

---

---

Научная статья

УДК 551.734.5

DOI: 10.31084/2619-0087/2024-3-2

## ГЛОБАЛЬНОЕ СОБЫТИЕ UPPER KELLWASSER И ЕГО ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКОЕ И ЛИТОЛОГИЧЕСКОЕ ОТРАЖЕНИЕ В КАРБОНАТНЫХ РАЗРЕЗАХ БОЛЬШАЯ БАРМА, АККЫР, РЯУЗЯК И КУК-КАРАУК ЗАПАДНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА

Р. Ч. Тагариева

*Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, г. Уфа, Россия, trezeda88@mail.ru*

Граница франского и фаменского ярусов (F/F) является одной из самых обсуждаемых проблем стратиграфии и палеонтологии. Этот рубеж во всем мире характеризуется глобальным биотическим кризисом и связанным с ним крупнейшим в фанерозое вымиранием, известным как Upper Kellwasser Event (UK). В изученных карбонатных разрезах западного склона Южного Урала (Большая Барма, Аккыр, Рязук и Кук-Караук) верхнекельвассерское событие отражается как биособытие массового вымирания. Резкая перестройка таксономического состава конодонтов отчетливо фиксируется в брахиоподовом ракушняке в подошве барминского горизонта фаменского яруса. В комплексах конодонтов исчезают франские виды рода *Ancyrognathus*, *Palmatolepis*, а также представители родов *Ancyrodella* и *Belodella*. Во всех изученных разрезах на рубеже F/F наблюдается смена пальматолепидной (глубоководной) биофации на икриодидную (мелководную).

*Ключевые слова:* Верхний девон, граница F/F, глобальное событие Upper Kellwasser (UK), био-стратиграфия, биофации, конодонты, западный склон Южного Урала

*Благодарности:* Автор глубоко признательна О. В. Артюшковой за рекомендации, конструктивную критику и ценные замечания. Исследование выполнено в рамках госзадания № НИОКТР FMRS — 2022–0010 «Основные события фанерозоя: палеонтология, стратиграфия, корреляция».

Original article

## GLOBAL UPPER KELLWASSER EVENT AND ITS PALEONTOLOGICAL AND LITOLOGICAL REFLECTION IN THE BOLSHAYA BARMA, AKKYR, RYAUZYAK AND KUK-KARAUK CARBONATE SECTIONS OF THE WESTERN SLOPE OF THE SOUTH URAL

R. Ch. Tagarieva

*Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia*

The Frasnian and Famennian (F/F) boundary is one of the most discussed problems in the stratigraphy and paleontology. This interval is characterized worldwide by a global geological crisis and the associated the largest extinction event of the Phanerozoic, known as the Upper Kellwasser Event (UK). In the studied carbonate sections of the western slope of the South Urals (Bolshaya Barma, Akkyr, Ryaulyak and Kuk-Karauk)

---

Для цитирования: Тагариева Р. Ч. Глобальное событие Upper Kellwasser и его палеонтологическое и литологическое отражение в карбонатных разрезах Большая Барма, Аккыр, Рязук и Кук-Караук западного склона Южного Урала // Геологический вестник. 2024. № 3. С. 9–22. DOI: 10.31084/2619-0087/2024-3-2

For citation: Tagarieva R. Ch. (2024) Global Upper Kellwasser Event and its paleontological and litological reflection in the Bolshaya Barma, Akkyr, Ryaulyak and Kuk-Karauk carbonate sections of the western slope of the South Ural. *Geologicheskii vestnik*. 2024. No. 3. P. 9–22. DOI: 10.31084/2619-0087/2024-3-2

---

© Р. Ч. Тагариева, 2024

and Kuk-Karauk) the UK event is reflected as a global bio event. A sharp change of the taxonomic composition of conodont complexes is clearly recorded in the brachiopod shell stones at the Famennian Barma Horizon bottom. In the uppermost Askyn Horizon, close to the F/F boundary, Frasnian species of the genera *Ancyrognathus* and *Palmatolepis* die out, and the genera *Ancyrodella* and *Belodella* become totally extinct. At the end of the Frasnian time in all studied sections the palmatolepid (pelagic) biofacies gives way to the icriodid (shallow water) one.

**Keywords:** Upper Devonian, F/F boundary, Upper Kellwasser Event (UK), biostratigraphy, biofacies, conodonts, western slope of the South Ural

**Acknowledgements:** The author is deeply grateful to O. V. Artyushkova for recommendations, constructive criticism and valuable comments. The study was funded by the carry out within the Framework of the State task “Main events of the Phanerozoic: paleontology, stratigraphy, correlation” № NIOKTR FMRS — 2022–0010.

## Введение

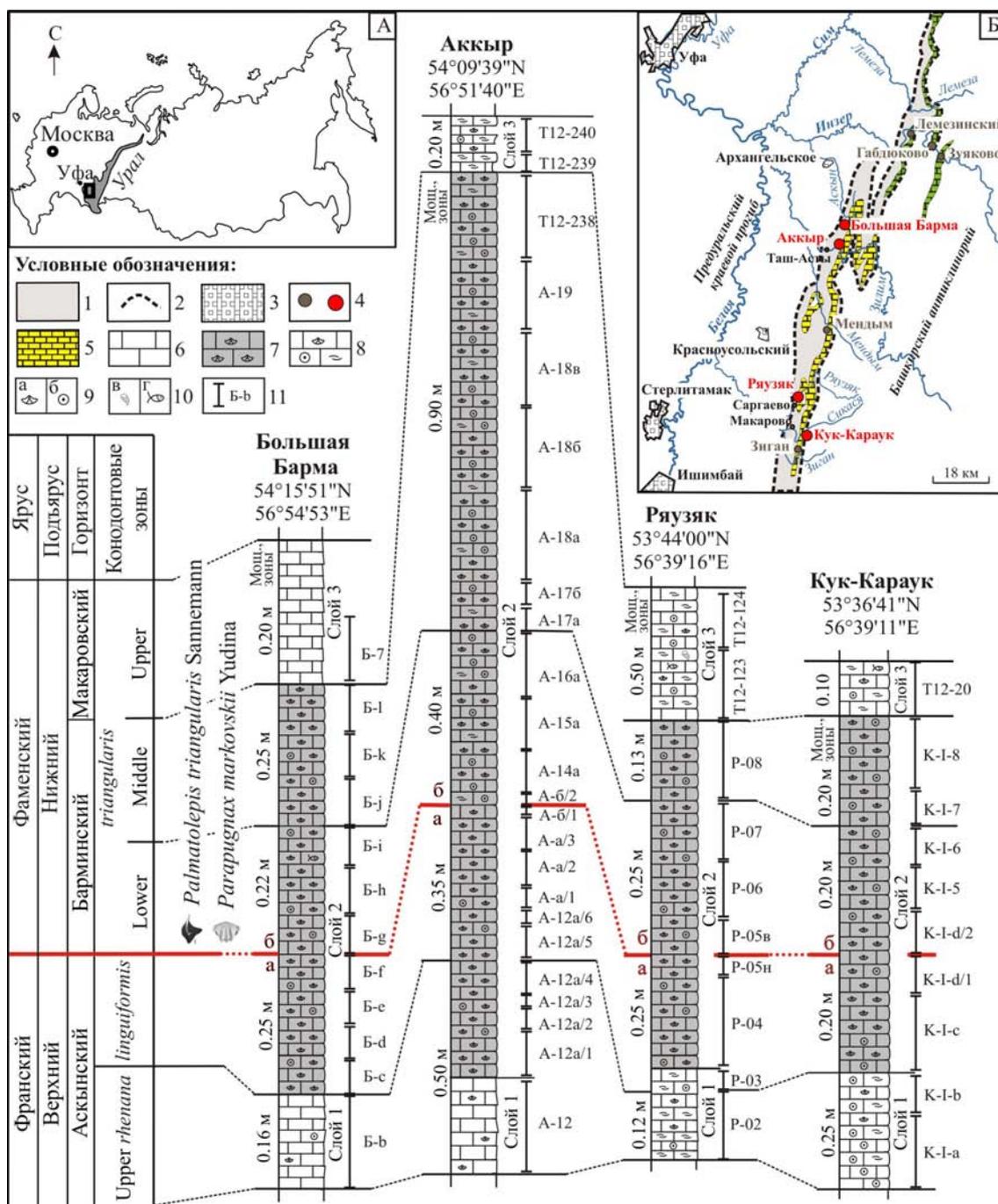
Глобальное событие франского и фаменского рубежа Kellwasser Event (UK), датированное  $371.870 \pm 0.108$  млн лет [Da Silva et al., 2020; Becker et al., 2020], считается одним из самых ярких, масштабных и значимых биотических и абиотических событий среднего палеозоя [Walliser, 1996; McGhee, 1996; Алексеев, 1998; Веймарн и др., 1998]. Этот период характеризуется серьезными изменениями в структуре сообществ различных групп биоты, вымиранием до 80% морских тропических и субтропических видов и кризисом крупнейших рифовых экосистем. В результате кельвассерского кризиса серьезно пострадали рифовые, околорифовые и бентосные организмы, принадлежащие к строматопороидеям, кораллам, брахиоподам и трилобитам. Резко сократился фитопланктон, вымерли практически все пелагические тентакулиты, до 75% видов остракод, конодонты, аммоноидеи и различные группы рыб (телодонты, плакодермы, агната) [Schindler, 1990; Buggisch, 1991; Walliser, 1996; Алексеев, 1998; Веймарн и др., 1998].

