REGIONAL GEOLOGY AND METALLOGENY
РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ И МЕТАЛЛОГЕНИЯ

2026. Т. 33, № 3 / 2026. Vol. 33, no. 3
ISSN 0869-7892 (Print)
doi:10.52349/0869-7892
https://reggeomet.elpub.ru

РЕГИОНАЛЬНАЯ ГЕОЛОГИЯ | REGIONAL GEOLOGY

Научная статья
УДК 551.7.022.2"621.564"(470.55/.58)
doi:10.52349/0869-7892_2026_107_35-53

Биостратиграфическая характеристика макаровского горизонта фаменского яруса девона на Южном Урале

Р. Ч. Тагариева[1]✉, Е. И. Кулагина[1], С. В. Николаева[2], А. О. Иванов[3], Е. В. Сокиран[4]

[1] Институт геологии — обособленное структурное подразделение Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Уфа, Россия, trezeda88@mail.ru✉
[2] Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка Российской академии наук, Москва, Россия
[3] Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия
[4] Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт, Санкт-Петербургский филиал, Санкт-Петербург, Россия

Аннотация. В статье приведены послойное описание и палеонтологическая характеристика карбонатных отложений макаровского горизонта (слои с аммоноидеями *Cheiloceras* и брахиоподами *Zilimia polonica*) фаменского яруса в стратотипической местности. Изучены два разреза, расположенные по долинам рек Сикася и Ряузяк на западном склоне Южного Урала. Горизонт в типовой местности полностью сложен органогенно-полидетритовыми известняками. Породы содержат разнообразный комплекс ископаемых остатков, представленных главным образом раковинами брахиопод, аммоноидей, фораминифер, остракод, иглокожих (членики стеблей криноидей и обломки морских ежей), фрагментами кораллов, водорослей, мшанок, рыб и конодонтами. По новым материалам детализирована биостратиграфическая характеристика стратона по двум группам фауны. По конодонтам установлены интервалы шести зон: *Palmatolepis minuta minuta, Palmatolepis crepida, Palmatolepis glabra prima, Palmatolepis glabra pectinata, Palmatolepis rhomboidea* и *Palmatolepis marginifera marginifera*, хотя стандартная последовательность в соответствии с последней стратиграфической схемой Урала включает восемь зон. Зональные индексы *Palmatolepis termini* и *Palmatolepis gracilis gracilis* не встречены, что допускает вероятность перерывов. Зоны *Palmatolepis glabra prima, Palmatolepis glabra pectinata* и *Palmatolepis rhomboidea* в разрезе Ряузяк обоснованы впервые. По рыбам установлены две зоны: *Phoebodus typicus* и *Phoebodus gothicus*.

Ключевые слова: *верхний девон, конодонты, брахиоподы, аммоноидеи, фораминиферы, рыбы, западный склон Южного Урала*

Благодарности: исследования проведены в соответствии с темой государственного задания Института геологии Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук № FMRS-2025-0013 «Фанерозой Южного Урала и прилегающих территорий: стратиграфия, корреляция, палеонтология, основные события и геологические процессы» и при поддержке Санкт-Петербургского государственного университета (проект № 124032000029-9).

Для цитирования: Тагариева Р. Ч., Кулагина Е. И., Николаева С. В., Иванов А. О., Сокиран Е. В. Биостратиграфическая характеристика макаровского горизонта фаменского яруса девона на Южном Урале // Региональная геология и металлогения. 2026. Т. 33, № 3. С. 35–53. https://doi.org/10.52349/0869-7892_2026_107_35-53

© Тагариева Р. Ч., Кулагина Е. И., Николаева С. В., Иванов А. О., Сокиран Е. В., 2026

Original article
UDC 551.7.022.2"621.564"(470.55/.58)
doi:10.52349/0869-7892_2026_107_35-53

Biostratigraphy of the Famennian Makarovian Regional Substage (Devonian, South Urals)

R. Ch. Tagarieva[1]✉, E. I. Kulagina[1], S. V. Nikolaeva[2], A. O. Ivanov[3], E. V. Sokiran[4]

[1] Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia, trezeda88@mail.ru✉
[2] Borissiak Paleontological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
[3] Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia
[4] All-Russia Research Geological Oil Institute, Saint Petersburg branch, Saint Petersburg, Russia

Abstract. The paper presents a bed-by-bed description and paleontological characteristics of the carbonate deposits within the stratotype area of the Makarovian Regional Substage (Famennian), including *Cheiloceras* ammonoid and *Zilimia polonica* brachiopod beds. The authors have studied two sections located along the Sikasya and Ryauzyak river valleys on the western slope of the South Urals. In the stratotype area, the Makarovian is composed entirely of polymictic bioclastic limestone. The rocks contain a diverse assemblage of fossils, primarily comprising brachiopod, ammonoid, foraminifera, and ostracod shells, echinoderms (crinoid columnals and echinoid spines), coral, algae, bryozoan, and fish fragments, as well as conodonts. The new data contributed to refining the biostratigraphy of the substage for two faunal groups. The conodont analysis identified intervals corresponding to six zones (*Palmatolepis minuta minuta, Palmatolepis crepida, Palmatolepis glabra prima, Palmatolepis glabra pectinata, Palmatolepis rhomboidea*, and *Palmatolepis marginifera marginifera*), although the standard sequence, according to the latest stratigraphic scheme for the Urals, comprises eight zones. The analysis showed the absence of the zonal index species *Palmatolepis termini* and *Palmatolepis gracilis gracilis*, suggesting the possibility of a stratigraphic hiatus. The *Palmatolepis glabra prima, Palmatolepis glabra pectinata*, and *Palmatolepis rhomboidea* zones were identified in the Ryauzyak section for the first time. The phoebodontid analysis recognized two zones: *Phoebodus typicus* and *Phoebodus gothicus*.

Keywords: *Upper Devonian, conodonts, brachiopods, ammonoids, foraminifera, fishes, western slope of the South Urals*

Acknowledgments: the study is aligned with the state geological study of the Institute of Geology — Subdivision of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences no. FMRS-2025-0013 "Phanerozoic of the South Urals and adjacent territories: Stratigraphy, correlation, paleontology, main events, and geological processes" and project no. 124032000029-9 of Saint-Petersburg State University.

For citation: Tagarieva R. Ch., Kulagina E. I., Nikolaeva S. V., Ivanov A. O., Sokiran E. V. (2026). Biostratigraphy of the Famennian Makarovian Regional Substage (Devonian, South Urals). *Regional Geology and Metallogeny, 33*(3), 35–53. https://doi.org/10.52349/0869-7892_2026_107_35-53

ВВЕДЕНИЕ

Отложения фаменского яруса на территории западного склона Южного Урала имеют повсеместное распространение и представлены преимущественно известняками, содержащими многочисленные остатки бентосных и пелагических групп фауны. В схемах стратиграфии верхнего девона они расчленены на барминский, макаровский, мурзакаевский, кушелгинский и лытвинский горизонты (Анцыгин и др., 1993; Жамойда, 2008). В настоящее время ведутся работы по обновлению и разработке современных стратиграфических схем Урала, в рамках которых проводится литологическое, палеонтологическое (включающее несколько групп фауны) и биостратиграфическое переизучение региональных подразделений. Основная цель наших исследований — комплексная биостратиграфическая характеристика отложений макаровского горизонта и уточнение стратиграфического объема стратона по конодонтам в типовой местности.

Породы макаровского горизонта впервые описаны Б. П. Марковским в 1936 г. на р. Ряузяк как слои с аммоноидеями *Cheiloceras* и брахиоподами *Liorhynchus polonicus* Gürich (=*Zilimia polonica*) в основании фаменского яруса верхнего девона (рис. 1) (Марковский, 1936[1], 1948). Название «макаровские» известняки получили по с. Макарово (Республика Башкортостан), рядом с которым расположен стратотипический разрез Кук-Караук на р. Сикася (Занина и др., 1975[2], Марковский, 1937[3]). Позднее С. М. Домрачев (1952) предложил выделить толщу брахиоподовых известняков с характерной руководящей фауной *Liorhynchus polonicus* (=*Zilimia polonica*) в макаровскую свиту, что нашло отражение в последующих схемах стратиграфии Урала (Анцыгин и др., 1993; Брейвель и др., 1980; Ходалевич, 1968).

[1] Марковский Б. П. Материалы к изучению девонских отложений западного склона Южного Урала. Ч. II // Геолфонд ВСЕГЕИ, 1936. 43 с.
[2] Стратиграфический словарь СССР. Кембрий, ордовик, силур, девон / под ред. И. Е. Заниной, Б. К. Лихарева. Л. : Недра, Ленингр. отд-ние, 1975. 662 с.
[3] Марковский Б. П. Материалы к изучению девонских отложений западного склона Южного Урала. Ч. III // Башкир. территор. геолфонд, 1937. 59 с.

В ранге регионального горизонта стратон утвержден в 1962 г. В его объем, кроме собственно макаровской свиты брахиоподовых известняков, включены и одновозрастные толщи известняков с *Cheiloceras* (Ходалевич, 1968).

Конодонты в отложениях макаровского горизонта в стратотипической местности впервые изучены Л. И. Кононовой и соавторами (1969, 1971). Слои с *Cheiloceras* и *Zilimia polonica* ею были расчленены на интервалы конодонтовых зон *Palmatolepis crepida crepida*, *Palmatolepis rhomboidea* и нижнюю подзону зоны *Palmatolepis quadrantinodosa* (согласно конодонтовой шкале В. Циглера (1962)). Во второй половине 1980-х гг., в рамках подготовки стратиграфических схем четвертого поколения для Южного Урала (Анцыгин и др., 1993), А. Н. Абрамовой (1999), В. И. Барышевым (1996) и В. Н. Пазухиным (Артюшкова и др., 2011) разрезы западного склона Южного Урала были исследованы на конодонты более детально. Известняки с аммоноидеями *Cheiloceras* и брахиоподами *Zilimia polonica* они сопоставили с интервалом стандартных конодонтовых подзон (Ziegler et al., 1990): Upper *triangularis*, Lower, Middle, Upper и Uppermost *crepida*, Lower и Upper *rhomboidea* и Lower *marginifera* (рис. 1) (Абрамова, 1999; Анцыгин и др., 1993; Барышев и др., 1996; Жамойда, 2008). Граница франского и фаменского ярусов была принята в основании ракушняков барминских слоев (слои с брахиоподами *Parapugnax markovskii* (Yudina)), подстилающих известняки макаровского горизонта (рис. 1).

Отложения макаровского горизонта перекрываются породами мурзакаевского горизонта среднего фамена (слои с брахиоподами *Liorhynchus ursus* (Nalivkin) (=*Zigania ursa*) и аммоноидеями генозоны *Prolobites–Platyclymenia*) (Абушик и др., 2006; Анцыгин и др., 1993; Жамойда, 2008).

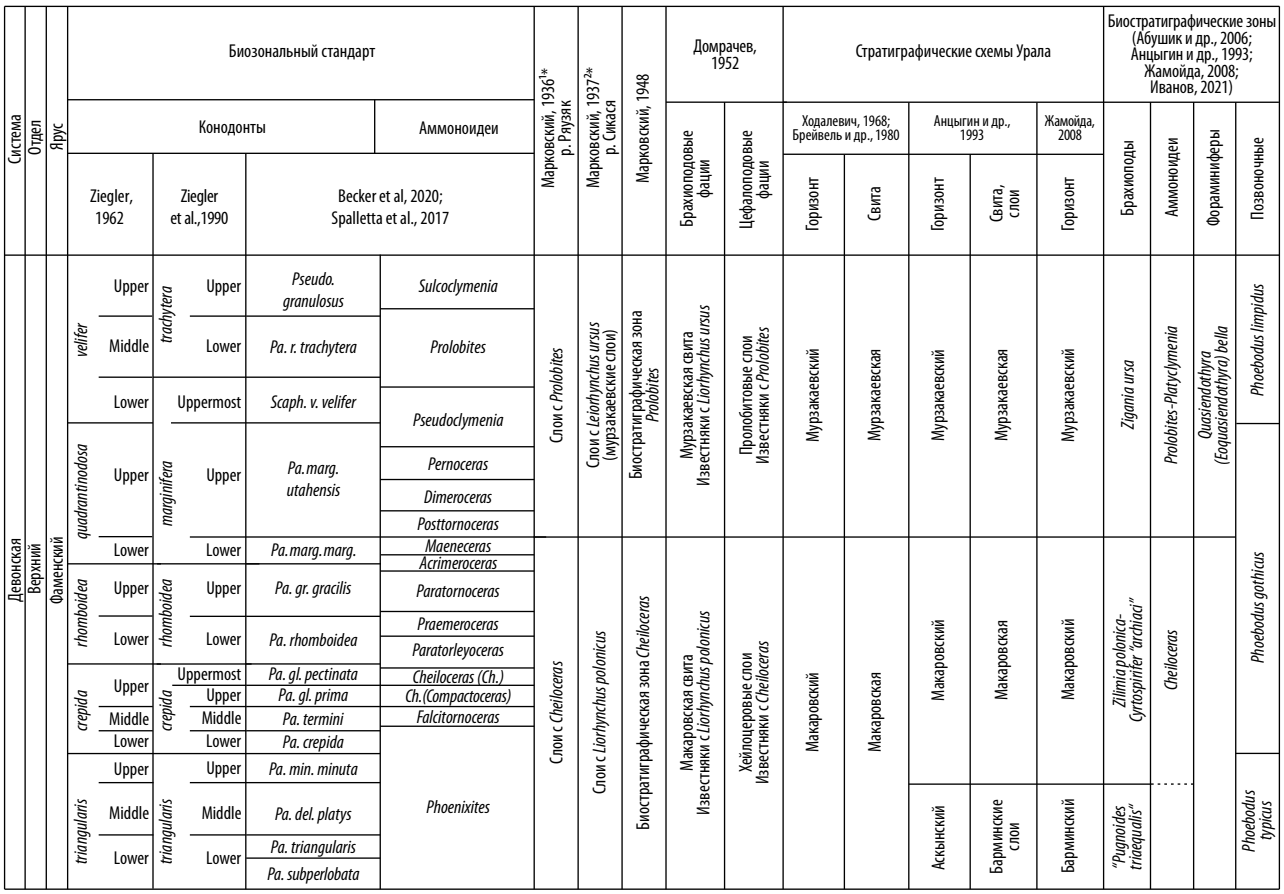


Рис. 1. Сопоставление стратиграфических схем расчленения нижне- и среднефаменских отложений западного склона Южного Урала и зональные шкалы по разным группам фауны

Fig. 1. Correlation of the stratigraphic schemes for the subdivision of the Lower and Middle Famennian deposits on the western slope of the South Urals and zonal scales for different faunal groups

[1*] Марковский Б. П. Материалы к изучению девонских отложений западного склона Южного Урала. Ч. II // Геолфонд ВСЕГЕИ, 1936. 43 с.
[2**] Марковский Б. П. Материалы к изучению девонских отложений западного склона Южного Урала. Ч. III // Башкир. территор. геолфонд, 1937. 59 с.

[1*] Markovsky B. P. (1936). *Materials for studying the Devonian deposits on the western slope of the South Urals. Pt. II.* VSEGEI Geological Fund, 43 p.
[2**] Markovsky B. P. (1937). *Materials for studying the Devonian deposits on the western slope of the South Urals. Pt. III.* Bashkir Territorial Geological Fund, 59 p.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В стратотипической местности отложения макаровского горизонта изучены в двух обнажениях: разрезах Кук-Караук (бассейн р. Сикася) и Ряузяк (бассейн р. Ряузяк) (рис. 2). Изучение разрезов проведено детально, со сплошным отбором образцов на пять групп фауны: аммоноидеи, брахиоподы, фораминиферы, рыбы и конодонты. Всего отобрано 22 пробы из разреза Кук-Караук и 55 — из разреза Ряузяк. Для уточнения и детализации литологической характеристики разрезов и изучения фораминифер для всех пород были сделаны поперечные срезы (пришлифовки) и прозрачные шлифы (более 70). На этапе лабораторной обработки из образцов сначала отбирались брахиоподы и аммоноидеи; оставшаяся часть породы использовалась для выделения конодонтов и ихтиофауны. Дезинтеграция пород осуществлялась по традиционной методике в 3–5 % растворе муравьиной кислоты (Иванов, 1987). Выборка микрофауны из нерастворимого осадка и ее дальнейшее изучение проводились под стереомикроскопом ЛОМО МСП-2. Вся изученная коллекция конодонтов насчитывает около 10 756 экземпляров диагностируемых платформенных элементов 59 видов и подвидов, принадлежащих 8 родам, которые хранятся в лаборатории стратиграфии палеозоя Института геологии Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (УФИЦ РАН, г. Уфа). Фотографирование конодонтов выполнено на сканирующем электронном микроскопе TESCAN VEGA 3 LMH в Институте геологии УФИЦ РАН (оператор — старший научный сотрудник лаборатории магматизма и метаморфизма С. С. Ковалев); фораминифер в шлифах — на световом микроскопе «Биоптик CP-400»; рыб — на микроскопах Hitachi S-3400N и Tescan VEGA-II XMU в ресурсных центрах «Геомодель», «Рентгенодифракционные методы исследования», «Инновационные технологии композитных наноматериалов» и «Микроскопия и микроанализ» Научного парка Санкт-Петербургского государственного университета; шлифов — на поляризационном микроскопе «Биомед-5» (г. Уфа).

