol. in-ta. Obshch. ser. 1948. No. 8. P. 22–28 (In Russian).
- Maslov V.A.* Litologiya i fatsial'nye osobennosti verchnedevonskikh karbonatnykh otlozhenii zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [Lithology and facies features of the Upper Devonian carbonate deposits of the western slope of the Southern Urals]: Dis. ... kand. geol.-min. nauk. Ufa, 1959. 304 p. (In Russian).
- Mizens A.G.* Brakhipody i biostratigrafiya verkhnego devona Srednego i Yuzhnogo Urala [Brachiopods and biostratigraphy of the Upper Devonian of the Middle and Southern Urals]: Avtopef. dis. ... kand. geol.-min. nauk / INGG SO RAN. Novosibirsk, 2009. 18 p. (In Russian).
- Mizens A.G.* Brakhipody i biostratigrafiya verkhnego devona Srednego i Yuzhnogo Urala [Brachiopods and biostratigraphy of the Upper Devonian of the Middle and Southern Urals]. Yekaterinburg: Ural branch RAS Publ., 2012. 324 p. (In Russian).
- Postanovleniya Mezhdovedomstvennogo stratigraficheskogo komiteta Rossii i yego postoyannykh komissii [Decisions of the Interagency Stratigraphic Committee and its standing commissions] / *A.I. Zhamoida (ed.)*. St. Petersburg, 2008. Is. 38. 131 p. (In Russian).
- Racki G.* The Devonian bio-crisis and brachiopods: Introductory remarks // *Acta Palaeontologica Polonica*. 1988. Vol. 43, No. 2. P. 135–136.
- Racki G., Racka M., Matyja H., Devleeschouwer X.* The Frasnian-Famennian boundary in the South Polish-Moravian shelf basins: integrated event-stratigraphical approach // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. 2002. Vol. 181. P. 251–297. doi: 10.1016/S0031-0182(01)00481-3.
- Rzhonsnitskaya M.A., Markovskii B.P., Yudina Y.A., Sokiran E.V.* Late Frasnian Atrypida (Brachiopoda) from the South Urals, South Timan and Kuznetsk Basin (Russia) // *Acta Palaeontologica Polonica*. 1998. Vol. 43, No. 2. P. 305–344.
- Sandberg C.A., Dreesen R.* Late Devonian icriodontid biofacies models and alternate shallow-water conodont zonation // *Conodont biofacies and provincialism / D.L. Clark (ed.)*: Geological Society of America Special Paper. 1984. Vol. 196. P. 143–178. Doi: <https://doi.org/10.1130/SPE196-p143>.
- Sandberg C.A., Ziegler W., Dreesen R., Butler J.L.* Late Frasnian mass extinction: conodont event stratigraphy, global changes, and possible causes // *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*. 1988. Vol. 102. P. 263–307. (1st International Senckenberg Conference and 5th European Conodont Symposium (ECOS V); Contribution I).
- Schülke I.* Evolutive Prozesse bei *Palmatolepis* in der frühen Famenne-Stufe (Conodonta, Ober-Devon) // *Göttinger Arbeiten zur Geologie und Paläontologie*. 1995. Vol. 67. P. 1–108.
- Seddon G., Sweet W.C.* An ecological model for conodonts // *Journal of Paleontology*. 1971. Vol. 45. P. 896–880.
- Seravkin I.B., Znamensky S.E., Kosarev A.M.* Razryvnaya tektonika i rudonosnost' Bashkirskogo Zaural'ja [Fault tectonics and the ore presence in the Bashkirian Trans-Urals]. Ufa: Poligrafkombinat Publ., 2001. 318 p. (In Russian).
- Stratigraficheskie skhemy Urala [Stratigraphic charts of the Urals] / *N.Y. Antsygin, B.A. Popov, B.I. Chuvashov (eds.)*. Ekaterinburg, 1993. (In Russian).
- Tagarieva R.C.* Conodont biodiversity of the Frasnian-Famennian boundary interval (Upper Devonian) in the Southern Urals // *Bul. of Geosciences*. 2013. Vol. 88, No. 2. P. 297–314.
- Tagarieva R.Ch., Mizens A.G.* Razrezy zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala, perspektivnyye dlya vybora tochki regional'nogo stratotipa nizhnei granitsy famenskogo yarusa [Sections in the western slope of the south urals perspective for the choice of the famennian regional boundary stratotype point] // *Lithosfera*. 2015. No. 3. P. 33–56 (In Russian).
- Tyazheva A.P.* Stratigrafiya Devonskikh otlozhenii zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [The Stratigraphy of the Devonian deposits in the Western slope of the South Urals] // *Devonskie otlozheniya Bashkirii* [The Devonian deposits of Bashkiria]. Moscow: Acad. Sc. USSR Publ., 1961. Chast' 1: Stratigrafiya [Pt. 1: Stratigraphy]. P. 5–130 (In Russian).
- Veimarn A.B., Naidin D.P., Kopayevich L.F., Alekseev A.S., Nazarov M.A.* Method analiza global'nykh katastroficheskikh sobytii pri detal'nykh stratigraficheskikh issledovaniyakh: Metodicheskiye rekomendtsii [Methods for Analyzing Global Catastrophic Events under Detailed Stratigraphic Investigations: Guidelines]. Moscow: MSU Press, 1998. 190 p. (In Russian).
- Walliser O.H.* Global events in the Devonian and Carboniferous // *Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic / O.H. Walliser (ed.)* Berlin: Springer Verlag, 1996. P. 225–250. doi: 10.1007/978-3-642-79634-0\_11.
- Yudina Yu.A.* Rinkhonellidy iz barminskikh otlozhenii zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [Rhynchonellids (Brachiopoda) from the Barma deposits of the western slope of the South Urals] // *Paleontologicheskii Journal*. 1997. No. 5. P. 63–67 (In Russian).
- Ziegler W., Sandberg C.F.* The Late Devonian Standart Conodont Zonation // *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg*. 1990. Vol. 121. P. 1–115.

*Сведения об авторах:*

**Тагариева Резеда Чулпановна**, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: trezeda88@mail.ru  
**Артиушкова Ольга Викторовна**, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. E-mail: stpal@ufaras.ru  
**Мизенс Анита Гунаровна**, Институт геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого Уральского отделения РАН (ИГиГ УрО РАН), г. Екатеринбург. E-mail: MizensAG@igg.uran.ru.

*About the authors:*

**Tagarieva Rezeda Chulpanovna**, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa, Russia. E-mail: trezeda88@mail.ru  
**Artyushkova Olga Viktorovna**, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa, Russia. E-mail: stpal@ufaras.ru  
**Mizens Anita Gunarovna**, Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch RAS, Ekaterinburg, Russia. E-mail: MizensAG@igg.uran.ru