Свое название событие получило от черных известняков и сланцев горизонта Kellwasser Рейнских Сланцевых гор в Германии. Впервые указанный горизонт был описан Ремером [Roemer, 1850] как черные известняки «GoniatitenKalk» в долине Kellwassertal горы Гарц, откуда и пошло название «KellwasserKalk» или известняки Kellwasser [Beushausen, 1900]. В классических разрезах Германии (Штейнбрух Шмидт (Steinbruch Schmidt), Мартенберг (Martenberg) и др.) среди цефалоподовых известняков верхнефранского подъяруса прослеживаются два горизонта черных сланцев, известные как нижний (Lower) и верхний (Upper) горизонты Kellwasser [Schindler, 1990; Buggisch, 1991; McGhee, 1996; Walliser, 1996]. Согласно стандартной конодонтовой зональной

шкалы [Ziegler, Sandberg, 1990] Lower Kellwasser коррелируется с нижней частью зоны Upper *rhenana*, Upper Kellwasser — соответствует интервалу конодонтовых зон *linguiformis* и *triangularis*. Образование этих сланцев связывают с бескислородными обстановками осадконакопления, вызванных кратковременной трансгрессией мирового океана [Johnson et al., 1985; Buggisch, 1991; Sandberg et al., 1988]. Резкое повышение уровня моря, приведшее к формированию горизонта Lower Kellwasser, вызвало стресс в экосистеме, вследствие которого произошло поэтапное исчезновение морских организмов. Второе бескислородное событие, фиксируемое в интервале конодонтовых зон *linguiformis* и *triangularis* (трансгрессивно-регрессивный цикл IId по [Johnson et al., 1985]), стало кульминационным и завершилось событием массового вымирания на границе франского и фаменского веков. Данные по стабильным изотопам углерода показывают, что оба периода накопления черных сланцев соответствуют резким положительным экскурсам  $\delta^{13}\text{C}$  (средняя амплитуда около +3‰), что является ярким хемотратиграфическим маркером как нижнего, так и верхнего событий Kellwasser [Joachimski, Buggisch, 1993; Walliser, 1996; Carmichael et al., 2019; Becker et al., 2020].

На Южном Урале известны непрерывные разнофациальные разрезы F/F отложений, представленные как осадочными, так и вулканогенно-осадочными образованиями. История их изучения насчитывает уже почти 100 лет [Наливкин, 1926; Марковский, 1948; Домрачев, 1952; Тяжева, 1961; Кононова, 1969; Кононова, Липина, 1971; Барышев, Абрамова, 1996; Rzhonsnitskaya et al., 1998; Абрамова, 1999; Якупов и др., 2002; Abramova, Artyushkova, 2004; Veimarn et al., 2004; Маслов, Артюшкова, 2010; Artyushkova et al., 2011; Tagarieva, 2013; Тагариева, Мизенс, 2015].

Уникальность карбонатных разрезов западного склона Южного Урала (Большая Барма, Аккыр,



**Рис. 1. Корреляция пограничных F/F отложений разрезов западного склона Южного Урала Большая Барма, Аккыр, Рязузяк и Кук-Караук. А — карта-схема расположения района исследований на территории России; Б — обзорная карта расположения изученных разрезов**

Условные обозначения: 1 — территория Западно-Уральской внешней зоны складчатости; 2 — границы тектонических зон; 3 — населенные пункты; 4 — разрезы; 5 — выходы девонских отложений; 6 — известняки; 7 — брахиоподовый ракушняк; 8 — органогенно-полидетритовые известняки; 9–10 — фауна: а — брахиоподы; б — криноидеи; в — ругозы; г — рыбы; 11 — образцы

**Fig. 1. Correlation scheme of the F/F boundary deposits of the western slope of the South Urals Bolshaya Barma, Akkyr, Ryauzuzyak and Kuk-Karauk sections. А — sketch map showing the location of the studied area in Russia; Б — the location of the studied section**

Legend: 1 — West Uralian Folded Zone; 2 — tectonic zones boundaries; 3 — settlements; 4 — sections; 5 — outcrops of Devonian sediments; 6 — limestones; 7 — brachiopod shell stones; 8 — bioclastic-polydetritic limestones; 9–10 — fossils: a — brachiopods; б — crinoids; в — rugose corals, г — fish; 11 — samples

Рязяк и Кук-Караук) состоит в том, что пограничный F/F интервал в них представлен литологически однородной пачкой брахиоподового ракушняка (рис. 1).

Межъярусная граница выявляется внутри ракушняка по первому появлению (Feast Appearance Datum = FAD) конодонтов *Palmatolepis triangularis* Sannemann и брахиопод *Parapugnax markovskii* (Yudina), маркеров барминского горизонта [Барышев, Абрамова, 1996; Юдина, 1997; Абрамова, 1999; Abramova, Artyushkova, 2004; Мизенс, 2012; Состояние изученности..., 2008; Tagarieva, 2013; Тагариева, Мизенс, 2015; Тагариева, Артюшкова, 2020; Тагариева, 2023]. В основании стратона фиксируется массовое вымирание большинства франских таксонов конодонтов и брахиопод, как следствие глобального события UK.

### Материал и методы исследования

Материал собран автором в течение полевых сезонов 2008–2013 гг. Детально описаны разрезы Большая Барма, Аккыр, Рязяк и Кук-Караук — известные типовые разрезы с барминскими ракушняками. Для всех образцов сделаны поперечные срезы (пришлифовки) и прозрачные шлифы. При подготовке образцов к выделению конодонтов предварительно из породы выбирались брахиоподы. В совокупности в рассматриваемом интервале из четырёх разрезов собрано более 3000 экземпляров раковин, отдельных створок и обломков, которые были изучены Л. И. Мизенс и А. Г. Мизенс (ИГТ УрО РАН, г. Екатеринбург). Остатки породы после препарирования брахиопод использовались для выделения конодонтов. Извлечение конодонтовых элементов проводилось по стандартной методике растворения породы в 5–8% растворе муравьиной кислоты. Вес каждого образца не превышал 1,5 кг. Выборка микрофауны из нерастворимого остатка осуществлялась под стереомикроскопом ЛОМО МСП-2 при переменном увеличении 20–50х. Вся изученная коллекция насчитывает более 8 тыс. экз. платформенных элементов конодонтов. Выявлено 77 видов, принадлежащих 8 родам. Коллекция под № 165 хранится в Лаборатории стратиграфии палеозоя Института геологии УФИЦ РАН (г. Уфа).

### Литолого-палеонтологическая характеристика разрезов Большая Барма, Аккыр, Рязяк и Кук-Караук западного склона Южного Урала

В разрезах Большая Барма, Аккыр, Рязяк и Кук-Караук с особенной детальностью (сплошным опробованием) автором изучен интервал, включающий верхнюю часть аскынского горизонта франского (D3f), барминский и нижнюю часть макаровского горизонтов фаменского (D3fm) ярусов (см. рис. 1).

Подстилающие барминский горизонт отложения **аскынского горизонта** в рассматриваемых разрезах обычно представлены светло-серыми и белыми массивными и толстослоистыми органогенными известняками с большим количеством брахиопод, местами образующих ракушняки. Залегающие стратиграфически выше ракушняки **барминского горизонта** связаны с подстилающими постепенным переходом. Они сложены светло-серыми известняками, переполненными брахиоподами. Перекрывающие барминские ракушняки отложения **макаровского горизонта** представляют собой светло-серые, розовато-серые, тонко- и средне-слоистые органогенные известняки, в которых присутствуют брахиоподы, криноидеи, ругозы и другая фауна (рис. 2). Ниже приведено описание пограничных F/F отложений в интервале ракушняковой пачки, начиная с подстилающих (см. рис. 1, 2):

**Слой 1.** Известняки светло-серые, неясно слоистые, мелкозернистые, плотные, органогенно-полидетритовые. В шлифах — пелоидный средне- и крупнообластовый пакстоун, состоящий преимущественно из мелких тонких раковин остракод, однокамерных фораминифер, обломков членников криноидей, фрагментов зеленых водорослей и раковин брахиопод (рис. 3). Раковины брахиопод имеют размеры от 0.2x0.5 см до 2x3 см. Для конодонтов характерно наличие разнообразных представителей родов *Ancyrodella*, *Ancyrognathus*, *Belodella*, *Palmatolepis* и *Polygnathus* (33 вида и подвида) зоны Upper *rhenana* аскынского горизонта (рис. 4). Ассоциация брахиопод представлена франскими видами *Hypothyridina cuboides* (Sowerby), *Parapugnax nikolaevskensis* Bublichenko, *Atryparia (Costatrypa) posturalica* (Markovsky) и многими другими, характерными для аскынского горизонта [Мизенс, 2012; Тагариева, Мизенс, 2015]. Мощность слоя: Большая Барма — 0.50 м, Аккыр — 0.25 м, Рязяк — 0.15 м и Кук-Караук — 0.90 м.