Послойное описание и палеонтологическая характеристика разрезов Кук-Караук и Ряузяк

Разрез Кук-Караук расположен на правом берегу р. Сикася, против устья руч. Кукраук, в 5 км восточнее с. Макарово (рис. 2, *A*). Координаты: 53° 36′N, 56° 39′E. Отложения макаровского горизонта в стратотипе обнажены в верхней части крутого склона долины р. Сикася, где в виде скальных останцов вскрыты преимущественно девонские (средний и верхний отделы) и каменноугольные (турнейский и визейский ярусы) отложения (рис. 2, *C*) (Абрамова, 1999; Артюшкова и др., 2011; Барышев и др., 1996; Кононова и др., 1971; Кулагина и др., 2019; Марковский, 1937[1], 1948; Синицына и др., 1995; Тагариева, 2024; Тагариева и др., 2015, 2020; Тяжева, 1961; Abramova et al., 2004; Ivanov et al., 2024; Ovnatanova et al., 2008; Tagarieva, 2013, 2024; Veimarn et al., 2004).

Непосредственно выше барминских брахиоподовых ракушняков, с которыми контакт литологически резко выражен, залегают (рис. 3, *A*):

1. Известняки буровато-светло-серые, неяснослоистые, крупнозернистые, органогенно-полидетритовые (рис. 3, *B*), слабо доломитизированные, с единичными брахиоподами и обильным детритом криноидей, иглами морских ежей, ругозами, мелкими остракодами, гастроподами, зубами рыб и конодонтами (рис. 4). Мощность слоя — 0,30 м.
2. Известняки буровато-темно-серые, тонкослоистые, мелкозернистые, органогенно-полидетритовые, плотные, волнистослоистые, участками доломитизированные, ожелезненные (рис. 3, *C*). Отмечаются единичные мелкие створки раковин остракод, членики криноидей и конодонты (рис. 4). Мощность слоя — 0,10 м.
3. Известняки светло-серые, неяснослоистые, среднезернистые (рис. 3, *D*), обогащенные мелкораздробленным разнообразным органогенно-обломочным материалом (рис. 4). Мощность слоя — 0,30 м.
4. Известняки светло-серые, неяснослоистые, мелкозернистые, очень плотные, однородные, слабо доломитизированные, тонкодетритовые (рис. 3, *E*), с мелкими фрагментами члеников криноидей, раковин остракод и редкими конодонтами (рис. 4). Мощность слоя — 0,40 м.
5. Известняки розовато-светло-серые, тонкослоистые, крупнозернистые, интенсивно перекристаллизованные (рис. 3, *F*). В средней части слой содержит скопление брахиопод (рис. 4). Многочисленные разрозненные створки брахиопод и их целые раковины, включая молодые и зрелые особи, расположены беспорядочно (неориентированно), что указывает на отсутствие сортировки; они сцементированы мелким детритом, состоящим преимущественно из обломков члеников криноидей и ругоз. Практически у всех раковин брахиопод не сохранилась микроскульптура. Мощность слоя — 0,50 м.
6. Известняки светло-серые, неяснослоистые, мелкозернистые, плитчатые, плотные, участками доломитизированные (рис. 3, *G*). Органические остатки редки и представлены мелким детритом раковин остракод, брахиопод, единичными однокамерными фораминиферами *Eotuberitina reitlingerae* Miklukho-Maclay (рис. 5, фиг. 30a), *Vicinesphaera* sp. (рис. 5, фиг. 30b), а также остатками рыб и конодонтами (рис. 4). Мощность слоя — 0,70 м.

Выше разрез наращивается светло-серыми полидетритово-комковатыми неравномерно доломитизированными известняками (рис. 3, *H*). С основания слоя отмечается резкое увеличение таксономического разнообразия фораминифер, представленное видами зоны *Quasiendothyra (Eoendothyra) communis* (рис. 4, 5).

Общая мощность изученных известняков макаровского и мурзакаевского горизонтов в разрезе Кук-Караук составляет 2,55 м. Мощность макаровского горизонта в стратотипе — 1,1 м.

[1] Марковский Б. П. Материалы к изучению девонских отложений западного склона Южного Урала. Ч. III // Башкир. территор. геолфонд, 1937. 59 с.

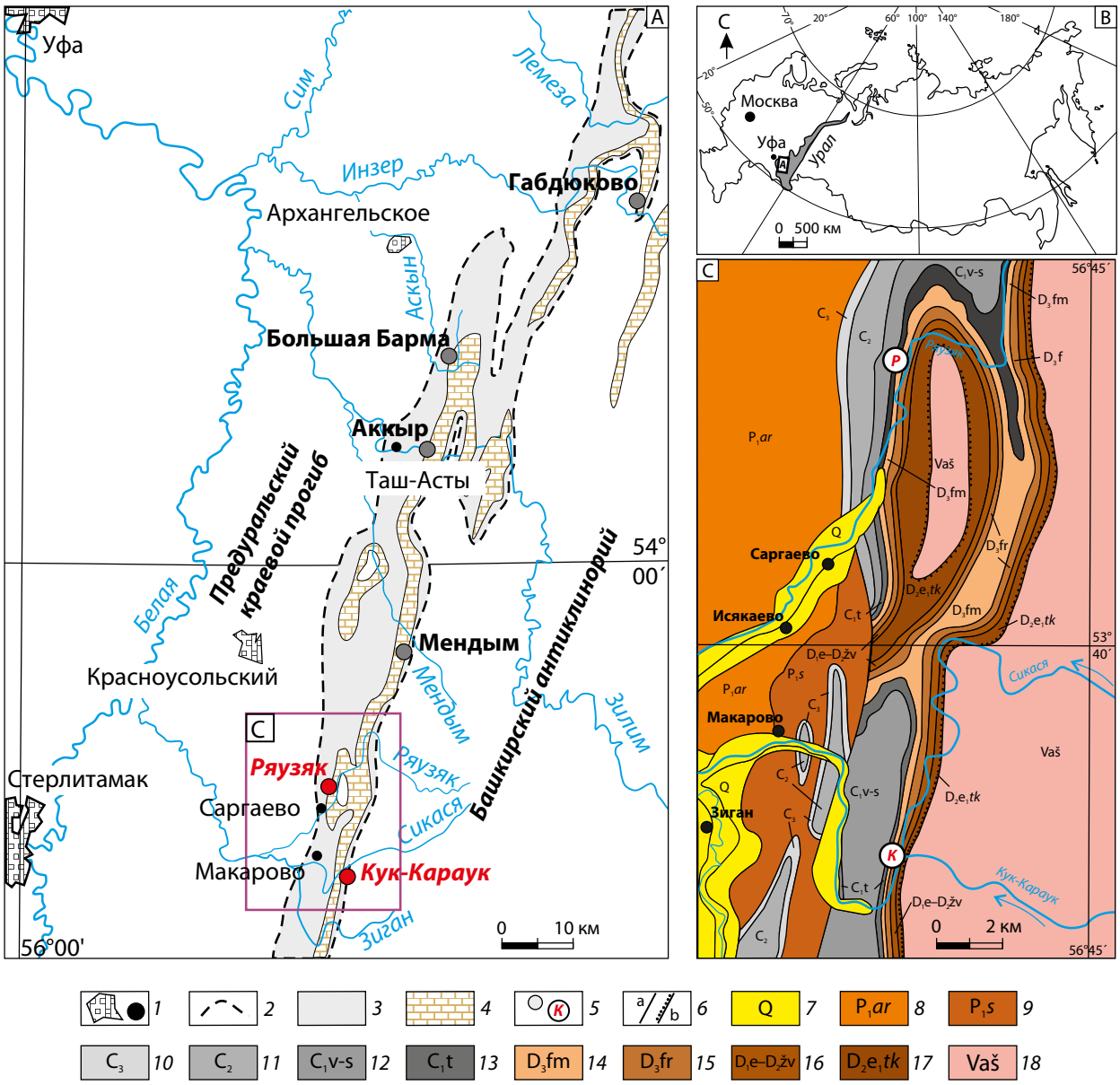


Рис. 2. Карта расположения изученных разрезов (A); карта-схема расположения района исследований на территории России (B); геологическая карта района бассейна рек Сикася–Зиган (фрагмент, лист N-40-XXI, Южно-Уральская серия) (C)

1 — населенные пункты; ***2*** — границы тектонических зон; ***3*** — территория Западно-Уральской внешней зоны складчатости; ***4*** — выходы девонских отложений; ***5*** — разрезы: K — Кук-Караук, P — Ряузяк; ***6*** — стратиграфические границы: *a* — согласные, *b* — несогласные; ***7*** — квартер: суглинки, галечники; ***8*** — приуральский отдел, артинский ярус: песчаники, глинистые сланцы, известняки; ***9*** — приуральский отдел, сакмарский ярус: известняки, доломиты, аргиллиты; ***10*** — верхний карбон: известняки, кремнисто-глинистые сланцы; ***11*** — средний карбон, башкирский и московский ярусы: известняки, доломиты; ***12*** — нижний карбон, визейский и серпуховский ярусы: известняки, доломиты; ***13*** — нижний карбон, турнейский ярус: известняки, глины, песчаники; ***14*** — верхний девон, фаменский ярус: известняки, доломиты; ***15*** — верхний девон, франский ярус: известняки, мергели, песчаники; ***16*** — нижний и средний девон, эмсский–живетский ярусы: известняки, песчаники, глины; ***17*** — нижний девон, эмсский ярус, такатинская свита: песчаники, гравелиты; ***18*** — венд, ашинская свита: песчаники, алевролиты, сланцы, конгломераты

Источник: **C** — по Синицыну и др. (1962); ***3*** — по Серавкину и др. (2001)

Fig. 2. Location map of the studied sections (A); schematic location map of the study area within Russia (B); geological map of the Sikasya–Zigan river basin vicinities (from sheet N-40-XXI, South Urals series) (C)

1 — settlements; ***2*** — tectonic zone boundaries; ***3*** — West Uralian Outer Fold Zone; ***4*** — Devonian limestone outcrops; ***5*** — sections: K — Kuk-Karauk, P — Ryauzyak; ***6*** — stratigraphic boundaries: *a* — conformable, *b* — unconformable; ***7*** — Quaternary: loam, pebble; ***8*** — Cisuralian, Artinskian Stage: sandstone, shale, limestone; ***9*** — Cisuralian, Sakmarian Stage: limestone, dolomite, mudstone; ***10*** — Upper Carboniferous (Upper Pennsylvanian): limestone, siliceous-argillaceous shale; ***11*** — Middle Carboniferous (Lower–Middle Pennsylvanian), Bashkirian and Moscovian stages: limestone, dolomite; ***12*** — Lower Carboniferous (Middle–Upper Mississippian), Visean and Serpukhovian stages: limestone, dolomite; ***13*** — Lower Carboniferous (Lower Mississippian), Tournaisian Stage: limestone, clay, sandstone; ***14*** — Upper Devonian, Famennian Stage: limestone, dolomite; ***15*** — Upper Devonian, Frasnian Stage: limestone, marl, sandstone; ***16*** — Lower–Middle Devonian, Emsian–Givetian stages: limestone, sandstone, clay; ***17*** — Lower Devonian, Emsian Stage, Takata Formation: sandstone, gritstone; ***18*** — Vendian, Asha Formation: sandstone, siltstone, shale, conglomerate

Source: **C** — from Sinitsyn et al. (1962); ***3*** — from Seravkin et al. (2001)

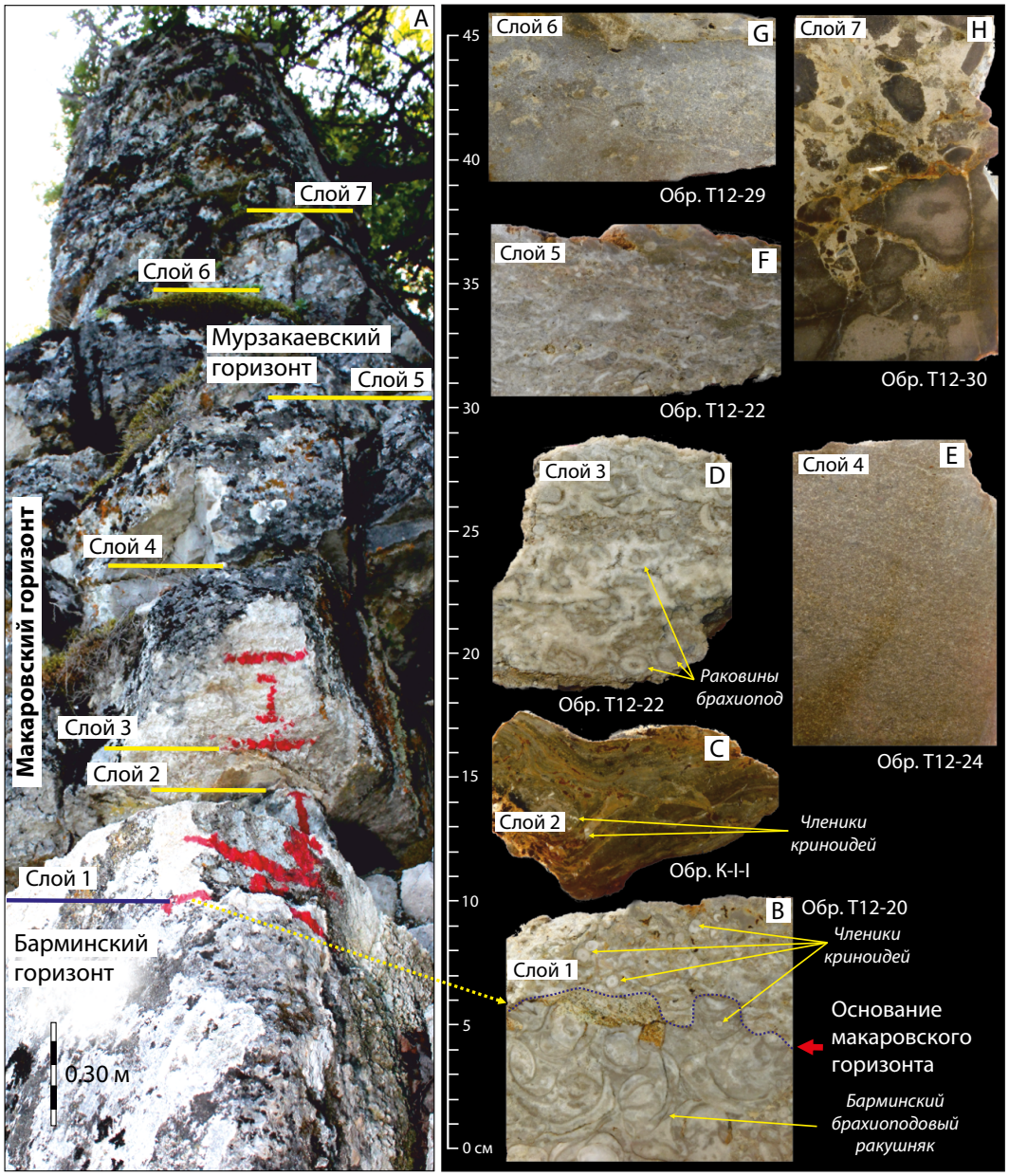


Рис. 3. Фотография известняков барминского, макаровского (слои 1–4) и мурзакаевского (слои 5–7) горизонтов в разрезе Кук-Караук (A); B–H — поперечные срезы известняков

Fig. 3. Photograph of the Barmian, Makarovian (beds 1–4), and Murzakaevian (beds 5–7) deposits in the Kuk-Karauk section (A); B–H — cross-section of a polished limestone slab

Разрез Ряузяк расположен в 12 км севернее стратотипического разреза, на правом берегу одноименной реки, в 5 км выше по течению от д. Саргаево (рис. 2, *A, B*). Координаты: 53°44′N, 56°39′E. Здесь, в начале широтного отрезка реки, выше мощного родника, вытекающего из-под скалы, обнажаются известняки, составляющие разрез отложений от среднего девона до визейского яруса нижнего карбона (Абрамова, 1999; Артюшкова и др., 2011; Кононова и др., 1971; Кулагина и др., 2019; Марковский, 1936[1], 1948; Наливкин, 1926; Сокиран и др., 2025; Тагариева, 2024; Тагариева и др., 2015, 2020; Тяжева, 1961; Abramova et al., 2004; Ivanov et al., 2024; Ovnatanova et al., 2008; Tagarieva, 2013, 2026; Veimarn et al., 2004).