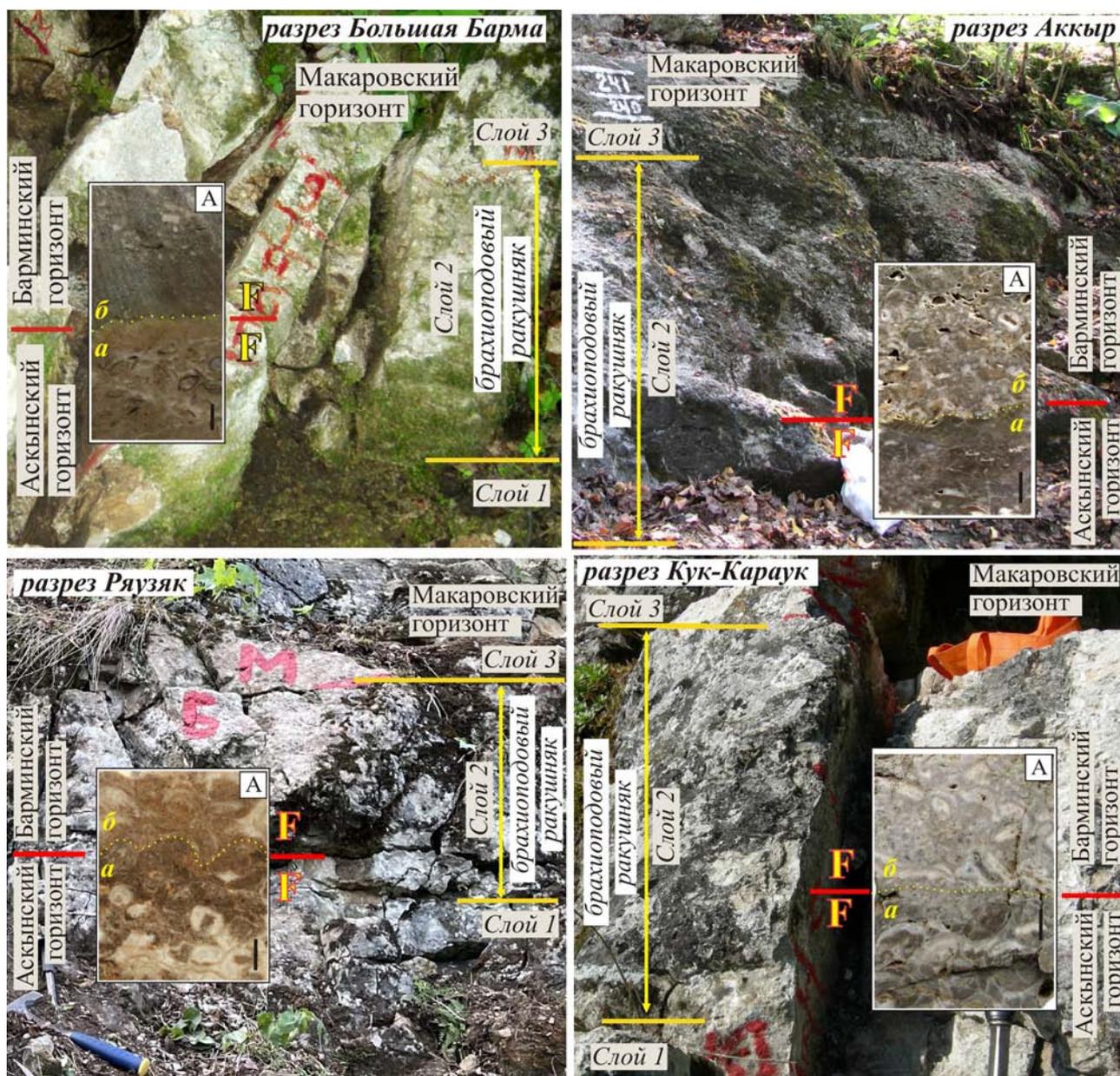


Рис. 2. Фотографии брахиоподовых ракушняка (слой 2) пограничного F/F интервала изученных разрезов западного склона Южного Урала

Условные обозначения: А — поперечные срезы пород (слой 2, а — интервал а, б — интервал б; линейка 1 см)

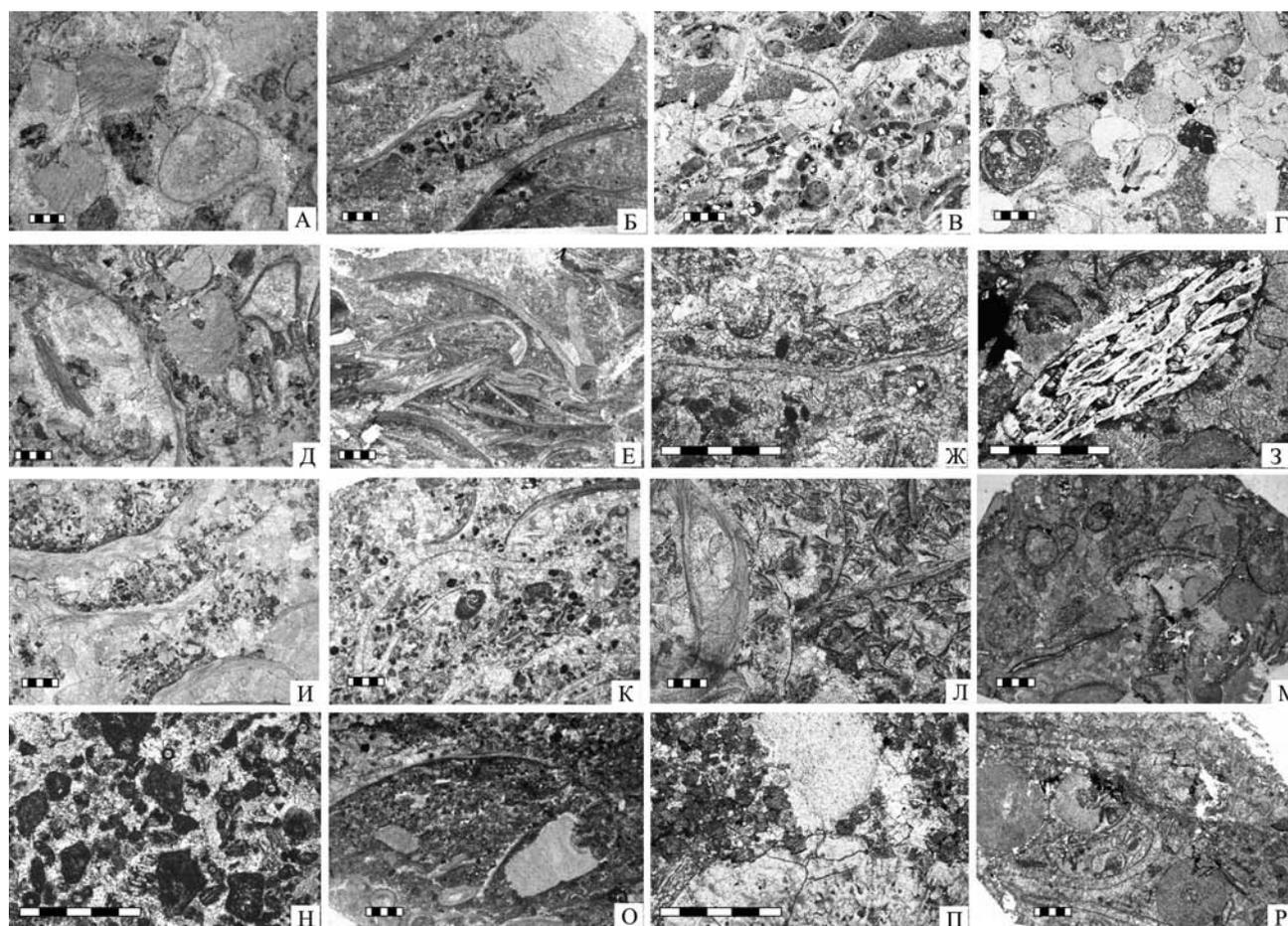
Fig. 2. The F/F boundary interval brachiopod shell stones photo (bed 2) of the western slope of the South Urals studied sections

Legend: A — polished slab of shell stones (bed 1, a — interval a, б — interval б; scale 1 cm)

**Слой 2.** Ракушняк брахиоподовый светло-серый, с легким коричневатым оттенком, неясно слоистый, плотный, массивный, интенсивно перекристаллизованный. Многочисленные створки и раковины брахиопод расположены беспорядочно (неориентированно) и сцементированы мелким детритом, состоящим преимущественно из облом-

ков члеников криноидей (см. рис. 2). Сортировка раковин брахиопод в ракушняке отсутствует (крупные и мелкие, молодые и взрослые экземпляры встречаются беспорядочно).