Граница по барминским брахиоподовым ракушнякам, как и в разрезе Кук-Караук, литологически четко выражена и хорошо прослеживается по простиранию (рис. 6, *B, C*). Выше барминских известняков в сплошном выходе обнажаются:

1. Известняки розовато-желтовато-светло-серые, неяснослоистые, крупнозернистые, органогенно-полидетритовые, с мелкими фрагментами иглокожих (морские ежи и членики криноидей), ругоз, реже брахиопод, зубов рыб и конодонтами (рис. 6, *C*). Мощность слоя — 0,50 м.

[1] Марковский Б. П. Материалы к изучению девонских отложений западного склона Южного Урала. Ч. II // Геолфонд ВСЕГЕИ, 1936. 43 с.

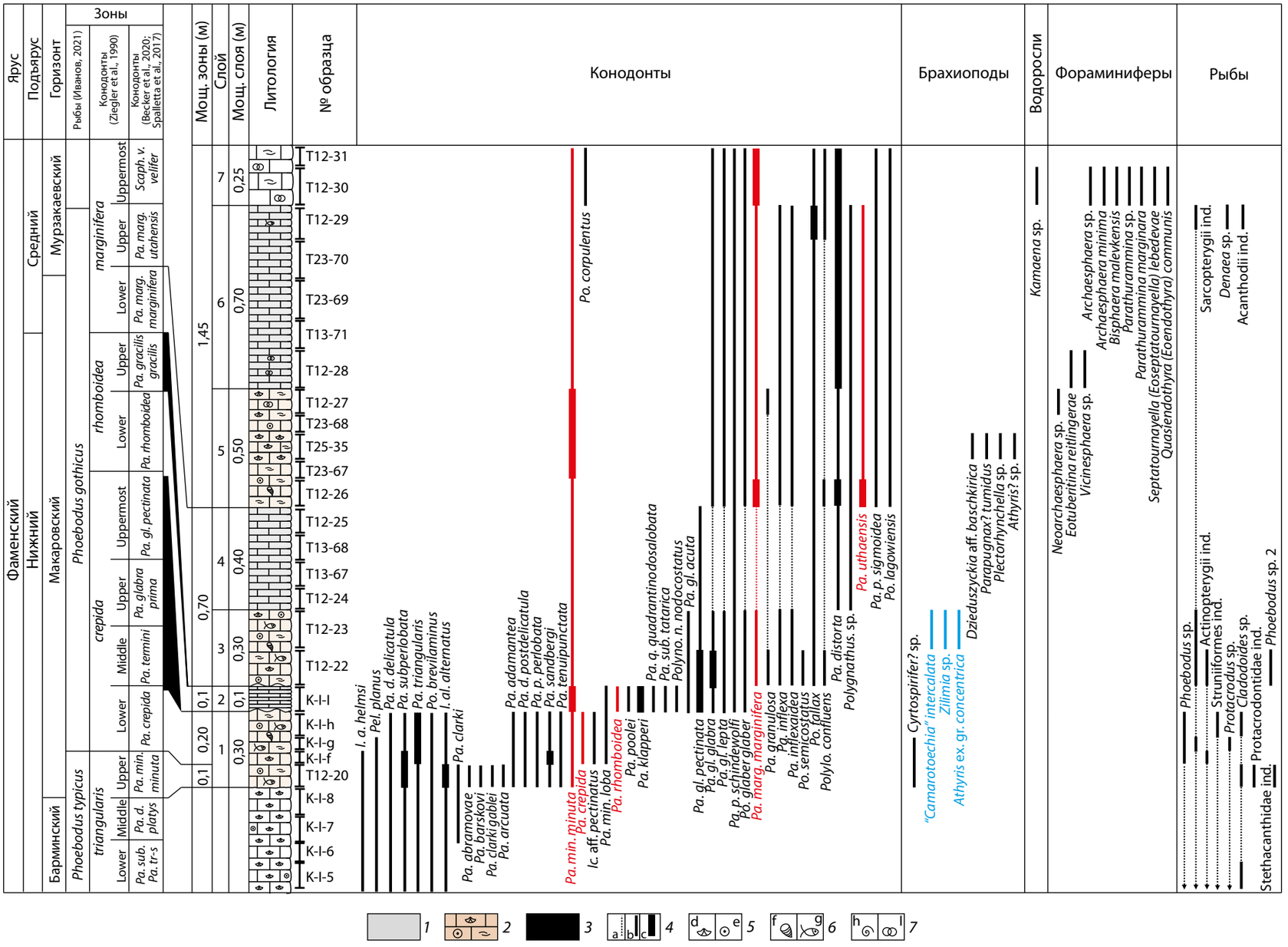


Рис. 4. Распространение конодонтов, брахиопод, водорослей, фораминифер и рыб в отложениях макаровского и мурзакаевского горизонтов разреза Кук-Караук

1 — известняки; ***2*** — органогенно-полидетритовые известняки; ***3*** — стратиграфический перерыв; ***4*** — ископаемые остатки в образце: *a* — не встречены, *b* — присутствуют, *c* — доминируют; ***5–7*** — ископаемые остатки: *d* — брахиоподы, *e* — криноидеи, *f* — ругозы, *g* — рыбы, *h* — аммоноидеи, *i* — фораминиферы. Сокращения: *An.* — *Ancyrolepis; I.* — *Icriodus; Pa.* — *Palmatolepis; Pel.* — *Pelekysgnathus; Po.* — *Polygnathus; Polylo.* — *Polylophodonta; Polyno.* — *Polynodosus; Vjalo.* — *Vjaloviodus; a.* — *alternatus; d.* — *delicatula; gl.* — *glabra; i.* — *iowaensis; marg.* — *marginifera; min.* — *minuta; n.* — *nodocostatus; q.* — *quadratinodosalobata; p.* — *perlobata; sub.* — *subperlobata; tr-s* — *triangularis; v.* — *velifer; Pa. min. minuta* — зональный вид (красный цвет)

Источник: виды брахиопод, выделенные голубым цветом — по Абрамовой (1999)

Fig. 4. Distribution of conodonts, brachiopods, algae, foraminifera, and fishes in the Makarovian and Murzakaevian regional substages of the Kuk-Karauk section

1 — limestone; ***2*** — polymictic bioclastic limestone; ***3*** — stratigraphic hiatus; ***4*** — fossil remains in the sample: *a* — absent, *b* — present, *c* — dominate; ***5–7*** — fossil remains: *d* — brachiopods, *e* — crinoids, *f* — rugosa, *g* — fishes, *h* — ammonoids, *i* — foraminifera. Abbreviations: *An.* — *Ancyrolepis; I.* — *Icriodus; Pa.* — *Palmatolepis; Pel.* — *Pelekysgnathus; Po.* — *Polygnathus; Polylo.* — *Polylophodonta; Polyno.* — *Polynodosus; Vjalo.* — *Vjaloviodus; a.* — *alternatus; d.* — *delicatula; gl.* — *glabra; i.* — *iowaensis; marg.* — *marginifera; min.* — *minuta; n.* — *nodocostatus; q.* — *quadratinodosalobata; p.* — *perlobata; sub.* — *subperlobata; tr-s* — *triangularis; v.* — *velifer; Pa. min. minuta* — zonal species (in red)

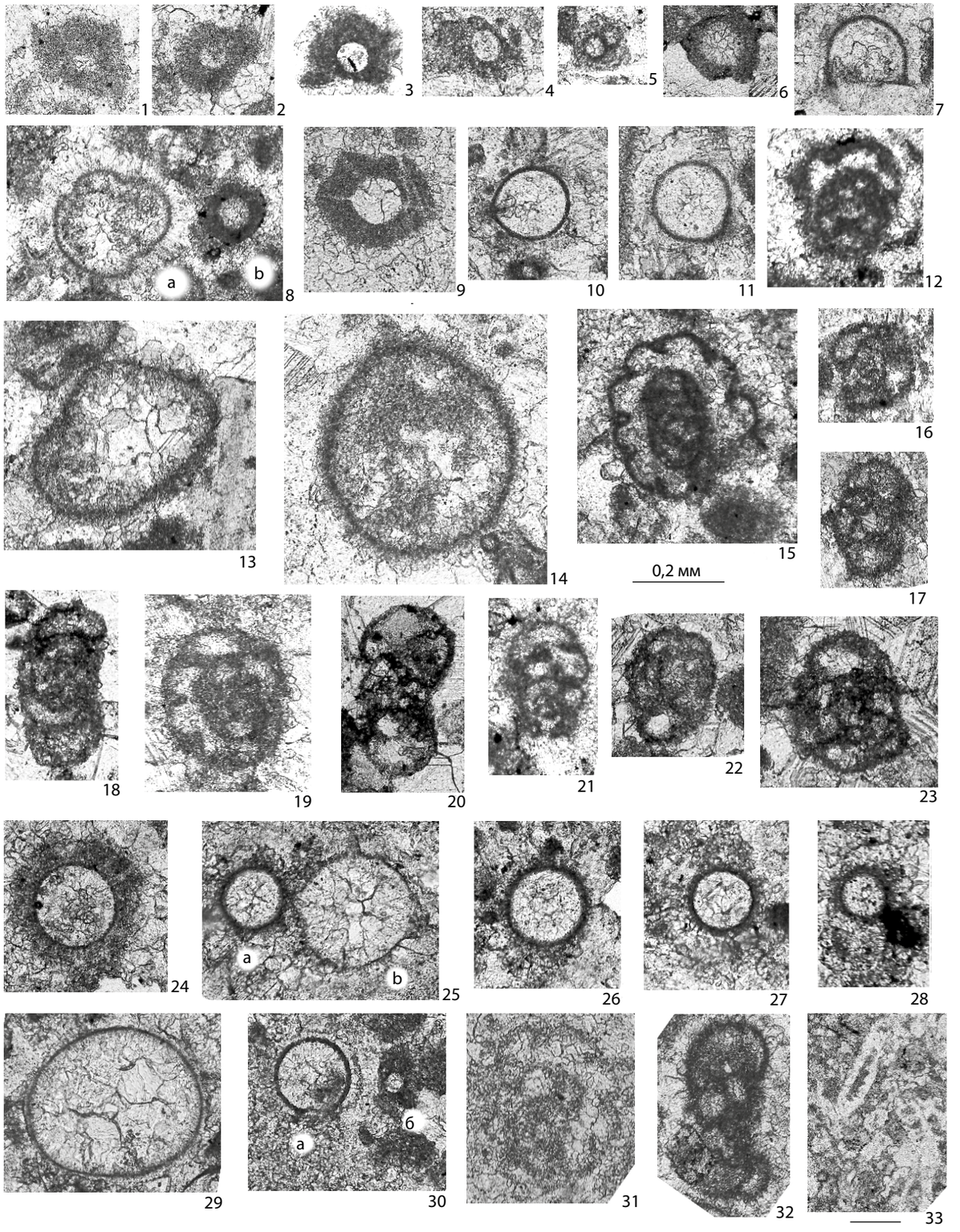
Source: brachiopod species indicated in blue are from Abramova (1999)

Рис. 5. Фораминиферы и водоросли разрезов Ряузяк (1–23: 1–8, 10–23 — мурзакаевский горизонт; 9 — макаровский горизонт) и Кук-Караук (24–33: 24 — макаровский горизонт; 25–33 — мурзакаевский горизонт). Масштабный отрезок во всех случаях 0,2 мм (фиг. 15, 19, 22, 23, 32 — медианное сечение; 18, 20, 21, 31 — аксиальное сечение):

1 — *Vicinesphaera angulata* Antropov, 1950 (T13-33); ***2–4*** — *Vicinesphaera squalida* Antropov, 1950, (T13-33); ***5*** — *Rauserina notata* Antropov, 1950 (T13-28); ***6*** — *Vicinesphaera globosa* Sabirov et Gushchin, 2006 (T13-26); ***7*** — *Eotuberitina reitlingerae* M.-Maclay, 1958 (T13-33); ***8a*** — *Bisphaera* sp., ***8b*** — *Parathuramminites* sp. (T13-33); ***9*** — *Suleimanovella suleimanovi* (Lipina, 1950) (T23-13); ***10, 11*** — *Diplosphaerina inaequalis* (Derville, 1931) (T13-33); ***12, 16*** — *Septaglomospiranella* spp. (T13-33); ***13, 14*** — *Cribrosphaeroides simplex* (Reitlinger, 1954) (T13-33); ***15, 21*** — *Quasiendothyra (Eoendothyra) communis* (Rauser-Chernousova, 1948) (T13-33); ***20*** — *Quasiendothyra (Eoendothyra)* ex gr. *communis* (Rauser-Chernousova, 1948) (T13-31); ***17*** — *Quasiendothyra (Eoquasiendothyra)* sp. (T13-33); ***18*** — *Brunsiina* sp. (T13-31); ***19*** — *Quasiendothyra (Eoquasiendothyra) bella* (N. Tchernysheva, 1952) (T13-33); ***22, 23*** — *Septaglomospiranella compressa* Lipina, 1965 (T13-31); ***24*** — *Neoarchaesphaera* sp. (T12-27); ***25a*** — *Parathurammina* sp., ***25b*** — *Parathurammina marginara* Pronina, 1960 (T12-30); ***26, 27*** — *Archaesphaera minima* Suleimanov, 1945 (T12-30); ***28*** — *Archaesphaera* sp. (T12-30); ***29*** — *Bisphaera malevkensis* Birina, 1948 (T12-30); ***30a*** — *Eotuberitina reitlingerae* Miklukho-Maclay, 1958, ***30b*** — *Vicinesphaera* sp. (T12-28); ***31*** — *Septatournayella (Eoseptatournayella) lebedevae* Pojarkov, 1961 (T12-30); ***32*** — *Quasiendothyra (Eoendothyra) communis* (Rauser-Chernousova, 1948) (T12-30); ***33*** — водорослевый известняк (T12-30)

Fig. 5. Foraminifera and algae from the Ryauzyak section (1–23: 1–8, 10–23 — Murzakaevian Regional Substage, 9 — Makarovian Regional Substage) and the Kuk-Karauk section (24–33: 24 — Makarovian Regional Substage, 25–33 — Murzakaevian Regional Substage). Scale bar is 0.2 mm for all the images (figs. 15, 19, 22, 23, 32 — median section; 18, 20, 21, 31 — axial section):

1 — *Vicinesphaera angulata* Antropov, 1950 (T13-33); ***2–4*** — *Vicinesphaera squalida* Antropov, 1950, (T13-33); ***5*** — *Rauserina notata* Antropov, 1950 (T13-28); ***6*** — *Vicinesphaera globosa* Sabirov et Gushchin, 2006 (T13-26); ***7*** — *Eotuberitina reitlingerae* M.-Maclay, 1958 (T13-33); ***8a*** — *Bisphaera* sp., ***8b*** — *Parathuramminites* sp. (T13-33); ***9*** — *Suleimanovella suleimanovi* (Lipina, 1950) (T23-13); ***10, 11*** — *Diplosphaerina inaequalis* (Derville, 1931) (T13-33); ***12, 16*** — *Septaglomospiranella* spp. (T13-33); ***13, 14*** — *Cribrosphaeroides simplex* (Reitlinger, 1954) (T13-33); ***15, 21*** — *Quasiendothyra (Eoendothyra) communis* (Rauser-Chernousova, 1948) (T13-33); ***20*** — *Quasiendothyra (Eoendothyra)* ex gr. *communis* (Rauser-Chernousova, 1948) (T13-31); ***17*** — *Quasiendothyra (Eoquasiendothyra)* sp. (T13-33); ***18*** — *Brunsiina* sp. (T13-31); ***19*** — *Quasiendothyra (Eoquasiendothyra) bella* (N. Tchernysheva, 1952) (T13-33); ***22, 23*** — *Septaglomospiranella compressa* Lipina, 1965 (T13-31); ***24*** — *Neoarchaesphaera* sp. (T12-27); ***25a*** — *Parathurammina* sp., ***25b*** — *Parathurammina marginara* Pronina, 1960 (T12-30); ***26, 27*** — *Archaesphaera minima* Suleimanov, 1945 (T12-30); ***28*** — *Archaesphaera* sp. (T12-30); ***29*** — *Bisphaera malevkensis* Birina, 1948 (T12-30); ***30a*** — *Eotuberitina reitlingerae* Miklukho-Maclay, 1958, ***30b*** — *Vicinesphaera* sp. (T12-28); ***31*** — *Septatournayella (Eoseptatournayella) lebedevae* Pojarkov, 1961 (T12-30); ***32*** — *Quasiendothyra (Eoendothyra) communis* (Rauser-Chernousova, 1948) (T12-30); ***33*** — algal limestone (T12-30)



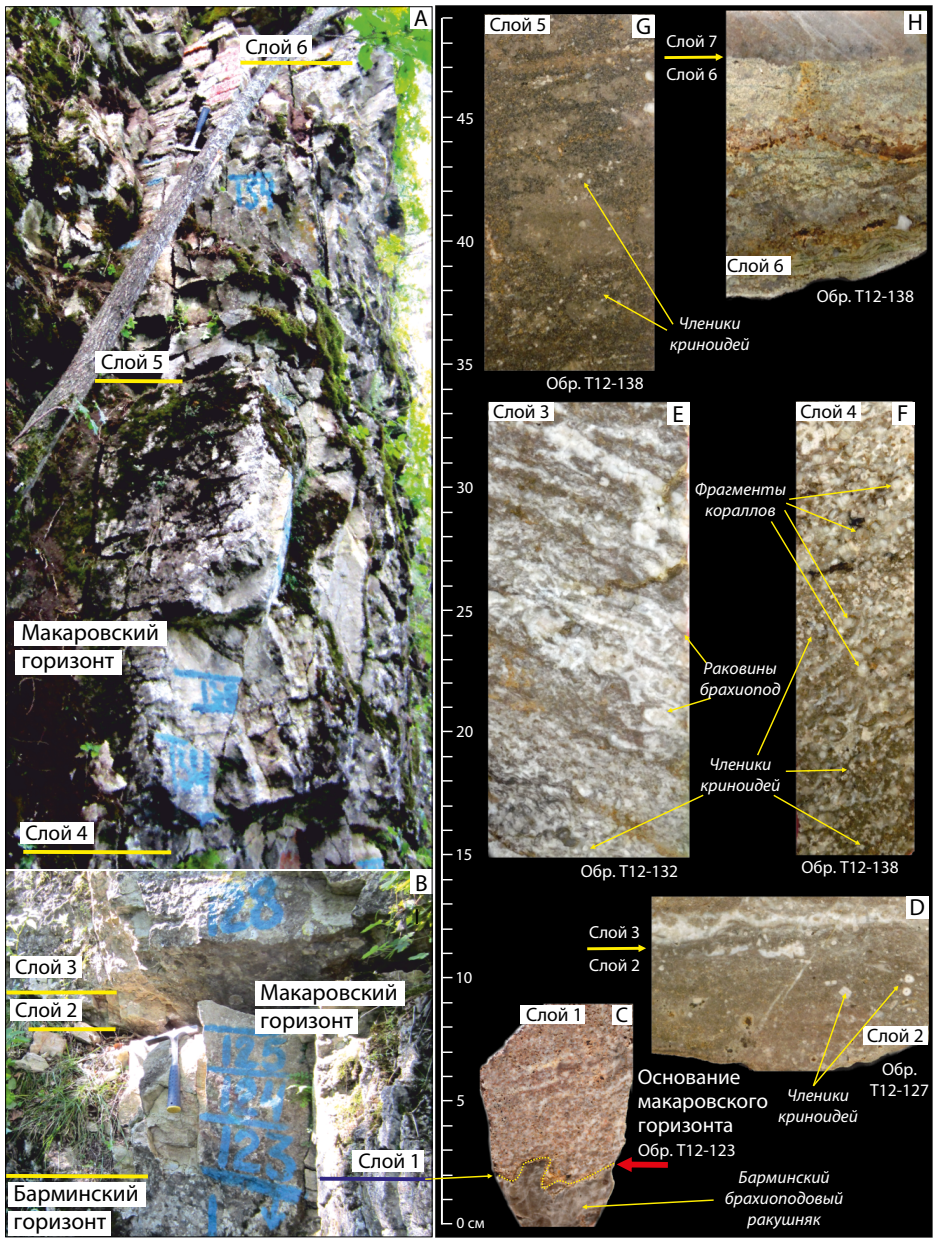


Рис. 6. Фотографии выходов известняков макаровского горизонта в разрезе Ряузяк (A, B) (длина молотка 47 см); C–H — поперечные срезы известняков

Fig. 6. Photographs of the Makarovian outcrops in the Ryauzyak section (A, B) (hammer for scale, 47 cm long); C–H — cross-section of a polished limestone slab

2. Известняки серые, тонкослоистые, мелкозернистые, плотные, слабо доломитизированные, органогенно-полидетритовые (рис. 6, *D*). Органический детрит представлен преимущественно обломками члеников криноидей, створок раковин остракод и брахиопод, однокамерных фораминифер, обрывками зеленых водорослей, зубами рыб и конодонтами (рис. 7). Мощность слоя — 0,05 м.

3. Известняки светло-серые, тонкослоистые, средне- и крупнозернистые, доломитизированные, органогенно-полидетритовые (рис. 6, *E*), с разнообразными ископаемыми остатками (рис. 7). Мощность слоя — 0,80 м.

4. Известняки светло-желтовато-серые, неяснослоистые, крупнозернистые, интенсивно перекристаллизованные, доломитизированные, органогенно-обломочные (рис. 6, *F*), с редкими брахиоподами и аммоноидеями (рис. 7). Среди органических остатков характерны массовые членики криноидей, обломки ругоз, раковины остракод, зубы рыб и конодонты (рис. 7, 8). Мощность слоя — 1,35 м.

5. Известняки темно-серые, неяснослоистые, мелкозернистые, плотные, слабо доломитизированные, органогенно-полидетритовые (рис. 6, G). Встречены фрагменты члеников криноидей, реже обломки морских ежей, раковины брахиопод, остракод и однокамерных фораминифер *Suleimanovella suleimanovi* (Lipina) (рис. 5, фиг. 9), остатки рыб (рис. 8). Конодонты являются основным органогенно-обломочным компонентом породы (рис. 7). Мощность слоя — 2,65 м.

6. Известняки серые, темно-серые и коричневато-серые, тонкослоистые, мелкозернистые, плотные, мелкоорганогенно-полидетритовые, волнистослоистые, сильно ожелезненные (рис. 6, *H*), с отдельными редкими мелкими раковинами и створками остракод и брахиопод, обломками члеников криноидей и конодонтами (рис. 7). Мощность слоя — 0,10 м.

7. Известняки серые, толстослоистые, мелкозернистые, очень плотные, однородные, доломитизированные, с мелкими редкими раковинами однокамерных фораминифер (рис. 5), биокластами скелетов иглокожих и конодонтами (рис. 7). Макрофауна отсутствует. Мощность слоя — 0,80 м.

Выше залегает темно-серый ракушечник (слой 8) с плотной упаковкой раковин аммоноидей *Pernoceras kochi* (Wedekind) и *Pseudoclymenia* sp. (рис. 7). С основания слоя встречаются фораминиферы, в комплексах которых отмечены таксоны зоны *Quasiendothyra (Eoendothyra) communis* (рис. 5, 7).

Общая мощность изученных известняков макаровского и мурзакаевского горизонтов в разрезе Ряузяк составляет около 7,0 м. Мощность макаровского горизонта — 5,30 м.

Зональное расчленение отложений макаровского горизонта изученных разрезов по конодонтам

В стратиграфической последовательности в отложениях макаровского горизонта фаменского яруса в разрезах Кук-Караук и Ряузяк установлены четыре комплекса конодонтов, характеризующие подзоны стандартной конодонтовой шкалы: Upper *triangularis*, Lower, Upper и Uppermost *crepida*, Lower *rhomboidea*, Lower *marginifera*. Данный диапазон отвечает интервалу зон, предложенных для девонской системы Т. Беккером и др. в работе "Geologic Time Scale 2020" (Becker et al., 2020; Spalletta et al., 2017): *Palmatolepis minuta minuta*, *Palmatolepis crepida*, *Palmatolepis glabra prima*, *Palmatolepis glabra pectinata*, *Palmatolepis rhomboidea* и *Palmatolepis marginifera marginifera* (рис. 1). Нижние границы зон определены по первому появлению (FOD) зональных и характерных видов (Барсков и др., 1987, 1991; Schülke, 1995; Spalletta et al., 2017; Ziegler, 1962; Ziegler et al., 1990).

Зона ***Palmatolepis minuta minuta*** выделена в основании макаровского горизонта (Абрамова, 1999; Анцыгин и др., 1993; Барышев и др., 1996; Жамойда, 2008). Нижняя граница зоны установлена в обоих изученных разрезах в подошве слоя 1 (рис. 4, 7) и определена по появлению вида-индекса *Palmatolepis minuta minuta* Branson et Mehl (рис. 9, фиг. 5, 6). Зональная ассоциация конодонтов включает 19 видов и подвидов родов *Ancyrognathus*, *Icriodus*, *Palmatolepis*, *Pelekysgnathus*, *Polygnathus* и *Polynodosus*. Наряду с зональным видом в комплексах конодонтов впервые встречены *Ancyrognathus cryptus* Ziegler, *Palmatolepis abramovae* Tagarieva, *Palmatolepis arcuata* Schülke, *Palmatolepis barskovi* Tagarieva et Artyushkova, *Palmatolepis clarki gablei* Schülke, *Palmatolepis delicatula postdelicatula* Schülke, *Palmatolepis perlobata perlobata* Ulrich et Bassler, *Palmatolepis sandbergi* Ji et Ziegler, *Palmatolepis tenuipunctata* Sannemann и *Polynodosus* sp. (рис. 9). Мощность зоны составляет 0,10 м в разрезе Кук-Караук и 0,50 м в разрезе Ряузяк.

Нижняя граница зоны ***Palmatolepis crepida*** в изученных разрезах маркируется появлением зонального вида *Palmatolepis crepida* Sannemann (рис. 9, фиг. 17, 18). В разрезе Кук-Караук она установлена внутри слоя 1 (в 10 см выше подошвы), в разрезе Ряузяк — в основании слоя 2 (рис. 4, 7). Зональная ассоциация конодонтов очень близка комплексу зоны *Palmatolepis minuta minuta* и представлена 19 видами и подвидами из 7 родов. Наряду с видом-индексом зоны впервые встречены *Ancyrolepis* cf. *cruciformis* Ziegler, *Icriodus* aff. *pectinatus* Dreesen et Houlleberghs, *Palmatolepis minuta loba* Helms, *Palmatolepis regularis* Cooper, *Palmatolepis subperlobata tatarica* Ovnatanova et Gatovsky, *Palmatolepis wolskae* Ovnatanova, *Polygnathus undosus* Khalimbadga et Mingaleev и *Pelekysgnathus planus* (рис. 9). Мощность зоны в разрезе Кук-Караук составляет 0,20 м, в разрезе Ряузяк — 0,10 м.

В разрезе Ряузяк впервые обосновано выделение зон ***Palmatolepis glabra prima*** и ***Palmatolepis glabra pectinata*** (рис. 7). В разрезе Кук-Караук интервалы данных зон не установлены (рис. 4).

Нижняя граница зоны ***Palmatolepis glabra prima*** определена в подошве слоя 5 и обоснована находками вида-индекса *Palmatolepis glabra prima* Ziegler et Huddle (рис. 7). Зональный комплекс конодонтов характеризуется высоким таксономическим разнообразием (23 вида и подвида родов *Palmatolepis*, *Pelekysgnathus*, *Polygnathus* и *Polynodosus*). Характерными таксонами для зоны являются *Palmatolepis adamantea* Metzger, *Palmatolepis circularis* Szulczewski, *Palmatolepis minuta loba* Helms, *Palmatolepis minuta subtilis* Khalimbadzha et Tschernyscheva, *Palmatolepis minuta wolskae* Szulczewski, *Palmatolepis lobicornis* Schülke, *Palmatolepis perlobata schindewolfi* Müller и *Palmatolepis quadrantinodosalobata quadrantinodosalobata* Sannemann (рис. 10). Мощность зоны в разрезе Ряузяк составляет 0,75 м.

Нижняя граница зоны ***Palmatolepis glabra pectinata*** маркируется в подошве слоя 6 по появлению зонального вида *Palmatolepis glabra pectinata* Ziegler (рис. 7). Комплекс конодонтов установленной зоны отличается максимальным таксономическим разнообразием — 26 видов и подвидов из 6 родов. Наряду с видом-индексом зоны в ассоциации конодонтов появляются *Palmatolepis glabra acuta* Helms, *Palmatolepis glabra lepta* Ziegler et Huddle, *Palmatolepis klapperi* Sandberg et Ziegler, *Palmatolepis poolei* Sandberg et Ziegler и *Polylophodonta linguiformis* Branson et Mehl. Возрастает количество видов рода *Polygnathus*, среди которых впервые встречены *Polygnathus bertchogurensis* Gatovsky, *Polygnathus devexus* Melnikova et Kuzmin, *Polygnathus fallax* Helms et Wolska, *Polygnathus glaber glaber* Ulrich et Bassler, *Polygnathus* aff. *procerus* Sannemann и *Polygnathus schinkaryovi* Gatovsky. Только для зоны *Polygnathus glabra pectinata* характерно присутствие представителей рода *Vjaloviodus* — *Vjaloviodus targus* Gagiev (рис. 10, фиг. 26). Мощность зоны в разрезе Ряузяк составляет 3,55 м.