В шлифах средне- и крупнообластовый пакстоун-грейнстоун и пелоидный пакстоун, сложенные многочисленными створками раковин



**Рис. 3.** Фотографии шлифов известняков из пограничного F/F интервала (аскынский, барминский и макаровский горизонты) разрезов Большая Барма, Аккыр, Рязузяк и Кук-Караук (без анализатора, линейка 1 мм), из работы [Тагариева, Мизенс, 2015, рис. 2]

Условные обозначения: Н — пеллоидный биокластовый вакстоун, разрез Большая Барма, франский ярус, зона *Upper rhenana*; И, К, Л, М, Р — пеллоидный биокластовый криноидно-брахиоподовый пакстоун-грейнстоун, франский ярус, зона *linguiformis*: И — разрез Большая Барма; К — разрез Аккыр; Л — разрез Рязузяк; М, Р — разрез Кук-Караук; А, Б, Д, Е, Ж — биокластовый криноидно-брахиоподовый пакстоун-грейнстоун, фаменский ярус, зона *Lower triangularis*: А, Д — разрез Большая Барма; Б, Е — разрез Аккыр; Ж — разрез Рязузяк; О, П — пеллоидный биокластовый пакстоун, франский ярус, зона *Upper rhenana*: О — разрез Аккыр; П — разрез Рязузяк; В, Г — криноидный грейнстоун, фаменский ярус зона *Lower crepida*: В — разрез Рязузяк; Г — разрез Кук-Караук; З — поперечное сечение зуба рыбы (возможно фрагмент *Phoebodus* sp.), фаменский ярус, зона *Lower crepida*, разрез Кук-Караук.

**Fig. 3.** Photomicrographs of thin sections of limestones from Bolshaya Barma, Akkyr, Ryauzyak and Kuk-Karauk sections (the F/F boundary interval) (normal light, scale 1 mm), from [Tagarieva, Mizens, 2015, fig. 2]

Legend: Н — peloidal bioclastic wackestone, Bol'shaya Barma section, sample Б-б, Frasnian, *Upper rhenana* Zone; И, К, Л, М, Р — peloidal bioclastic packstone — grainstone consisting of brachiopod shells and crinoidal fragments, Frasnian, *linguiformis* Zone: И — Bol'shaya Barma section; К — Akkyr section; Л — Ryauzyak section; М, Р — Kuk-Karauk section; А, Б, Д, Е, Ж — bioclastic packstone — grainstone with numerous bioclasts of brachiopod shells and crinoids, Famennian, *Lower triangularis* Zone: А, Д — Bol'shaya Barma section; Б, Е — Akkyr section; Ж — Ryauzyak section; О, П — peloidal bioclastic packstone, Frasnian, *Upper rhenana* Zone: О — Akkyr section; П — Ryauzyak section; В, Г — bioclastic crinoidal grainstone, Famennian, *Lower crepida* Zone: В — Ryauzyak section; Г — Kuk-Karauk section; З — cross section of fish tooth (possibly the fragment of *Phoebodus* sp.), Famennian, *Lower crepida* Zone, Kuk-Karauk section.

брахиопод, обломками члеников криноидей, пелоидами, реже раковинами остракод, однокамерных фораминифер и фрагментами зеленых водорослей (см. рис. 3). Размер биокластов от 0.4 мм до 1.1 см, преобладают обломки размером 0.6 мм. Мощность

слоя: Большая Барма — 0.72 м, Аккыр — 1.90 м, Рязузяк — 0.60 м и Кук-Караук — 0.60 м.

Ракушняк по фауне расчленен на франский (= аскынский, а) и фаменский (= барминский, б) интервалы.

**Интервал а** слоя 2 сложен светло-серыми, плотными известняками с прослоями, обогащенными брахиоподами, в которых раковины не сортированы по размеру и распределены во вмещающей породе неравномерно. Пространство между брахиоподами заполнено мелким детритом, состоящим преимущественно из члеников криноидей. Выделенный из этого интервала комплекс конодонтов характерен для зоны *linguiformis*, соответствующей самой верхней части аскынского горизонта франского яруса.

Ассоциация конодонтов очень близка к комплексу зоны *Upper rhenana* и представлена 44 видами и подвидами 8 родов (см. рис. 4). Из ракушняка франского яруса собран богатый комплекс брахиопод, включающий *Aulacella eifeliensis* (Verneuil), *Atryparia (Costatrypa) posturalica* (Markovsky) и многие другие виды, распространение которых ограничено аскыньским горизонтом [Мизенс, 2012; Тагариева, Мизенс, 2015]. Мощность: Большая Барма — 0.25 м, Аккыр — 0.60 м, Рязук — 0.22 м и Кук-Караук — 0.20 м.

**Интервал б** слоя 2 отличается от нижележащего ракушняка более равномерной и плотной «упаковкой» раковин брахиопод (см. рис. 3). В органическом детрите наблюдается сокращение количества раковин остракод, пелоидов и увеличение обломков члеников криноидей. Отмечается слабое ожелезнение. Первые и редкие экземпляры конодонтов *Palmatolepis triangularis* Sannemann и брахиопод *Parapugnax markovskii* (Yudina) появляются совместно в одном образце и определяют основание барминского горизонта фаменского яруса (см. рис. 1, 2). Кроме *Parapugnax markovskii* (Yudina), среди брахиопод отмечен и другой, характерный для барминского горизонта вид *Adolfia deflexa barmensis* Markovsky [Мизенс, 2012; Тагариева, Мизенс, 2015]. Ракушняк (интервал б) характеризуется комплексом конодонтов зон Lower и Middle *triangularis* и соответствует барминскому горизонту. Во всех изученных разрезах он характеризуется единичными экземплярами *Pa. triangularis* Sannemann, *Pa. delicatula delicatula* Branson et Mehl, *Pa. delicatula platys* Ziegler et Sandberg, *Pa. clarki* Ziegler, *Pa. quadrantinodosalobata praeterita* Schülke, *Pa. subperlobata* Branson et Mehl, *Pa. praetriangularis* Ziegler et Sandberg, *Pelekysgnathus planus* Sannemann, *Polygnathus brevilaminus* Branson et Mehl, *Pol. izhmensis* Kuzmin и *Mehlina* sp. (см. рис. 4). Вместе с ними в массовом количестве встречены транзитные таксоны рода *Icriodus*, среди которых доминирует *Ic. alternatus alternatus*

Branson et Mehl. Мощность: Большая Барма — 0.47 м, Аккыр — 1.30 м, Рязук — 0.38 м и Кук-Караук — 0.40 м.

Выше ракушняка (слой 2) происходит резкая смена состава пород.

**Слой 3.** Известняк буровато-светло-серый рыхлый, органогенно-полидетритовый (см. рис. 4). Порода представлена шламом мелких члеников криноидей и целых, раздробленных раковин брахиопод. Размер органических остатков от 0.3 мм до 1.2 см.

Конодонты представлены видами, имеющих широкое распространение в интервале зоны *Upper triangularis* макаровского горизонта фаменского яруса (см. рис. 4). Заметно увеличивается таксономическое разнообразие конодонтов, и комплекс состоит из 23 видов и подвинов 6 родов. Резко сокращается численность видов рода *Icriodus*. Появляются характерные для макаровского горизонта брахиоподы *Parapugnax? tumidus* A. Mizens [Тагариева, Мизенс, 2015].

### Биофациальный анализ по конодонтам

Конодонты, как основная ортостратиграфическая группа ископаемых организмов, в настоящее время часто используются при проведении детального биостратиграфического расчленения и корреляции разнофациальных осадочных толщ палеозоя и, в частности, верхнего девона. Широкое пространственное распространение, быстрые темпы эволюции и обилие конодонтовых элементов в литологически разных породах позволяют применять их не только при решении стратиграфических задач, но использовать их как основу для палеогеографических и палеотектонических реконструкций обстановок в палеобассейнах. В связи с этим, появился и уверенно вошел в употребление термин конодонтовая биофация, под которым понимают преобладание в комплексах тех или иных родов или видов конодонтов в зависимости от обстановок осадконакопления [Seddon, Sweet, 1971; Druce, 1973; Sandberg, Dreesen, 1984; Барсков, 1985; Ziegler, Sandberg, 1990; Sandberg et al., 1988; Ovnatanova, Kononova, 2008 и др.].

В соответствии с моделью экологической приуроченности различных родов и видов конодонтов к разным глубинам установлено, что представители позднедевонской пальматолеписовой биофации были приспособлены к относительно удаленным от берега стабильным неритовым или пелагическим условиям [Seddon, Sweet, 1971; Druce, 1973], а представители полигнатусовой и икриодусовой

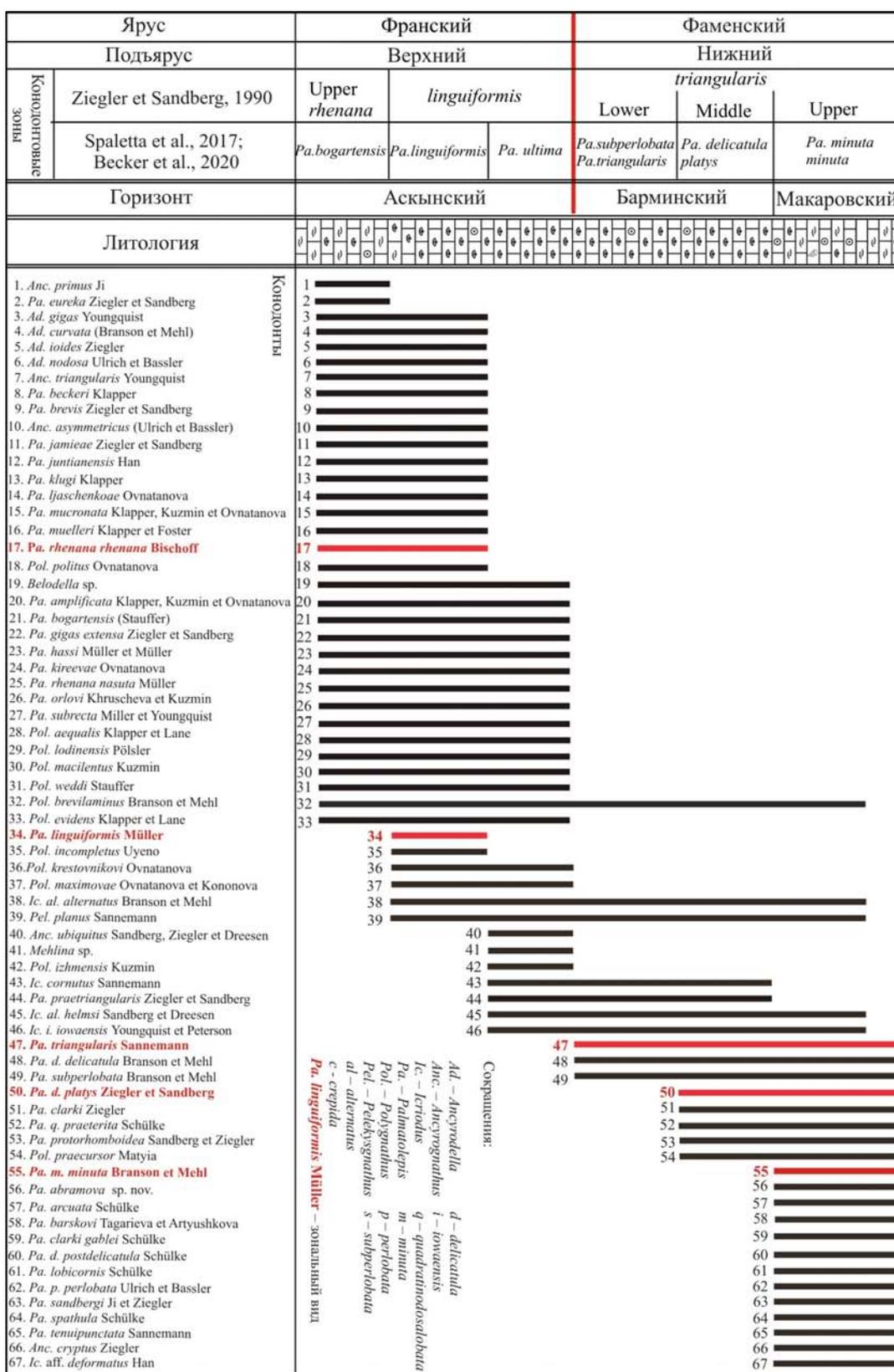


Рис. 4. Распространение конодонтов в пограничных F/F отложениях изученных разрезов, из работы [Тагариева, 2023]

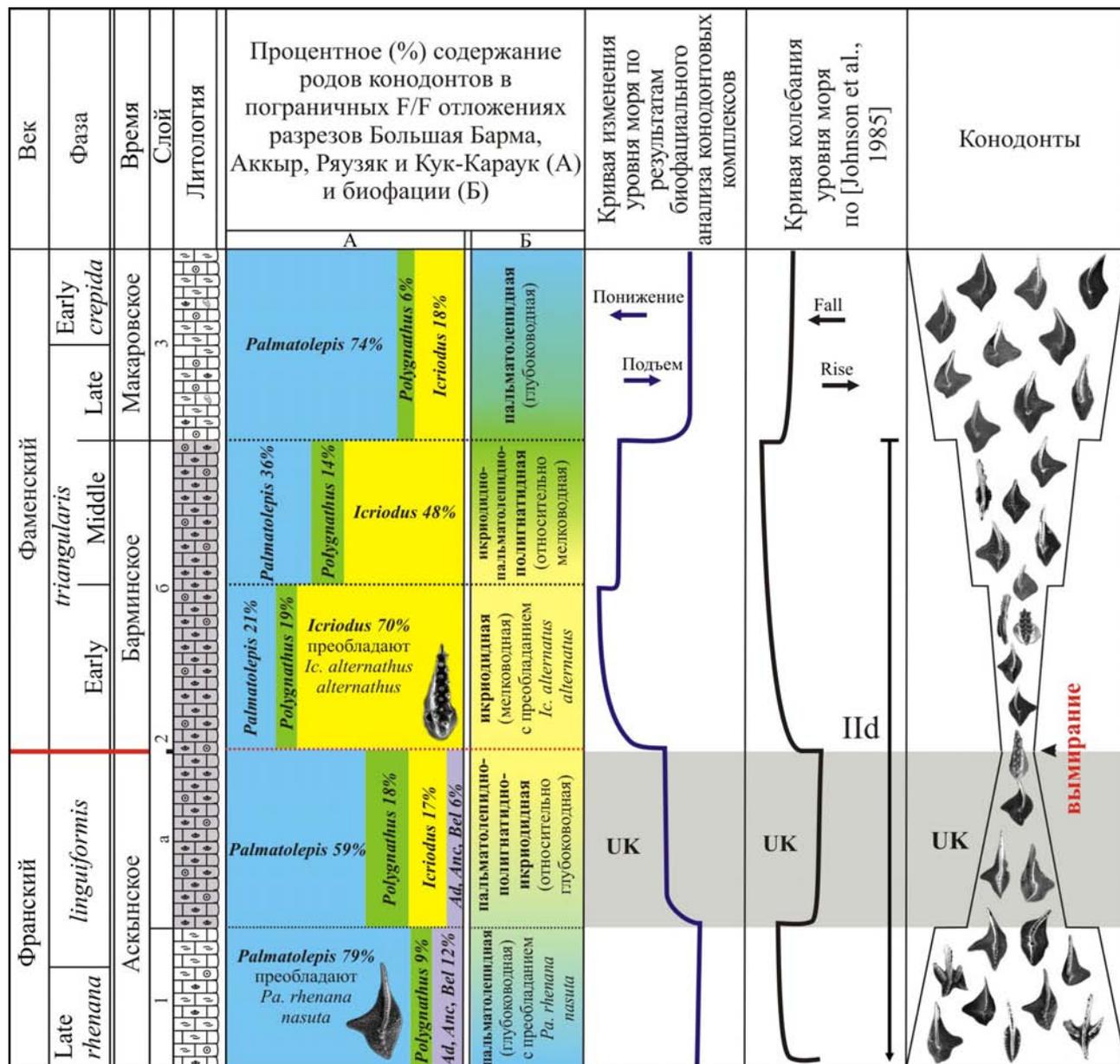
Fig. 4. Distribution of conodonts in the F/F boundary deposits from studied sections from [Tagarieva, 2023]

биофации, наоборот, занимали прибрежно-мелководные участки палеобассейна [Барсков, 1985; Ziegler, Sandberg, 1990; Кирилишина, Кононова, 2004].