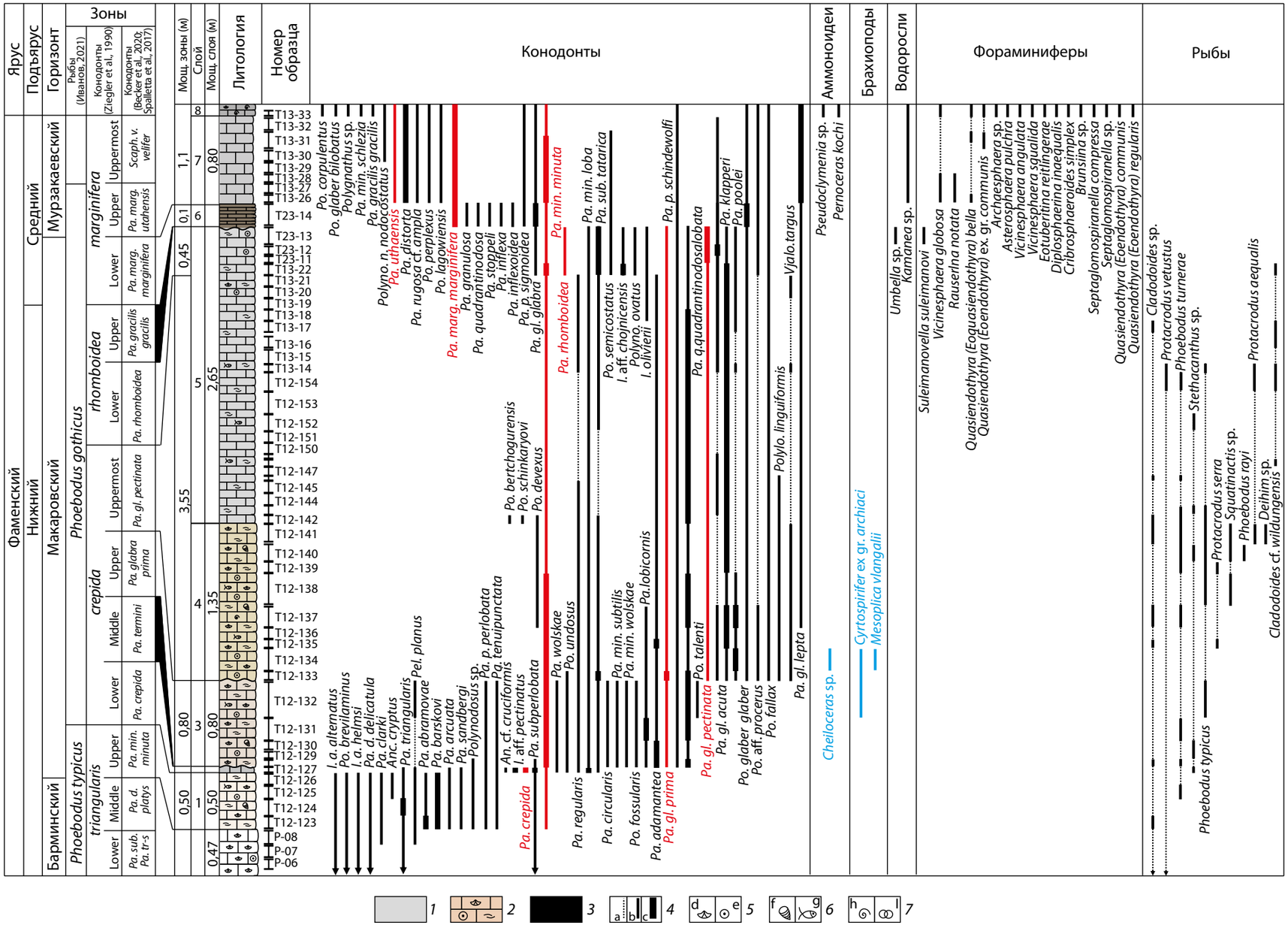


Рис. 7. Распространение конодонтов, аммоноидей, брахиопод, водорослей, фораминифер и рыб в отложениях макаровского и мурзакаевского горизонтов разреза Ряузяк

1 — известняки; ***2*** — органогенно-полидетритовые известняки; ***3*** — стратиграфический перерыв; ***4*** — ископаемые остатки в образце: *a* — не встречены, *b* — присутствуют, *c* — доминируют; ***5–7*** — ископаемые остатки: *d* — брахиоподы, *e* — криноидеи, *f* — ругозы, *g* — рыбы, *h* — аммоноидеи, *i* — фораминиферы. Сокращения: *An.* — *Ancyrolepis; I.* — *Icriodus; Pa.* — *Palmatolepis; Pel.* — *Pelekysgnathus; Po.* — *Polygnathus; Polylo.* — *Polylophodonta; Polyno.* — *Polynodosus; Vjalo.* — *Vjaloviodus; a.* — *alternatus; d.* — *delicatula; gl.* — *glabra; i.* — *iowaensis; marg.* — *marginifera; min.* — *minuta; n.* — *nodocostatus; q.* — *quadratinodosalobata; p.* — *perlobata; sub.* — *subperlobata; tr-s* — *triangularis; v.* — *velifer; Pa. min. minuta* — зональный вид (красный цвет)

Источник: виды брахиопод, выделенные голубым цветом — по Абрамовой (1999)

Fig. 7. Distribution of conodonts, ammonoids, brachiopods, algae, foraminifera, and fishes in the Makarovian and Murzakaevian regional substages of the Ryauzyak section

1 — limestone; ***2*** — polymictic bioclastic limestone; ***3*** — stratigraphic hiatus; ***4*** — fossil remains in the sample: *a* — absent, *b* — present, *c* — dominate; ***5–7*** — fossil remains: *d* — brachiopods, *e* — crinoids, *f* — rugosa, *g* — fishes, *h* — ammonoids, *i* — foraminifera. Abbreviations: *An.* — *Ancyrolepis; I.* — *Icriodus; Pa.* — *Palmatolepis; Pel.* — *Pelekysgnathus; Po.* — *Polygnathus; Polylo.* — *Polylophodonta; Polyno.* — *Polynodosus; Vjalo.* — *Vjaloviodus; a.* — *alternatus; d.* — *delicatula; gl.* — *glabra; i.* — *iowaensis; marg.* — *marginifera; min.* — *minuta; n.* — *nodocostatus; q.* — *quadratinodosalobata; p.* — *perlobata; sub.* — *subperlobata; tr-s* — *triangularis; v.* — *velifer; Pa. min. minuta* — zonal species (in red)

Source: brachiopod species indicated in blue are from Abramova (1999)

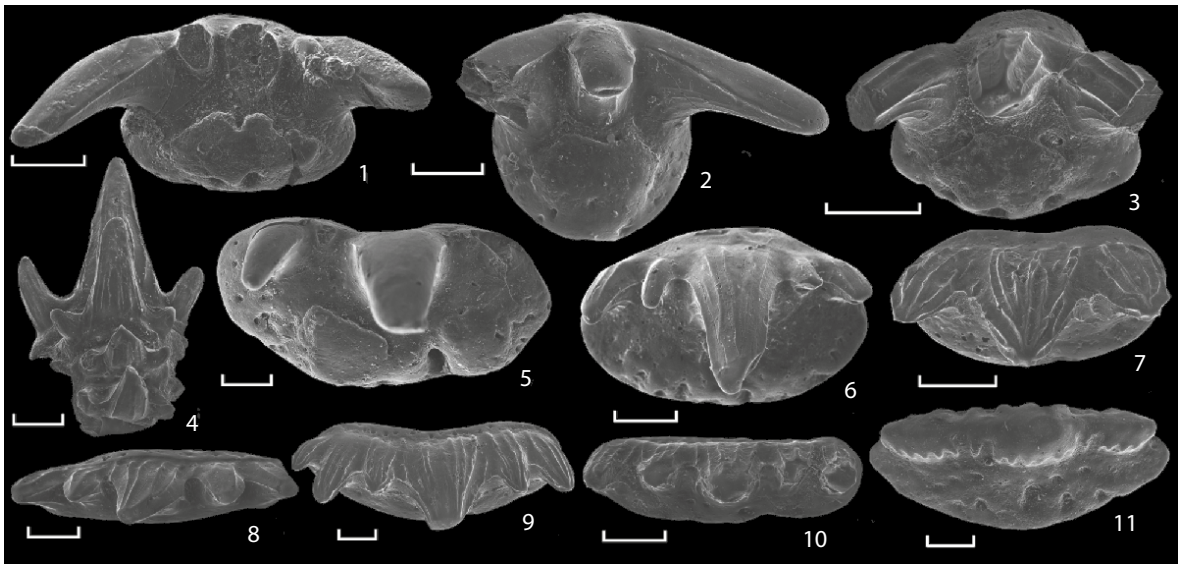


Рис. 8. Характерные виды рыб макаровского горизонта фаменского яруса разреза Ряузяк. Масштабная линейка — 200 мкм

1 — *Phoebodus typicus* Ginter et Ivanov, 1995, обр. T12-143; ***2*** — *Phoebodus turnerae* Ginter et Ivanov, 1992, обр. T12-141; ***3*** — *Phoebodus rayi* Ginter et Turner, 1999, обр. T12-143; ***4*** — *Stethacanthus* sp., обр. T12-152; ***5*** — *Squatinactis* sp., обр. T12-140; ***6*** — *Cladodoides* cf. *wildungensis* (Jaekel, 1921), обр. T12-154; ***7*** — *Protacrodus aequalis* Ivanov, 1996, обр. T12-141; ***8*** — *Protacrodus serra* Ginter, Hairapetian et Klug, 2002, обр. T12-141; ***9*** — *Protacrodus* sp., обр. T12-146; ***10*** — *Dalmehodus* sp., обр. T12-143; ***11*** — *Deihim* sp., обр. T12-141

Fig. 8. Characteristic fish species from the Famennian Makarovian Regional Substage in the Ryauzyak section. Scale bar is 200 μm for all the images

1 — *Phoebodus typicus* Ginter et Ivanov, 1995, sample T12-143; ***2*** — *Phoebodus turnerae* Ginter et Ivanov, 1992, sample T12-141; ***3*** — *Phoebodus rayi* Ginter et Turner, 1999, sample T12-143; ***4*** — *Stethacanthus* sp., sample T12-152; ***5*** — *Squatinactis* sp., sample T12-140; ***6*** — *Cladodoides* cf. *wildungensis* (Jaekel, 1921), sample T12-154; ***7*** — *Protacrodus aequalis* Ivanov, 1996, sample T12-141; ***8*** — *Protacrodus serra* Ginter, Hairapetian et Klug, 2002, sample T12-141; ***9*** — *Protacrodus* sp., sample T12-146; ***10*** — *Dalmehodus* sp., sample T12-143; ***11*** — *Deihim* sp., sample T12-141

Нижняя граница зоны ***Palmatolepis rhomboidea*** определена в обоих изученных разрезах по появлению зонального вида *Palmatolepis rhomboidea* Sannemann (рис. 11, фиг. 1–4). В разрезе Кук-Караук она совпадает с основанием слоя 4, в разрезе Ряузяк зафиксирована в 3,55 м выше подошвы слоя 6 (рис. 4, 7). Комплекс конодонтов выделенной зоны таксономически разнообразен и включает 18 видов и подвидов родов *Icriodus*, *Palmatolepis*, *Polygnathus*, *Polynodosus* и *Polylophodonta*. Наряду с конодонтами, проходящими из зоны *Palmatolepis glabra pectinata*, в комплексах впервые встречены таксоны *Polygnathus semicostatus* Branson et Mehl, *Polynodosus ovatus* (Helms) и многочисленные *Icriodus* aff. *chojnicensis* Matyja (рис. 11). Мощность зоны составляет 0,10 м в разрезе Кук-Караук и 0,45 м в разрезе Ряузяк.

Зона ***Palmatolepis marginifera marginifera*** отвечает верхней части макаровского горизонта (Абрамова, 1999; Анцыгин и др., 1993; Барышев и др., 1996; Жамойда, 2008). Первая находка вида-индекса *Palmatolepis marginifera marginifera* Helms в разрезе Кук-Караук отмечается в основании слоя 3, в разрезе Ряузяк — в подошве слоя 6 (рис. 4, 7). Наряду с зональным видом в комплексах конодонтов впервые встречены характерные для данной зоны таксоны *Palmatolepis distorta* Branson et Mehl, *Palmatolepis inflexoidea* Ziegler, *Palmatolepis perlobata sigmoidea* Ziegler, *Palmatolepis granulosa* Dreesen, *Palmatolepis quadrantinodosa* Branson et Mehl и *Palmatolepis stoppeli* Sandberg et Ziegler (рис. 11). Мощность зоны составляет 0,70 м в разрезе Кук-Караук и 0,10 м в разрезе Ряузяк.

Зона ***Palmatolepis marginifera utahensis*** выделена в основании мурзакаевского горизонта (Абрамова, 1999; Анцыгин и др., 1993; Барышев и др., 1996; Жамойда, 2008). Подошва зоны в обоих изученных разрезах зафиксирована по появлению в комплексах конодонтов вида-индекса *Palmatolepis marginifera utahensis* Ziegler et Sandberg (рис. 12, фиг. 1, 2). В разрезе Кук-Караук она совпадает с основанием слоя 5, в разрезе Ряузяк — с основанием слоя 7 (рис. 4, 7). Наряду с видом-индексом зоны в ассоциации конодонтов впервые встречены *Palmatolepis rugosa* cf. *ampla* Müller, *Polygnathus lagowiensis* Helms et Wolska, *Polygnathus glaber medius* Helms et Wolska и *Polygnathus perplexus* Thomas (рис. 12).

С основания слоя 7 в разрезе Кук-Караук и с основания слоя 8 в разрезе Ряузяк наблюдается заметное увеличение таксономического разнообразия комплексов конодонтов (рис. 4, 7). В ассоциациях впервые встречены *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson et Mehl, *Palmatolepis minuta schlezia* Helms, *Palmatolepis glaber bilobatus* Ziegler, *Polygnathus corpulentus* Gagiev et Kononova и *Polygnathus* sp. (конодонты с патологией Decompositio (Weddige, 1990)) (рис. 12).

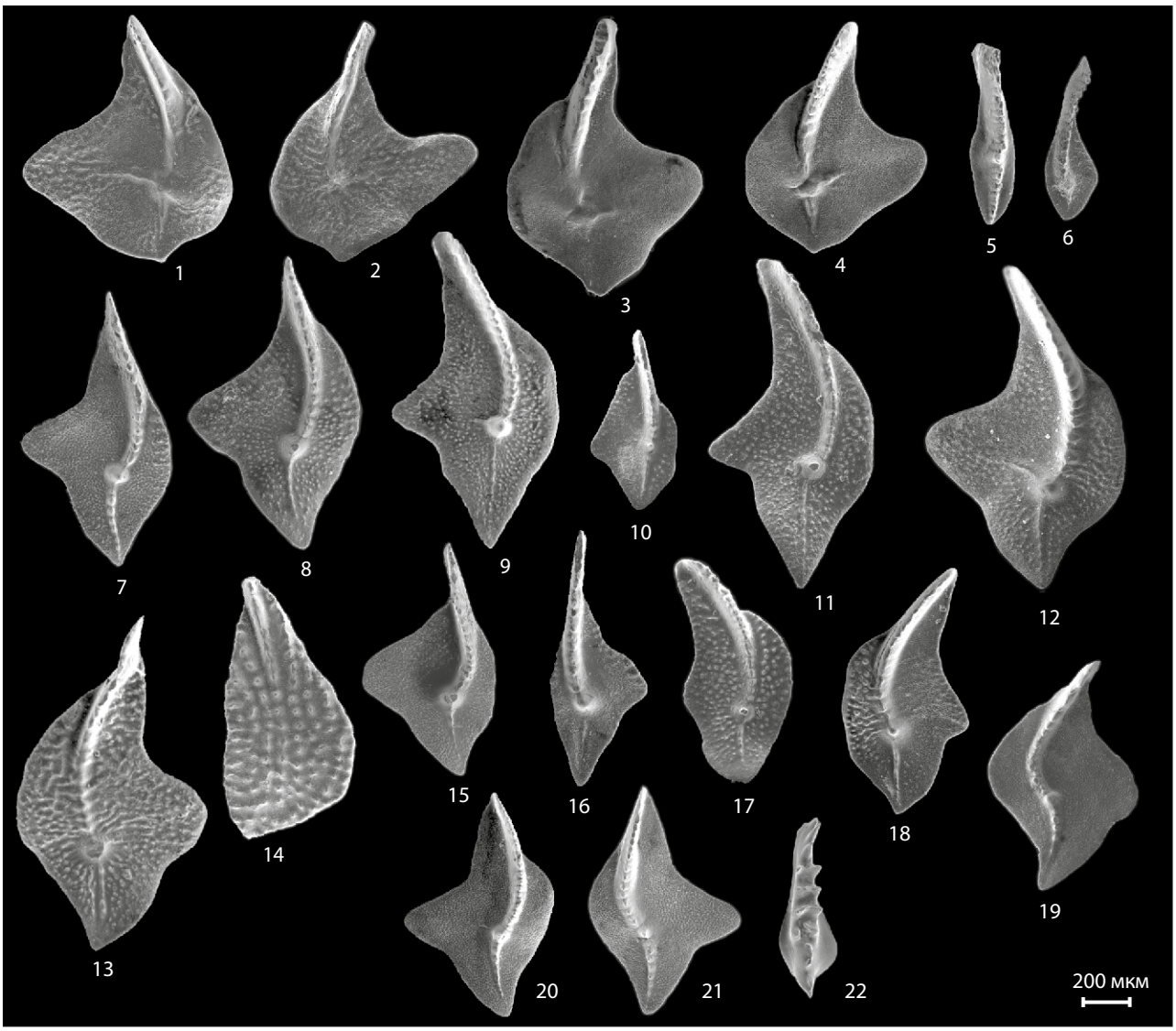


Рис. 9. Зональные и характерные виды и подвиды конодонтов зон *Palmatolepis minuta minuta* и *Palmatolepis crepida* фаменского яруса разрезов Кук-Караук и Ряузяк, макаровский горизонт. Для всех фигур вид с оральной стороны

1, 2 — *Palmatolepis abramovae* Tagarieva, 2024: *1* — разрез Ряузяк, обр. T12-123, *2* — разрез Кук-Караук, обр. T12-20; ***3, 4*** — *Palmatolepis barskovi* Tagarieva et Artyushkova, 2020: *3* — разрез Ряузяк, обр. T12-126, *4* — разрез Кук-Караук, обр. T12-20; ***5, 6*** — *Palmatolepis minuta minuta* Branson et Mehl, 1934: *5* — разрез Ряузяк, обр. T12-123, *6* — разрез Кук-Караук, обр. T12-20; ***7–9, 11*** — *Palmatolepis triangularis* Sannemann, 1955: *7* — разрез Кук-Караук, обр. T12-20, *8* — разрез Ряузяк, обр. T12-123, *9* — разрез Кук-Караук, обр. T12-20, *11* — разрез Ряузяк, обр. T12-125; ***10*** — *Palmatolepis clarki gablei* Schülke, 1995, разрез Кук-Караук, обр. T12-20; ***12, 13*** — *Palmatolepis sandbergi* Ji et Ziegler, 1993: *12* — разрез Ряузяк, обр. T12-125, *13* — разрез Кук-Караук, обр. T12-20; ***14*** — *Polynodosus* sp., 1934, разрез Ряузяк, обр. T12-126; ***15*** — *Palmatolepis arcuata* Schülke, 1995, разрез Ряузяк, обр. T12-125; ***16*** — *Palmatolepis minuta loba* Helms, 1963, разрез Ряузяк, обр. T12-127; ***17, 18*** — *Palmatolepis crepida* Sannemann, 1955: *17* — разрез Кук-Караук, обр. K-I-H, *18* — разрез Ряузяк, обр. T12-127; ***19*** — *Palmatolepis regularis* Cooper, 1931, разрез Ряузяк, обр. T12-127; ***20, 21*** — *Palmatolepis subperlobata tatarica* Ovnatanova et Gatovsky, 2020, разрез Ряузяк, обр. T12-127; ***22*** — *Icriodus* aff. *pectinatus* Dreesen et Houlleberghs, 1980, разрез Ряузяк, обр. T12-127

Fig. 9. Zonal and characteristic conodont species and subspecies of the Famennian *Palmatolepis minuta minuta* and *Palmatolepis crepida* zones of the Kuk-Karauk and Ryauzyak sections, Makarovian Regional Substage. All the images are in oral view

1, 2 — *Palmatolepis abramovae* Tagarieva, 2024: *1* — Ryauzyak section, sample T12-123, *2* — Kuk-Karauk section, sample T12-20; ***3, 4*** — *Palmatolepis barskovi* Tagarieva et Artyushkova, 2020: *3* — Ryauzyak section, sample T12-126, *4* — Kuk-Karauk section, sample T12-20; ***5, 6*** — *Palmatolepis minuta minuta* Branson et Mehl, 1934: *5* — Ryauzyak section, sample T12-123, *6* — Kuk-Karauk section, sample T12-20; ***7–9, 11*** — *Palmatolepis triangularis* Sannemann, 1955: *7* — Kuk-Karauk section, sample T12-20, *8* — Ryauzyak section, sample T12-123, *9* — Kuk-Karauk section, sample T12-20, *11* — Ryauzyak section, sample T12-125; ***10*** — *Palmatolepis clarki gablei* Schülke, 1995, Kuk-Karauk section, sample T12-20; ***12, 13*** — *Palmatolepis sandbergi* Ji et Ziegler, 1993: *12* — Ryauzyak section, sample T12-125, *13* — Kuk-Karauk section, sample T12-20; ***14*** — *Polynodosus* sp., 1934, Ryauzyak section, sample T12-126; ***15*** — *Palmatolepis arcuata* Schülke, 1995, Ryauzyak section, sample T12-125; ***16*** — *Palmatolepis minuta loba* Helms, 1963, Ryauzyak section, sample T12-127; ***17, 18*** — *Palmatolepis crepida* Sannemann, 1955: *17* — Kuk-Karauk section, sample K-I-H, *18* — Ryauzyak section, sample T12-127; ***19*** — *Palmatolepis regularis* Cooper, 1931, Ryauzyak section, sample T12-127; ***20, 21*** — *Palmatolepis subperlobata tatarica* Ovnatanova et Gatovsky, 2020, Ryauzyak section, sample T12-127; ***22*** — *Icriodus* aff. *pectinatus* Dreesen et Houlleberghs, 1980, Ryauzyak section, sample T12-127

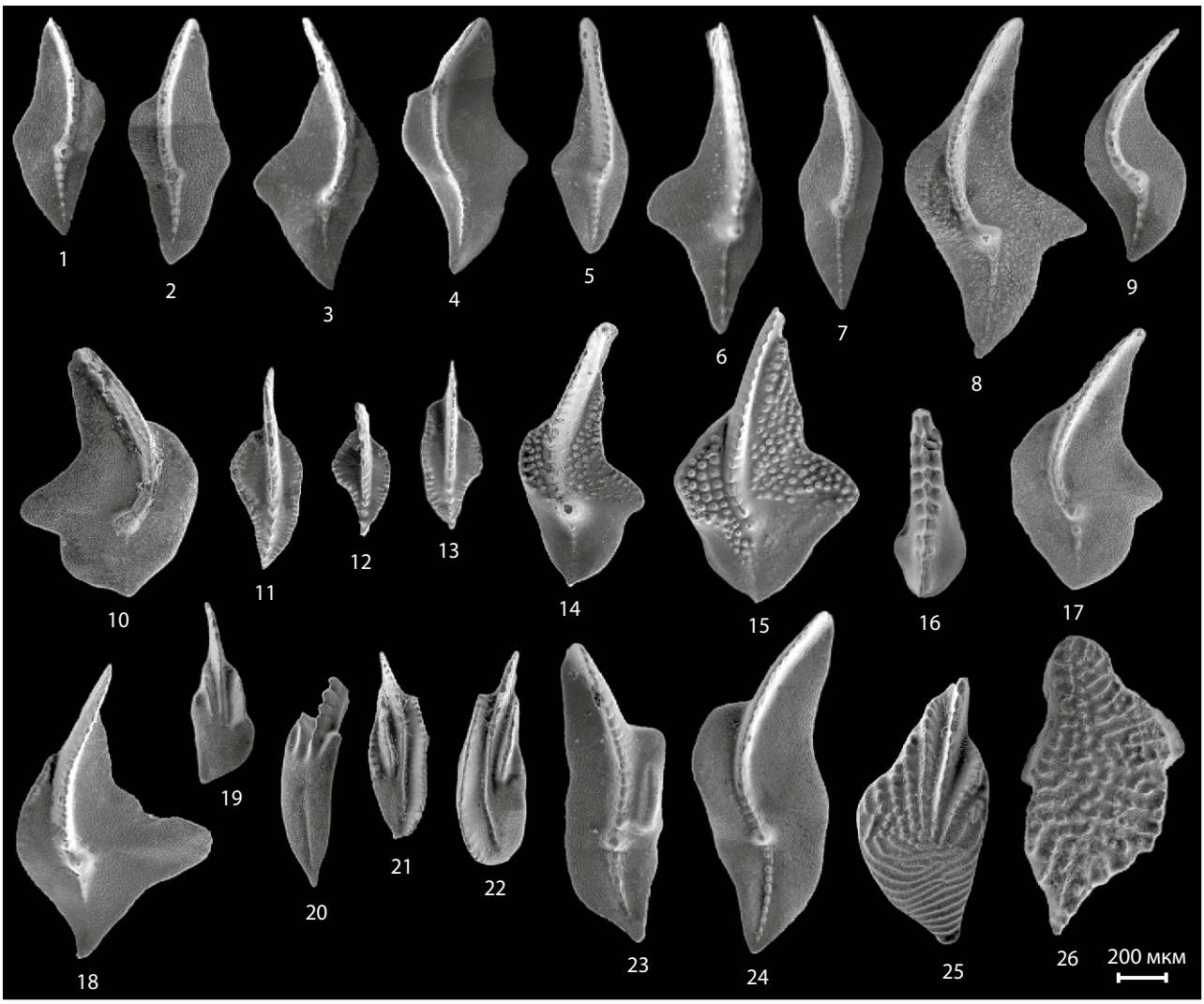


Рис. 10. Зональные и характерные виды и подвиды конодонтов зон *Palmatolepis glabra prima* и *Palmatolepis glabra pectinata* фаменского яруса разреза Ряузяк, макаровский горизонт. Для всех фигур вид с оральной стороны

1, 2 — *Palmatolepis glabra prima* Ziegler et Huddle, 1969, обр. T12-130, T12-132; ***3*** — *Palmatolepis adamantea* Metzger, 1994, обр. T12-128; ***4*** — *Palmatolepis tenuipunctata* Sannemann, 1955, обр. T12-131; ***5*** — *Palmatolepis minuta minuta* Branson et Mehl, 1934, обр. T12-132; ***6*** — *Palmatolepis minuta loba* Helms, 1963, обр. T12-128; ***7*** — *Palmatolepis minuta subtilis* Khalimbadzha et Tschernyscheva, 1978, обр. T12-128; ***8*** — *Palmatolepis perlobata schindewolfi* Müller, 1956, обр. T12-128; ***9*** — *Palmatolepis regularis* Cooper, 1931, обр. T12-131; ***10*** — *Palmatolepis circularis* Szulczewski, 1971, обр. T12-128; ***11–13*** — *Polygnathus fossularis* Khalimbadga et Mingaleev, 1994, обр. T12-128, T12-130, T12-129; ***14*** — *Palmatolepis poolei* Sandberg et Ziegler, 1973, обр. T12-134; ***15*** — *Palmatolepis q. quadrantinodosalobata* Sannemann, 1955, обр. T12-146; ***16*** — *Icriodus olivierii* Corradini, 1998, обр. T13-18; ***17*** — *Palmatolepis wolskae* Ovnatanova, 1969, обр. T12-129; ***18*** — *Palmatolepis lobicornis* Schulke, 1995, обр. T12-128; ***19*** — *Polygnathus talenti* Tagarieva, 2026, обр. T12-132; ***20*** — *Polygnathus schinkaryovi* Gatovsky, 2010, обр. T12-142; ***21*** — *Polygnathus devexus* Melnikova et Kuzmin, 1994, обр. T12-145; ***22*** — *Polygnathus bertchogurensis* Gatovsky, 2010, обр. T12-142; ***23*** — *Palmatolepis glabra pectinata* Ziegler, 1962, обр. T13-18; ***24*** — *Palmatolepis klapperi* Sandberg et Ziegler, 1973, обр. T12-133; ***25*** — *Polylophodonta linguiformis* Branson et Mehl, 1934, обр. T12-145; ***26*** — *Vjaloviodus targus* Gagiev, 1984, обр. T12-141

Fig. 10. Zonal and characteristic conodont species and subspecies of the Famennian *Palmatolepis glabra prima* and *Palmatolepis glabra pectinata* zones of the Ryauzyak section, Makarovian Regional Substage. All the images are in oral view

1, 2 — *Palmatolepis glabra prima* Ziegler et Huddle, 1969, samples T12-130, T12-132; ***3*** — *Palmatolepis adamantea* Metzger, 1994, sample T12-128; ***4*** — *Palmatolepis tenuipunctata* Sannemann, 1955, sample T12-131; ***5*** — *Palmatolepis minuta minuta* Branson et Mehl, 1934, sample T12-132; ***6*** — *Palmatolepis minuta loba* Helms, 1963, sample T12-128; ***7*** — *Palmatolepis minuta subtilis* Khalimbadzha et Tschernyscheva, 1978, sample T12-128; ***8*** — *Palmatolepis perlobata schindewolfi* Müller, 1956, sample T12-128; ***9*** — *Palmatolepis regularis* Cooper, 1931, sample T12-131; ***10*** — *Palmatolepis circularis* Szulczewski, 1971, sample T12-128; ***11–13*** — *Polygnathus fossularis* Khalimbadga et Mingaleev, 1994, samples T12-128, T12-130, T12-129; ***14*** — *Palmatolepis poolei* Sandberg et Ziegler, 1973, sample T12-134; ***15*** — *Palmatolepis q. quadrantinodosalobata* Sannemann, 1955, sample T12-146; ***16*** — *Icriodus olivierii* Corradini, 1998, sample T13-18; ***17*** — *Palmatolepis wolskae* Ovnatanova, 1969, sample T12-129; ***18*** — *Palmatolepis lobicornis* Schulke, 1995, sample T12-128; ***19*** — *Polygnathus talenti* Tagarieva, 2026, sample T12-132; ***20*** — *Polygnathus schinkaryovi* Gatovsky, 2010, sample T12-142; ***21*** — *Polygnathus devexus* Melnikova et Kuzmin, 1994, sample T12-145; ***22*** — *Polygnathus bertchogurensis* Gatovsky, 2010, sample T12-142; ***23*** — *Palmatolepis glabra pectinata* Ziegler, 1962, sample T13-18; ***24*** — *Palmatolepis klapperi* Sandberg et Ziegler, 1973, sample T12-133; ***25*** — *Polylophodonta linguiformis* Branson et Mehl, 1934, sample T12-145; ***26*** — *Vjaloviodus targus* Gagiev, 1984, sample T12-141

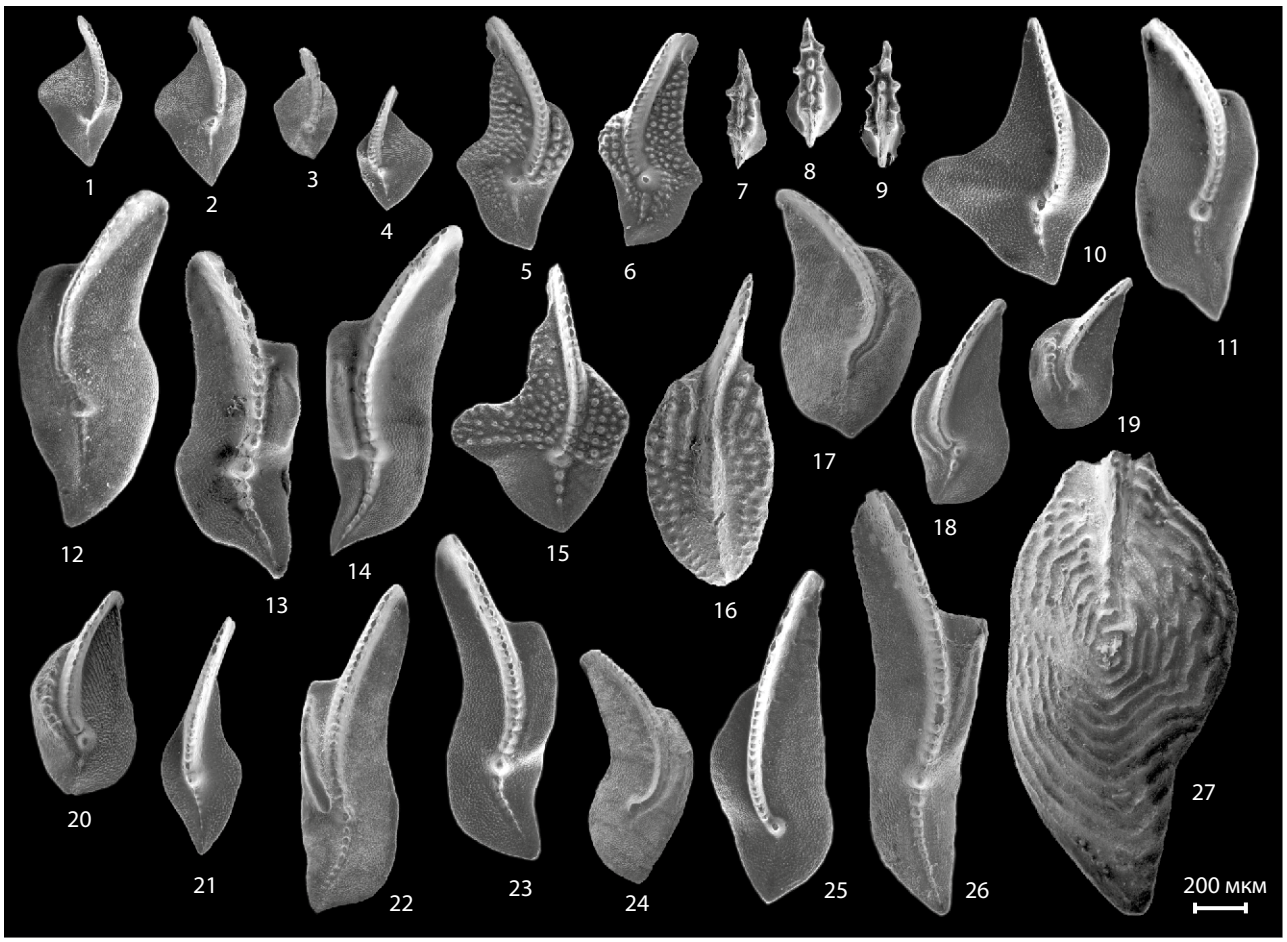


Рис. 11. Зональные и характерные виды и подвиды конодонтов зон *Palmatolepis rhomboidea* и *Palmatolepis marginifera marginifera* фаменского яруса разрезов Кук-Караук и Ряузяк, макаровский горизонт. Для всех фигур вид с оральной стороны