Биоразнообразие конодонтов, выделенных из всех образцов пограничных F/F отложений изученных разрезов, включает таксоны родов *Palmatolepis*, *Polygnathus* и *Icriodus*. Эти роды считаются основными индикаторами глубин па-

леобассейна в позднефранское и раннефаменское время [Seddon, Sweet, 1971; Барсков, 1985; Sandberg et al., 1988; Ziegler, Sandberg, 1990; Кирилишина, Кононова, 2004]. Прочие позднедевонские роды (*Ancyrodella*, *Ancyrognathus*, *Belodella*, *Mehlina* и *Pelekysgnathus*) в изученном материале встречаются в резко подчиненном количестве.

Во всех изученных разрезах для органогенно-полидетритовых известняков слоя 1 аскынского



горизонта (зона Upper *rhenana*) характерна **пальматолепидная** глубоководная биофация с преобладанием *Palmatolepis rhenana nasuta* Müller (рис. 5). Содержание таксонов рода *Palmatolepis* составляет до 79% от общего числа изученных конодонтов. В брахиоподовом ракушняке слоя 2 аскынского горизонта франского яруса (интервал а, зона *linguiformis*) преобладает **пальматолепидно-полигнатидно-икриодидная** относительно глубоководная биофация. Она характеризуется присутствием таксонов родов *Palmatolepis*, *Polygnathus* и *Icriodus* в соотношении 59%, 18% и 17% (см. рис. 5).

В брахиоподовом ракушняке слоя 2 барминского горизонта фамена (интервал б, зоны Lower и Middle *triangularis*) выделена **икриодидная** мелководная биофация с преобладанием *Icriodus alternatus alternatus* Branson et Mehl (см. рис. 5).

В органогенно-полидетритовых известняках (слой 3) макаровского горизонта (зоны Upper *triangularis* и Lower *crepida*) установлена **пальматолепидная** глубоководная биофация (см. рис. 5). Содержание таксонов рода *Palmatolepis* достигает 74%.

Биофациальный анализ по соотношению количественного и видового разнообразия представителей родов *Palmatolepis*, *Polygnathus*, *Icriodus* косвенно указывает на изменения глубин палеобассейна в позднефранское и раннефаменское время. В фазу Late *rhenana* (аскынское время) существовали относительно глубоководные условия, выраженные во всех изученных разрезах доминированием пальматолеписов. С началом фазы *linguiformis* отмечается постепенное обмеление бассейна, о чем свидетельствует переменное содержание пальматолеписов. Литологические изменения проявились многократно повторяющимися в разрезе линзами брахиоподовых ракушечников (индикаторы мелководных обстановок). В начале фаменского века, в барминское время, обмеление продолжается и характеризуется доминированием в комплексах конодонтов таксонов рода *Icriodus* (до 70%). В макаровское время (фазы Late *triangularis* и Early *crepida*), происходит заметное углубление бассейна. Это благоприятно отразилось на видовом разнообразии таксонов рода *Palmatolepis*.

Ракушечники в Уральском палеобассейне, по всей вероятности, представляли собой банки на обширной отмели в открытом море [Домрачев, 1952]. По классификации Д. Уилсона [1980] подобные образования характерны для отмелей на окра-

ине карбонатной платформы (фациальная зона 5). Колебания уровня моря не приводили, по-видимому, к прерыванию процесса осадконакопления и изменению условий обитания биосообществ.

## Выводы

Детальное биостратиграфическое изучение F/F интервала по конодонтам и брахиоподам в разрезах западного склона Южного Урала показывают, что глобальное событие Upper Kellwasser отражается в данном регионе как биособытие массового вымирания [Абрамова, 1999; Abramova, Artyushkova, 2004; Мизенс, 2012; Artyushkova et al., 2011; Tagarieva, 2013; Тагариева, Мизенс, 2015; Тагариева, Артющкова, 2020; Tagarieva, 2023]. Седиментологическим свидетельством события Upper Kellwasser на изученной территории является наличие во многих разрезах стратиграфических перерывов в интервале конодонтовых зон *linguiformis-triangularis* [Абрамова, 1999]. В непрерывных разрезах — образовании брахиоподовых ракушечников. Этот стратиграфический интервал в изученных разрезах Большая Барма, Аккыр, Рязук и Кук-Караук характеризуется резким изменением таксономического состава конодонтов.

На рубеже F/F веков на фоне общего видового и количественного обеднения конодонтов происходит вымирание большинства франских таксонов (см. рис. 4, 5). Резко сокращается численность представителей отрядов брахиопод Pentamerida и Atrypida, вымирают роды *Devonoproductus*, *Hypothyridina*, *Calvinaria*, *Septalaria*, *Koltubania*, *Atryparia*, *Theodossia*, *Squmulariina*, *Tecnocyrtingia* и [Rzhonsnitskaya et al., 1998; Юдина, 1997; Абрамова, 1999; Abramova, Artyushkova, 2004; Мизенс, 2012; Тагариева, Мизенс, 2015].

На основе анализа таксономического и количественного биоразнообразия конодонтовых комплексов родов *Palmatolepis*, *Polygnathus* и *Icriodus* на рубеже F/F впервые выделены четыре конодонтовые биофации: пальматолепидная (глубоководная), пальматолепидно-полигнатидно-икриодидная (относительно глубоководная), икриодидно-пальматолепидно-полигнатидная (относительно мелководная) и икриодидная (мелководная). Наблюдаемые перестройки в комплексах конодонтов и брахиопод на рубеже F/F на изученной территории являются следствием эвстатических колебаний уровня Мирового океана (регрессивная фаза), начавшегося в фазу *linguiformis* и достигшего максимума к началу фазы *triangularis*.

## Список литературы

- Абрамова А. Н.* Франский ярус западного склона Южного Урала. Препринт. Уфа: ИГ УНЦ РАН, 1999. 55 с.
- Алексеев А. С.* Массовые вымирания в фанерозое: автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. М.: МГУ, 1998. 76 с.
- Барсков И. С.* Конодонты в современной геологии // «Общая геология» (Итоги науки и техники). М.: ВИНТИ, 1985. Т. 19. С. 93–221.
- Барышев В. Н., Абрамова А. Н.* Зональное расчленение верхнедевонских отложений западного склона Южного Урала по конодонтам // Ежегодник 1995. Информационные материалы. Уфа: УНЦ РАН, 1996. С. 26–30.
- Веймарн А. Б., Найдин Д. П., Копаевич Л. Ф., Алексеев А. С., Назаров М. А.* Методы анализа глобальных катастрофических событий при детальном стратиграфическом исследовании // Методические рекомендации. М.: Изд-во МГУ, 1998. 190 с.
- Домрачев С. М.* Девон хребта Каратау и прилегающих районов Южного Урала // Труды ВНИГРИ. Новая серия. 1952. Вып. 61. С. 3–121.
- Кирилишина Е. М., Кононова Л. И.* Конодонтовые биофашии во франском бассейне юго-запада Московской синеклизы // Вестник МГУ. Сер. 4. 2004. №2. С. 32–40.
- Кононова Л. И.* Комплексы конодонтов из верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений разреза р. Сиказы (Южный Урал) // Бюллетень МОИП. Отдел геологический. 1969. Т. XLIV. Вып. 1. 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 микропалеонтологий. М.: Наука, 1971. Вып. 14. С. 39–69.
- Марковский Б. П.* Очерк стратиграфии девонских отложений западного склона Среднего и Южного Урала // Материалы ВСЕГЕИ. Общая серия, сборник 8. Л.: Госгеолтехиздат, 1948. С. 22–28.
- Маслов В. А., Артюшкова О. В.* Стратиграфия и корреляция девонских отложений Магнитогорской мегазоны Южного Урала. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 288 с.
- Мизенс А. Г.* Брахиоподы и биостратиграфия верхнего девона Среднего и Южного Урала. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012. 324 с.
- Наливкин Д. В.* О геологическом строении Южного Урала // Записки Горного института. 1926. Т. VII. 32 с.
- Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Задачи дальнейших исследований. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. МПР РФ, Роснедра, ВСЕГЕИ, РАН, МСК России. СПб.: ВСЕГЕИ, 2008. Вып. 38. 131с.
- 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. <https://www.lithosphere.ru/jour/article/view/195>
- Тагариева Р. Ч.* Биостратиграфия пограничных отложений франского и фаменского ярусов верхнего девона западного склона Южного Урала по конодонтам: автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. М.: ГИН РАН, 2023. 24 с.
- Тагариева Р. Ч., Артюшкова О. В.* Конодонтовая зональность нижнефаменских отложений карбонатных разрезов западного склона Южного Урала // Бюллетень МОИП. Отдел геологический. 2020. Т. 95. Вып. 2. — С. 16–32.
- Тяжеева А. П.* Стратиграфия девонских отложений западного склона Южного Урала / Девонские отложения Башкирии. Ч. 1. Стратиграфия. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 5–130.
- Уилсон Дж. Л.* Карбонатные фашии в геологической истории. М.: Недра, 1980. 464 с. *Юдина Ю. А.* Ринхонеллиды из барминских отложений западного склона Южного Урала // Палеонтологический журнал. 1997. №5. С. 63–67.
- Юдина Ю. А.* Ринхонеллиды из барминских отложений западного склона Южного Урала // Палеонтологический журнал. 1997. №5. С. 63–67.
- Якупов Р. Р., Мавринская Т. М., Абрамова А. Н.* Палеонтологическое обоснование схемы стратиграфии палеозоя северной части Зилаирского мегасинклинори. Уфа: ИГ УФНЦ РАН, 2002. 160 с. *Abramova A. N., Artyushkova O. V.* The Frasnian-Famennian boundary in the Southern Urals // Geological Quarterly. 2004. V. 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. Ufa, 2011. 92 p.
- Becker R. T., Marshall J. E. A., Da Silva A. C., Arterberg F. P., Gradstein F. M., Ogg J. G.* The Devonian period // Book chapter published 2020 in Geologic Time Scale 2020. Eds. F. M. Gradstein, J. G. Ogg, M. D. Schmitz, G. M. Ogg. Elsevier. 2020. V. 2. P. 733–810. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-824360-2.00022-x>
- Beushausen L.* Das Devon des nördlichen Oberharzes mit besonderer Berücksichtigung der Gegend zwischen Zellerfeld und Goslar // Abhandlungen der Königlich-Preussischen Geologischen Landesanstalt. N. F. Berlin, 1900. V. 30. 383 p.
- Buggisch W.* The global Frasnian-Famennian “Kellwasser Event” // Geologische Rundschau. 1991. V. 80. No 1. P. 49–72.
- Carmichael S. K., Walters J. A., Königshof P., Suttner T. J., Kido E.* Paleogeography and paleoenvironments of the Late Devonian Kellwasser Event: a review of its sedimentological and geochemical expression // Global and Planetary Change. 2019. V. 183. P. 1–17. DOI: 10.1016/j.gloplacha.2019.102984
- Da Silva A. C., Sinnesael M., Claeyes P., Davies J. H. F. L., Winter N. J., L. M. E.* Percival Anchoring the Late Devonian mass extinction in absolute time by integrating climatic controls and radioisotopic dating // Scientific Reports. 2020. V. 10. No 1. DOI: 10.1038/s41598-020-69097-6
- Druce E. C.* Upper Paleozoic and Triassic conodont distribution and the recognition of biofacies // Geological Society of America, Special Papers. 1973. V. 141. P. 191–237.
- Joachimski M. M., Buggisch W.* Anoxic events in the Late Frasnian-causes of the Frasnian-Famennian Faunal crisis // Geology. 1993. V. 21. P. 675–678.

- Johnson J., Klapper G., Sandberg C. A. Devonian eustatic fluctuations in Euramerica // Geological Society of America Bulletin. 1985. V. 96. No 5. P. 567–587.
- McGhee G. R. The Late Devonian Mass Extinction. New York: Columbia University Press, 1996. 303 p.
- Ovnatanova N. S., Kononova L. I. Frasnian conodonts from the Eastern Russian Platform // Journal of Paleontology. 2008. V. 42. No 10. P. 997–1166. DOI: 10.1134/S0031030108100018
- Roemer F. A. Beitrage zur geologischen Kenntniss des norwestlichen Harzgebirges // Palaentographica. 1850. V. 3. 298 p.
- 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 // Acta Palaeontologica Polonica. 1998. V. 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. Eds. D. L. Clark. Geological Society of America, Special Papers. 1984. V. 196. P. 143–179.
- Sandberg C. A., Ziegler W., Dreesen R., Butler J. L. Late Frasnian mass extinction: conodont event stratigraphy, global changes, and possible causes. 1st International Senckenberg Conference and 5th European Conodont Symposium (ECOS V) Contribution I // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. 1988. V. 102. P. 263–307.
- Schindler E. Die Kellwasser-Krise (hohe Frasn-Stufe, Ober-Devon) // Selbstverlag der Geologischen Institute der Georg-August-Universität Göttingen. 1990. 115 p.
- Seddon G., Sweet W. C. An ecological model for conodonts // Journal of Paleontology. 1971. V. 45. P. 896–880.
- Tagarieva R. Ch. Conodont biodiversity of the Frasnian-Famennian boundary interval (Upper Devonian) in the Southern Urals // Bulletin of Geosciences. 2013. V. 88. No 2. P. 297–314.
- Veimarn A. B., Puchkov V. N., Abramova A. N., Naidin D. P., Artyushkova O. V., Baryshev V. N., Degtyaryov K. E., Kononova L. I., Maslov V. A., Mosejchuk V. M., Pazukhin V. N., Pravikova N. V., Tevelev A. V., Yarkova A. V. Stratigraphy and geological events at the Frasnian-Famennian boundary in the Southern Urals // Geological Quarterly. 2004. V. 48. No 3. P. 233–244.
- Walliser O. H. Global events in the Devonian and Carboniferous // Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic. Eds. O. H. Walliser. Springer Verlag, Berlin, 1996. P. 225–250.
- Ziegler W., Sandberg C. A. The Late Devonian Standard Conodont Zonation // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. 1990. V. 121. P. 1–115.
- diss.... doct. geol.-min. nauk [Synopsis for doctoral thesis]. Moscow: MSU Press, 76 p. (In Russian).
- Barskov I. S. (1985) Konodonty v sovremennoi geologii [Conodonts in modern geology]. «Obshchaya geologiya». *Itogi nauki i tekhniki*. M.: VINITI, 19, 93–221. (In Russian).
- Baryshev V. N., Abramova A. N. (1996) Zonal'noe raschlenenie verchnedevonskikh 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, 26–30. (In Russian).
- Veimarn A. B., Naidin D. P., Kopayevich L. F., Alekseev A. S., Nazarov M. A. (1998) *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, 190 p. (In Russian).
- Domrachev S. M. (1952) *Devon khrebtta Kara-Tau i privileyushchikh raionov Yuzhnogo Urala* [The Devonian of the Karatau Ridge and the adjacent regions of the South Urals]. *Devon zapadnogo Priural'a* [The Devonian of the West Pre-Urals]. Leningrad, Moscow, (61), 5–121. (Trans. All-Union Res. Geol. Prosp. Inst. New ser.). (In Russian).
- Kirilishina E. M., Kononova L. I. (2004) Konodontovye biofacii vo franskom bassejne yugo-zapada Moskovskoi sineklizy [Conodont biofacies in the Frasnian basin of the southwest of the Moscow syncline]. *Vestnik MGU*, 4 (2), 32–40. (In Russian).
- Kononova L. I. (1969) Kompleksy konodontov iz verchnedevonskikh i nizhnekamennougol'nykh otlozhenii razreza r. Sikazy (Yuzhnyi Ural) [Conodont assemblages from the Upper Devonian and Lower Carboniferous deposits of the Sikaza River section (South Urals)]. *Byull. Mosk. Obshch. Ispyt. Prir., Otd. Geol.*, 44 (1), 121–138. (In Russian).
- Kononova, L. I., Lipina, O. A. (1971) Sootnosheniye zonal'nykh skhem verkhnego Famena i nizhnego Turne po foraminiferam i konodontam na zapadnom sklone Yuzhnogo Urala [Correlation of zonal schemes of the Upper Famennian and Lower Tournaisian foraminifera and conodonts on the western slope of the South Urals]. *Vopr. Mikropaleontol.*, (14), 39–69. (In Russian).
- Markovskiy B. P. (1948) 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.*, (8), 22–28. (In Russian).
- Maslov V. A., Artyushkova O. V. (2010) *Stratigrafiya i korrelyatsiya devonskikh otlozhenii Magnitogorskoj megazonny Yuzhnogo Urala* [Stratigraphy and correlation of Devonian deposits of the Magnitogorsk megazone of the Southern Urals]. Ufa, DesignPolygraphService Publ., 288 p. (In Russian).
- Mizens A. G. (2012) *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., 324 p. (In Russian).