1–4 — *Palmatolepis rhomboidea* Sannemann, 1955: *1, 2, 4* — разрез Ряузяк, обр. T23-13, *3* — разрез Кук-Караук, обр. K-I-I; ***5, 6*** — *Palmatolepis poolei* Sandberg et Ziegler, 1973: *5* — разрез Ряузяк, обр. T23-12, *6* — разрез Кук-Караук, обр. K-I-I; ***7–9*** — *Icriodus* aff. *chojnicensis* Matyja, 1972, разрез Ряузяк, обр. T23-11; ***10*** — *Palmatolepis subperlobata tatarica* Ovnatanova et Gatovsky, 2020 (=*Palmatolepis subperlobata helmsi* Ovnatanova, 1976), разрез Ряузяк, обр. T23-11; ***11, 12*** — *Palmatolepis klapperi* Sandberg et Ziegler, 1973: *11* — разрез Кук-Караук, обр. K-I-I, *12* — разрез Ряузяк, обр. T23-12; ***13, 14*** — *Palmatolepis glabra pectinata* Ziegler, 1962: *13* — разрез Ряузяк, обр. T13-22, *14* — разрез Кук-Караук, обр. K-I-I; ***15*** — *Palmatolepis quadrantinodosalobata quadrantinodosalobata* Sannemann, 1955, разрез Кук-Караук, обр. K-I-I; ***16*** — *Polynodosus ovatus* (Helms, 1961), разрез Ряузяк, обр. T13-22; ***17*** — *Palmatolepis stoppeli* Sandberg et Ziegler, 1973, разрез Ряузяк, обр. T23-14; ***18*** — *Palmatolepis marginifera marginifera* Helms, 1959, разрез Кук-Караук, обр. T12-22; ***19, 20*** — *Palmatolepis* aff. *granulosa* Dreesen, 1977: *19* — разрез Кук-Караук, обр. T12-22, *20* — разрез Ряузяк, обр. T23-14; ***21*** — *Palmatolepis minuta minuta* Branson et Mehl, 1934, разрез Кук-Караук, обр. T12-23; ***22, 23*** — *Palmatolepis glabra glabra* Ulrich et Bassler, 1962: *22* — разрез Кук-Караук, обр. T12-23, *23* — разрез Ряузяк, обр. T23-14; ***24*** — *Palmatolepis inflexa* Müller, 1956, разрез Кук-Караук, обр. T12-22; ***25*** — *Palmatolepis inflexoidea* Ziegler, 1962, разрез Ряузяк, обр. T23-14; ***26*** — *Palmatolepis glabra acuta* Helms, 1963, разрез Кук-Караук, обр. T12-22; ***27*** — *Polylophodonta gyratilineata* Holmes, 1928, разрез Кук-Караук, обр. T12-22

Fig. 11. Zonal and characteristic conodont species and subspecies of the *Famennian Palmatolepis rhomboidea* and *Palmatolepis marginifera marginifera* zones of the Kuk-Karauk and Ryauzyak sections, Makarovian Regional Substage. All the images are in oral view

1–4 — *Palmatolepis rhomboidea* Sannemann, 1955: *1, 2, 4* — Ryauzyak section, sample T23-13, *3* — Kuk-Karauk section, sample K-I-I; ***5, 6*** — *Palmatolepis poolei* Sandberg et Ziegler, 1973: *5* — Ryauzyak section, sample T23-12, *6* — Kuk-Karauk section, sample K-I-I; ***7–9*** — *Icriodus* aff. *chojnicensis* Matyja, 1972, Ryauzyak section, sample T23-11; ***10*** — *Palmatolepis subperlobata tatarica* Ovnatanova et Gatovsky, 2020 (=*Palmatolepis subperlobata helmsi* Ovnatanova, 1976), Ryauzyak section, sample T23-11; ***11, 12*** — *Palmatolepis klapperi* Sandberg et Ziegler, 1973: *11* — Kuk-Karauk section, sample K-I-I, *12* — Ryauzyak section, sample T23-12; ***13, 14*** — *Palmatolepis glabra pectinata* Ziegler, 1962: *13* — Ryauzyak section, sample T13-22, *14* — Kuk-Karauk section, sample K-I-I; ***15*** — *Palmatolepis quadrantinodosalobata quadrantinodosalobata* Sannemann, 1955, Kuk-Karauk section, sample K-I-I; ***16*** — *Polynodosus ovatus* (Helms, 1961), Ryauzyak section, sample T13-22; ***17*** — *Palmatolepis stoppeli* Sandberg et Ziegler, 1973, Ryauzyak section, sample T23-14; ***18*** — *Palmatolepis marginifera marginifera* Helms, 1959, Kuk-Karauk section, sample T12-22; ***19, 20*** — *Palmatolepis* aff. *granulosa* Dreesen, 1977: *19* — Kuk-Karauk section, sample T12-22, *20* — Ryauzyak section, sample T23-14; ***21*** — *Palmatolepis minuta minuta* Branson et Mehl, 1934, Kuk-Karauk section, sample T12-23; ***22, 23*** — *Palmatolepis glabra glabra* Ulrich et Bassler, 1962: *22* — Kuk-Karauk section, sample T12-23; *23* — Ryauzyak section, sample T23-14; ***24*** — *Palmatolepis inflexa* Müller, 1956, Kuk-Karauk section, sample T12-22; ***25*** — *Palmatolepis inflexoidea* Ziegler, 1962, Ryauzyak section, sample T23-14; ***26*** — *Palmatolepis glabra acuta* Helms, 1963, Kuk-Karauk section, sample T12-22; ***27*** — *Polylophodonta gyratilineata* Holmes, 1928, Kuk-Karauk section, sample T12-22

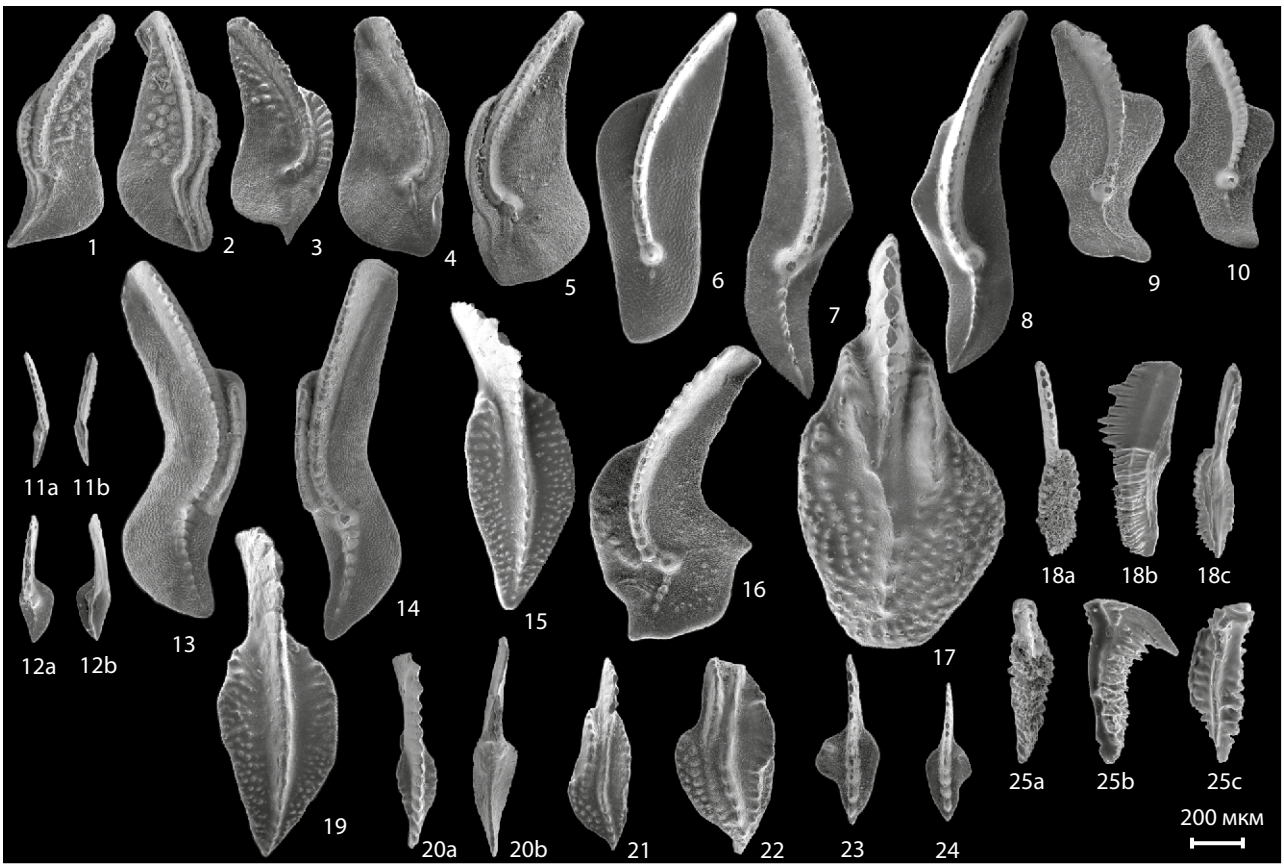


Рис. 12. Зональные и характерные виды и подвиды конодонтов зоны *Palmatolepis marginifera utahensis* фаменского яруса разрезов Кук-Караук и Ряузяк, мурзакаевский горизонт

1, 2 — *Palmatolepis marginifera utahensis* Ziegler et Sandberg, 1984: *1* — разрез Кук-Караук, обр. T12-26, вид с оральной стороны, *2* — разрез Ряузяк, обр. T13-26, вид с оральной стороны; ***3*** — *Palmatolepis granulosa* Dreesen, 1977, разрез Кук-Караук, обр. T12-27, вид с оральной стороны; ***4, 5*** — *Palmatolepis marginifera marginifera* Helms, 1959: *4* — разрез Кук-Караук, обр. T12-27, вид с оральной стороны, *5* — разрез Ряузяк, обр. T13-26, вид с оральной стороны; ***6*** — *Palmatolepis inflexoidea* Ziegler, 1962, разрез Кук-Караук, обр. T12-26, вид с оральной стороны; ***7, 8*** — *Palmatolepis glabra lepta* Ziegler et Huddle, 1969: *7* — разрез Кук-Караук, обр. T12-27, вид с оральной стороны, *8* — разрез Ряузяк, обр. T13-34, вид с оральной стороны; ***9, 10*** — *Palmatolepis perlobata sigmoidea* Ziegler, 1962: *9* — разрез Кук-Караук, обр. T12-26, вид с оральной стороны, *10* — разрез Ряузяк, обр. T13-35, вид с оральной стороны; ***11*** — *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson et Mehl, 1934, разрез Ряузяк, обр. T13-33: *a* — вид с оральной стороны, *b* — вид с аборальной стороны; ***12*** — *Palmatolepis minuta minuta* Branson et Mehl, 1934, разрез Ряузяк, обр. T13-33: *a* — вид с оральной стороны, *b* — вид с аборальной стороны; ***13, 14*** — *Palmatolepis distorta* Branson et Mehl, 1934: *13* — разрез Ряузяк, обр. T13-34, вид с оральной стороны, *14* — разрез Кук-Караук, обр. T12-29, вид с оральной стороны; ***15, 19*** — *Polygnathus fallax* Helms et Wolska, 1967: *15* — разрез Ряузяк, обр. T13-34, вид с оральной стороны, *19* — разрез Кук-Караук, обр. T12-29, вид с оральной стороны; ***16*** — *Palmatolepis rugosa* cf. *ampla* Müller, 1956, разрез Ряузяк, обр. T13-32, вид с оральной стороны; ***17*** — *Polygnathus corpulentus* Gagiev et Kononova, 1987, разрез Ряузяк, обр. T13-33, вид с оральной стороны; ***18, 25*** — *Polygnathus* sp., конодонты с патологией Decompositio: *18* — P_1-элемент, *25* — P_2-элемент, разрез Ряузяк, обр. T13-34: *a* — вид с оральной стороны, *b* — вид с аборальной стороны, *c* — вид с каудальной стороны; ***20*** — *Polygnathus* sp. *2*, разрез Ряузяк, обр. T13-34: *a* — вид с оральной стороны, *b* — вид с аборальной стороны; ***21, 22*** — *Polygnathus perplexus* Thomas, 1949: *21* — разрез Кук-Караук, обр. T12-29, вид с оральной стороны, *22* — разрез Ряузяк, обр. T13-33, вид с оральной стороны; ***23, 24*** — *Polygnathus glaber bilobatus* Ziegler, 1962, разрез Ряузяк, обр. T13-33, вид с оральной стороны

Fig. 12. Zonal and characteristic conodont species and subspecies of the Famennian *Palmatolepis marginifera utahensis* zone of the Kuk-Karauk and Ryauzyak sections, Murzakaevian Regional Substage

1, 2 — *Palmatolepis marginifera utahensis* Ziegler et Sandberg, 1984: *1* — Kuk-Karauk section, sample T12-26, oral view, *2* — Ryauzyak section, sample T13-26, oral view; ***3*** — *Palmatolepis granulosa* Dreesen, 1977, Kuk-Karauk section, sample T12-27, oral view; ***4, 5*** — *Palmatolepis marginifera marginifera* Helms, 1959: *4* — Kuk-Karauk section, sample T12-27, oral view, *5* — Ryauzyak section, sample T13-26, oral view; ***6*** — *Palmatolepis inflexoidea* Ziegler, 1962, Kuk-Karauk section, sample T12-26, oral view; ***7, 8*** — *Palmatolepis glabra lepta* Ziegler et Huddle, 1969: *7* — Kuk-Karauk section, sample T12-27, oral view, *8* — Ryauzyak section, sample T13-34, oral view; ***9, 10*** — *Palmatolepis perlobata sigmoidea* Ziegler, 1962: *9* — Kuk-Karauk section, sample T12-26, oral view, *10* — Ryauzyak section, sample T13-35, oral view; ***11*** — *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson et Mehl, 1934, Ryauzyak section, sample T13-33: *a* — oral view, *b* — aboral view; ***12*** — *Palmatolepis minuta minuta* Branson et Mehl, 1934, Ryauzyak section, sample T13-33: *a* — oral view, *b* — aboral view; ***13, 14*** — *Palmatolepis distorta* Branson et Mehl, 1934: *13* — Ryauzyak section, sample T13-34, oral view, *14* — Kuk-Karauk section, sample T12-29, oral view; ***15, 19*** — *Polygnathus fallax* Helms et Wolska, 1967: *15* — Ryauzyak section, sample T13-34, oral view, *19* — Kuk-Karauk section, sample T12-29, oral view; ***16*** — *Palmatolepis rugosa* cf. *ampla* Müller, 1956, Ryauzyak section, sample T13-32, oral view; ***17*** — *Polygnathus corpulentus* Gagiev et Kononova, 1987, Ryauzyak section, sample T13-33, oral view; ***18, 25*** — *Polygnathus* sp., conodonts with Decompositio pathology: *18* — P_1-element, *25* — P_2-element, Ryauzyak section, sample T13-34: *a* — oral view, *b* — aboral view, *c* — caudal view; ***20*** — *Polygnathus* sp. *2*, Ryauzyak section, sample T13-34, *a* — oral view, *b* — aboral view; ***21, 22*** — *Polygnathus perplexus* Thomas, 1949: *21* — Kuk-Karauk section, sample T12-29, oral view, *22* — Ryauzyak section, sample T13-33, oral view; ***23, 24*** — *Polygnathus glaber bilobatus* Ziegler, 1962, Ryauzyak section, sample T13-33, oral view

ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время в стратиграфической последовательности отложений макаровского горизонта разрезов Кук-Караук и Ряузяк установлены шесть комплексов конодонтов, характеризующих зоны *Palmatolepis minuta minuta*, *Palmatolepis crepida*, *Palmatolepis glabra prima*, *Palmatolepis glabra pectinata*, *Palmatolepis rhomboidea* и *Palmatolepis marginifera marginifera* (рис. 13).