## References

- Abramova A. N. (1999) *Franskii yarus zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala* [Frasnian Stage of the Western Slope of the South Urals]. Ufa: Inst. Geol. Ufim. Nauchn. Tsentr Ross. Akad. Nauk, 55 p. (In Russian).
- Alekseev A. S. (1998) *Massovyie vymiraniya v fanerozoje* [Mass Extinctions in the Phanerozoic Time]: Avtopef.

- Nalivkin D. V. (1926) *O geologicheskoy stroenii Yuzhnogo Urala* [About the geological structure of the Southern Urals]. Zapiski Gornogo instituta, VII, 32 p. (In Russian).
- Sostoyaniye izuchennosti stratigrafii dokembriya i fanerozoza Rosii. Zadachi dal'neyshikh issledovaniy. Postanovleniya Mezhdvdomstvennogo Stratigraficheskogo Komiteta i Ego Postoyannykh Komissii (2008) [The State of Knowledge of the Stratigraphy of the Precambrian and Phanerozoic in Russia]. Objectives for Further Research. Resolutions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee and its Standing Commissions, St. Petersburg: Vsesoyuz. Geol. Res. Inst., 38, 131 p. (in Russian).
- Tagarieva R. Ch., Mizens A. G. (2015) Razrezy zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala, perspektivnyye dlya vybora tochki regional'nogo stratotipa nizhei granitsy famenskogo yarusa [Sections in the western slope of the south urals perspective for the choice of the famennian regional boundary stratotype point]. *Lithosfera*, 3, 33–56. (In Russian).
- Tagarieva R. Ch. (2023) *Biostratigrafiya pogranichnykh otlozhenii franskogo i famenskogo yarusov verhnego devona zapadnogo sklona YUzhnogo Urala po konodontam* [The Upper Devonian Frasnian and Famennian boundary biostratigraphy on the western slope of the Southern Urals by conodonts]: Avtopef. diss.... doct. geol.-min. nauk: 1.6.2 [Synopsis for doctoral thesis]. Moscow: GIN RAN, 24 p. (In Russian).
- Tagarieva R. Ch., Artyushkova O. V. (2020) Conodont zonation of the Lower Famennian deposits of carbonate sections on the western slope of the South Urals, *Byull. Mosk. Obshch. Ispyt. Prir., Otd. Geol.*, 95 (2), 16–32. (In Russian).
- Tyazheva A. P. (1961) *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]. M.: Acad. Sc. USSR Publ., Chast' 1: Stratigrafiya [Pt. 1: Stratigraphy], 5–130. (In Russian).
- Wilson J. L. (1980) *Karbonatnye facii v geologicheskoy istorii* [Carbonate Facies in Geologic History]. M.: Nedra, 464 p. (In Russian).
- Yudina Yu. A. (1997) Rinkhonellidy iz barminskikh otlozhenii zapadnogo sklona Yuzhnogo Urala [Rhynchonellids (Brachiopoda) from the Barma deposits of the western slope of the South Urals]. *Paleontologicheskii Journal*, 5, 63–67. (In Russian).
- Yakupov R. R., Mavrinskaya T. M., Abramova A. N. (2002) *Paleontologicheskoe obosnovanie skhemy stratigrafii paleozoya severnoi chasti Zilair'skogo megasinklinori* [Paleontological substantiation of the Paleozoic stratigraphic scheme of northern part of the Zilair megasynclinori]. Ufa: IG UfNTs RAN, 160 p. (In Russian).
- Abramova A. N., Artyushkova O. V. (2004) The Frasnian-Famennian boundary in the Southern Urals. *Geological Quarterly*, 48 (3), 137–154.
- Artyushkova O. V., Maslov V. A., Pazukhin V. N., Kulagina E. I., Tagarieva R. Ch., Mizens L. I., Mizens A. G. (2011) *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. Ufa, 92 p.
- Becker R. T., Marshall J. E. A., Da Silva A. C., Arterberg F. P., Gradstein F. M., Ogg J. G. (2020) The Devonian period. *Geological Time Scale 2020*. Eds. F. M. Gradstein, J. G. Ogg, M. D. Schmitz, G. M. Ogg. Elsevier, (2), 733–810.
- Beushausen L. (1900) *Das Devon des nördlichen Oberharzes mit besonderer Berücksichtigung der Gegend zwischen Zellerfeld und Goslar*. Abhandlungen der Königlich-Preussischen Geologischen Landesanstalt; N. F. Berlin, 30, 383 p.
- Buggisch W. (1991) The global Frasnian-Famennian “Kellwasser Event”. *Geologische Rundschau*, 80 (1), 49–72.
- Carmichael S. K., Walters J. A., Königshof P., Suttner T. J., Kido E. (2019) Paleogeography and paleoenvironments of the Late Devonian Kellwasser Event: a review of its sedimentological and geochemical expression. *Global and Planetary Change*, (183), 1–17.
- Da Silva A. C., Sinnesael M., Claeys P., Davies J. H. F. L., Winter N. J., L. M. E. (2020) Percival Anchoring the Late Devonian mass extinction in absolute time by integrating climatic controls and radioisotopic dating. *Scientific Reports*, 10 (1).
- Druce E. C. (1973) Upper Paleozoic and Triassic conodont distribution and the recognition of biofacies. *Geological Society of America, Special Papers*, (141), 191–237.
- Joachimski M. M., Buggisch W. (1993) Anoxic events in the Late Frasnian-causes of the Frasnian-Famennian Faunal crisis. *Geology*, (21), 675–678.
- Johnson J., Klapper G., Sandberg C. A. (1985) Devonian eustatic fluctuations in Euramerica. *Geological Society of America Bulletin*, 96 (5), 567–587.
- McGhee G. R. (1996) *The Late Devonian Mass Extinction*. New York: Columbia University Press, 303 p.
- Ovnatanova N. S., Kononova L. I. (2008) Frasnian conodonts from the Eastern Russian Platform. *Journal of Paleontology*, 42 (10), 997–1166.
- Roemer F. A. (1850) Beiträge zur geologischen Kenntniss des norwestlichen Harzgebirges. *Palaentographica*, 3, 298 p.
- Rzhonsnitskaya M. A., Markovskii B. P., Yudina Y. A., Sokiran E. V. (1998) Late Frasnian Atrypida (Brachiopoda) from the South Urals, South Timan and Kuznetsk Basin. *Acta Palaeontologica Polonica*, 43 (2), 305–344.
- Sandberg C. A., Dreesen R. (1984) Late Devonian icriodontid biofacies models and alternate shallow-water conodont zonation. Conodont biofacies and provincialism. Eds. D. L. Clark. *Geological Society of America, Special Papers*, 196, 143–179.
- Sandberg C. A., Ziegler W., Dreesen R., Butler J. L. (1988) Late Frasnian mass extinction: conodont event stratigraphy, global changes, and possible causes. 1st International Senckenberg Conference and 5th European Conodont Symposium (ECOS V) Contribution I. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 102, 263–307.
- Schindler E. (1990) *Die Kellwasser-Krise (hohe Frasnstufe, Ober-Devon)*. Selbstverlag der Geologischen Institute der Georg-August-Universität Göttingen, 115 p.

Seddon G., Sweet W. C. (1971) An ecological model for conodonts. *Journal of Paleontology*, 45, 896–880.

Tagarieva R. Ch. (2013) Conodont biodiversity of the Frasnian-Famennian boundary interval (Upper Devonian) in the Southern Urals. *Bulletin of Geosciences*, 88 (2), 297–314.

Veimarn A. B., Puchkov V. N., Abramova A. N., Naidin D. P., Artyushkova O. V., Baryshev V. N., Degtyaryov K. E., Kononova L. I., Maslov V. A., Mosejchuk V. M., Pazukhin V. N., Pravikova N. V., Tevelev A. V., Yarkova A. V. (2004) Stratigraphy

and geological events at the Frasnian-Famennian boundary in the Southern Urals. *Geological Quarterly*, 48 (3), 233–244.

Walliser O. H. (1996) *Global events in the Devonian and Carboniferous*. Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic. Eds. O. H. Walliser. *Springer Verlag*, Berlin, 225–250.

Ziegler W., Sandberg C. A. (1990) The Late Devonian Standard Conodont Zonation. *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*, 121, 1–115.

*Сведения об авторе:*

**Тагариева Резеда Чулпановна**, кандидат геол. — мин. наук, Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН), г. Уфа. trezeda88@mail.ru

*About the author:*

**Tagarieva Rezeda Chulpanovna**, PhD in geology, Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences (IG UFRC RAS), Ufa, Russia. trezeda88@mail.ru

*Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.*

*The author declares no conflicts of interests.*

Статья поступила в редакцию 01.09.2024; одобрена после рецензирования 06.09.2024; принята к публикации 01.10.2024

The article was submitted 01.09.2024; approved after reviewing 06.09.2024; accepted for publication 01.10.2024