Систематический состав изученных ассоциаций представлен 59 видами и подвидами родов *Ancyrognathus*, *Icriodus*, *Palmatolepis*, *Pelekysgnathus*, *Polygnathus*, *Polylophodonta, Polynodosus* и *Vjaloviodus* (рис. 4, 7). Комплексы конодонтов состоят главным образом из таксонов рода *Palmatolepis* (до 95 % ассоциации). В интервале зон *Palmatolepis minuta minuta* и *Palmatolepis crepida* количественно преобладают виды *Palmatolepis abramovae* Tagarieva, *Palmatolepis barskovi* Tagarieva et Artyushkova, *Palmatolepis subperlobata* Branson et Mehl и *Palmatolepis triangularis* Sannemann. Для зон *Palmatolepis glabra prima*, *Palmatolepis glabra pectinata* и *Palmatolepis rhomboidea* характерны таксоны *Palmatolepis adamantea* Metzger, *Palmatolepis glabra pectinata* Ziegler, *Palmatolepis lobicornis* Schulke, *Palmatolepis klapperi* Sandberg et Ziegler, *Palmatolepis minuta minuta* Branson et Mehl, *Palmatolepis quadrantinodosalobata quadrantinodosalobata* Sannemann и *Palmatolepis subperlobata tatarica* Ovnatanova et Gatovsky. Основная часть комплекса конодонтов в интервале зоны *Palmatolepis marginifera marginifera* представлена *Palmatolepis glabra glabra* Ulrich et Bassler, *Palmatolepis glabra pectinata* Ziegler и зональным видом (рис. 4, 7).

Брахиоподы в породах макаровского горизонта не отличаются таксономическим разнообразием; в основном преобладают ринхонеллиды, спирифериды и атириды (рис. 4, 7). В разрезе Кук-Караук брахиоподы встречены на трех уровнях. Первый — практически в основании стратона, на границе с барминским ракушняком. В интервале конодонтовых зон *Palmatolepis minuta minuta* и *Palmatolepis crepida* присутствуют редкие обломки раковин спириферид *Cyrtospirifer*? sp. Выше по разрезу, в верхней части макаровского горизонта, обнаружены ринхонеллиды *Zilimia* sp., "*Camarotoechia*" *intercalata* (Rozman) и атириды *Athyris* ex gr. *concentrica* Buch (рис. 4). Следующий комплекс, выделенный в интервале зоны *Palmatolepis marginifera utahensis* (основание мурзакаевского горизонта), таксономически более разнообразен и представлен ринхонеллидами *Dzieduszyckia* aff. *baschkirica* (Tschernyschew), *Parapugnax*? *tumidus* A. Mizens, *Plectorhynchella* sp. и спириферидами — высокоарейными формами семейства Cyrtospiriferidae. У некоторых экземпляров арея брюшной створки практически катаклинная; атириды отличаются небольшими размерами и определены как *Athyris* sp.

Макаровский горизонт изученных разрезов беден фораминиферами. Немногочисленные однокамерные *Suleimanovella suleimanovi* (Lipina) встречены только в разрезе Ряузяк, в интервале конодонтовой зоны *Palmatolepis rhomboidea*. Единичные *Neoarchaesphaera* sp., *Vicinesphaera* sp., *Eotuberitina reitlingerae* и *Radiosphaera* sp., а также фораминиферы зоны *Quasiendothyra (Eoendothyra) communis* в изученных разрезах выделены стратиграфически выше — в интервале конодонтовой зоны *Palmatolepis marginifera utahensis* мурзакаевского горизонта фаменского яруса (рис. 4, 7).

Комплекс рыб макаровского горизонта в стратотипической местности отличается от комплексов других горизонтов фамена высоким таксономическим разнообразием и содержит представителей нескольких классов и отрядов: хрящевые фебодонтиды *Phoebodus rayi* Ginter et Turner, *Phoebodus turnerae* Ginter et Ivanov, *Phoebodus typicus* Ginter et Ivanov, симморииды *Stethacanthus* sp., ктенакандиды *Cladodoides* cf. *wildungensis* (Jaekel), *Cladodoides* sp., скватинактиды *Squatinactis* sp., джалодонтиды *Jalodus australiensis* (Long), эвселяхии *Protacrodus aequalis* Ivanov, *Protacrodus serra* Ginter, Hairapetian et Klug, *Protacrodus vetustus* Jaekel, *Protacrodus* sp., *Dalmehodus* sp., *Deihim* sp.; плакодермы, лопастеперые и лучеперые — *Mimipiscis* sp. и *Moythomasia* sp. (Ivanov et al., 2024). Фебодонтидные зоны *Phoebodus typicus* и *Phoebodus gothicus* могут быть прослежены в макаровском горизонте (рис. 4, 7). Зона *Phoebodus typicus* отвечает интервалу конодонтовых зон *Palmatolepis subperlobata* — *Palmatolepis minuta minuta*, а зона *Phoebodus gothicus* — интервалу *Palmatolepis crepida* — *Palmatolepis marginifera utahensis* (Иванов, 2021).

Аммоноидеи в отложениях макаровского горизонта известны только в разрезе Ряузяк. В 1936 г. Б. П. Марковским (1936)[1] была собрана коллекция аммоноидей, включающая таксоны *Cheiloceras amblylobum* (Sandberger), *Cheiloceras circumflexum* (Sandberger), *Cheiloceras inversum* (Sobolew), *Dimeroceras mammiliferum* (Sandberger), *Falcitornoceras bilobatum* (Wedekind) и *Tornoceras kielcense* (Sobolew). Позднее А. Н. Абрамовой (1999) единичные находки "*Cheiloceras acutum*" (Sandberger) отмечены в интервале конодонтовой зоны *Palmatolepis glabra pectinata*. К сожалению, авторам данной статьи не удалось повторить сборы предшественников и переизучить находки А. Н. Абрамовой, что необходимо для корректного определения вида рода *Cheiloceras*. Немногочисленные аммоноидеи *Pernoceras kochi* (Wedekind) и *Pseudoclymenia* sp. удовлетворительной сохранности определены из вышележащих известняков мурзакаевского горизонта (слой 8) вместе с комплексами конодонтов зоны *Palmatolepis marginifera utahensis* и фораминифер зоны *Quasiendothyra (Eoendothyra) communis* (рис. 7).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Детализированная биостратиграфическая характеристика макаровского горизонта включает его обоснование по двум группам фауны: установлены шесть зон по конодонтам — *Palmatolepis minuta minuta*, *Palmatolepis crepida*, *Palmatolepis glabra prima,*

[1] Марковский Б. П. Материалы к изучению девонских отложений западного склона Южного Урала. Ч. II // Геолфонд ВСЕГЕИ, 1936. 43 с.

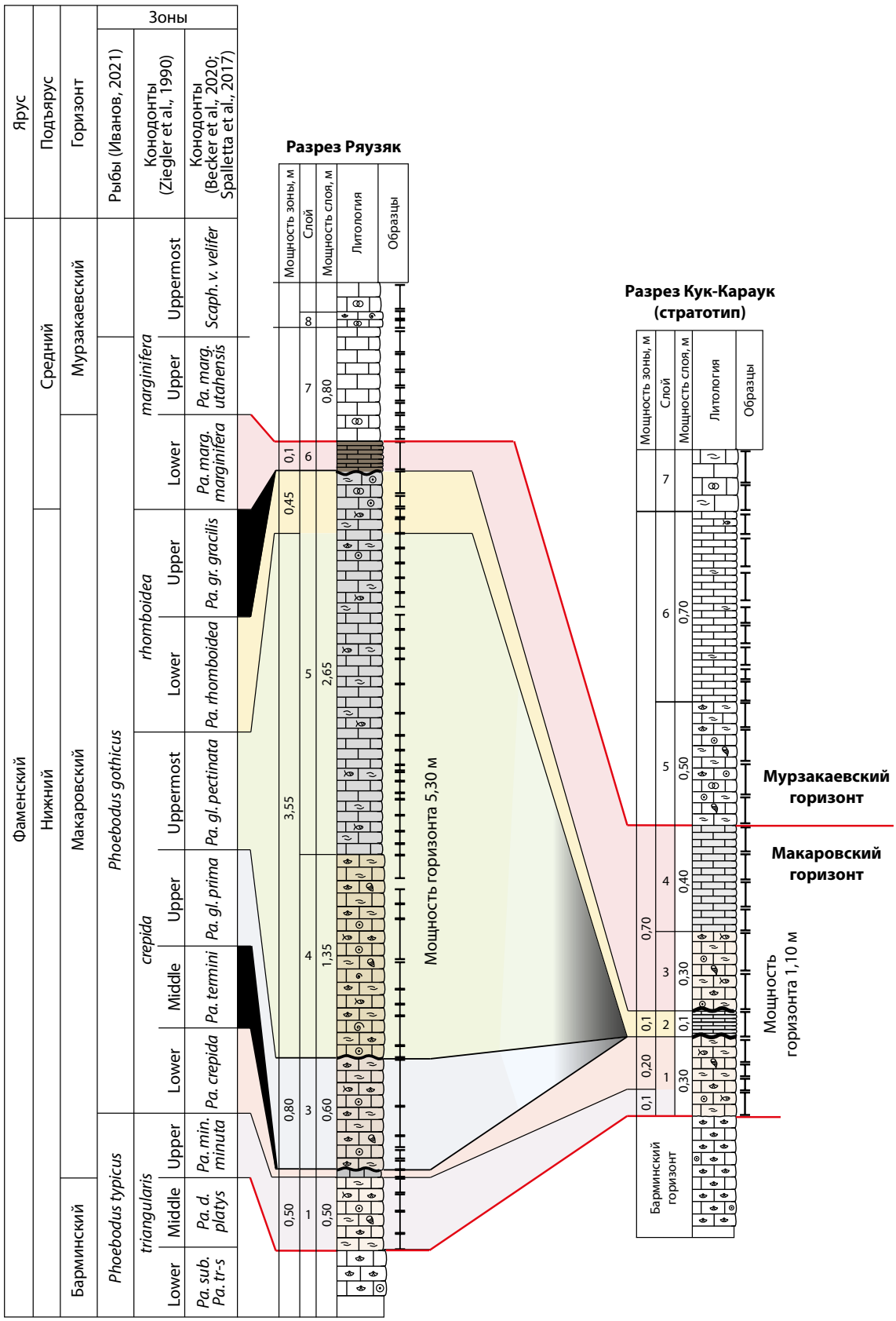


Рис. 13. Схема корреляции карбонатных отложений макаровского горизонта в стратотипической местности: разрезы Кук-Караук и Ряузяк

Условные обозначения см. на рис. 4

Fig. 13. Correlation scheme of the Makarovian Regional Substage carbonate deposits in the stratotype area: the Kuk-Karauk and Ryauzyak sections

Refer to the symbols in fig. 4

Palmatolepis glabra pectinata, *Palmatolepis rhomboidea*, *Palmatolepis marginifera marginifera* и две зоны по рыбам — *Phoebodus typicus* и *Phoebodus gothicus*. В разрезе Ряузяк впервые обосновано выделение интервалов конодонтовых зон *Palmatolepis glabra prima*, *Palmatolepis glabra pectinata* и *Palmatolepis rhomboidea* с первым появлением зональных видов. Учитывая, что стандартная последовательность в соответствии с действующей стратиграфической схемой Урала включает интервалы восьми конодонтовых зон, а виды-индексы зон *Palmatolepis termini* и *Palmatolepis gracilis gracilis* не встречены, возникает вопрос о полноте стратона в типовой местности. Для уточнения биостратиграфической характеристики макаровских отложений необходимо проведение дополнительных исследований, направленных на поиск и выделение гипостратотипов стратона с характеристикой конодонтовых зон, отсутствующих в типовых разрезах. Решение поставленной задачи необходимо для актуализации стратиграфической схемы Урала.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Абрамова А. Н. Франский ярус западного склона Южного Урала. Уфа : ИГ УНЦ РАН, 1999. 55 с.

Абушик А. Ф., Александрова Г. Н., Амон Э. О., Богданова Т. Н., Барабошкин Е. Ю., Борисенков К. В., Броушкин А. В., Бугрова Э. М., Бурындина Л. В., Вишневская В. С., Вукс В. Я., Гаврилова В. А., Гладенков А. Ю., Глезер З. И., Гогин И. Я., Голубев В. К., Гончарова И. А., Горева Н. В., Дмитриева Т. Н., ... Яковлева А. И. Зональная стратиграфия фанерозоя России. СПб. : ВСЕГЕИ, 2006. 255 с.

Артюшкова О. В., Маслов В. А., Пазухин В. Н., Кулагина Е. И., Тагариева Р. Ч., Мизенс Л. И., Мизенс А. Г. Типовые разрезы девона и нижнего карбона на западном склоне Южного Урала. Путеводитель полевой экскурсии перед междунар. конф. Уфа : ИГ УНЦ РАН, 2011. 91 с.

Барсков И. С., Воронцова Т. Н., Кононова Л. И., Кузьмин А. В. Определитель конодонтов девона и нижнего карбона. М. : Изд-во МГУ, 1991. 182 с.

Барсков И. С., Алексеев А. С., Кононова Л. И., Мигдисова А. В. Определитель конодонтов верхнего девона и карбона. М. : Изд-во МГУ, 1987. 141 с.

Барышев В. Н., Абрамова А. Н. Зональное расчленение верхнедевонских отложений западного склона Южного Урала по конодонтам // Ежегодник–1995. Информационные материалы. Уфа : ИГ УНЦ РАН, 1996. С. 26–30.

Домрачев С. М. Девон хребта Каратау и прилегающих районов Южного Урала // Тр. ВНИГРИ. Новая серия : Вып. 61. Девон Западного Приуралья. Л., М. : Гостоптехиздат, 1952. С. 5–121.

Иванов А. О. Новая фебодонтидная акула из девона Урала и распространение видов рода Phoebodus // Палеонтологический журнал. 2021. № 3. С. 61–69. https://doi.org/10.31857/S0031031X21030090

Иванов К. С. Методы поисков и выделения конодонтов. Методические рекомендации. Свердловск : УНЦ АН СССР, 1987. 118 с.

Кононова Л. И. Комплексы конодонтов из верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений разреза р. Сиказа (Южный Урал) // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. 1969. Т. 24, № 1. С. 121–138.

Кононова Л. И., Липина О. А. Соотношение зональных схем верхнего фамена и нижнего турне по фораминиферам и конодонтам на западном склоне Южного Урала // Вопросы микропалеонтологии : Вып. 14. Систематика, палеобиогеография и стратиграфическое значение фораминифер. М. : Наука, 1971. С. 39–69.

Кулагина Е. И., Артюшкова О. В., Клименко Т. В., Тагариева Р. Ч. Девон и карбон западного склона Южного Урала: стратиграфический обзор // Геологический вестник. 2019. № 3. С. 103–142. https://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-8

Марковский Б. П. Очерк стратиграфии девонских отложений западного склона Среднего и Южного Урала // Материалы ВСЕГЕИ. Общ. сер. Сб. 8. Л. : Госгеолиздат, 1948. С. 22–38.

Наливкин Д. О геологическом строении Южного Урала // Записки Горного института. 1926. Т. 7, № 1. С. 71–95.

Объяснительная записка к унифицированным и корреляционным стратиграфическим схемам Урала. Ч. I / под ред. М. Г. Брейвель, Г. Н. Папулова, А. Н. Ходалевича. Свердловск : УНЦ АН СССР, 1980. 134 с.

Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий : Вып. 38. Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Задачи дальнейших исследований. / сост. А. И. Жамойда. СПб. : ВСЕГЕИ, 2008. 130 с.

Серавкин И. Б., Знаменский С. Е., Косарев А. М. Разрывная тектоника и рудоносность Башкирского Зауралья. Уфа : Полиграфкомбинат, 2001. 317 с.

Синицын И. И., Синицына З. А. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 200 000. Лист N-40-XXI. Т. 1. Объяснительная записка. Уфа : Башкир. территор. геолог. упр., 1962. 100 с.

Синицына З. А., Пазухин В. Н., Кулагина Е. И., Кочеткова Н. М., Клименко Т. В., Абрамова А. Н., Козлов В. И. Разрез «Сиказа» // Путеводитель геологической экскурсии по разрезам палеозоя и верхнего докембрия западного склона Южного Урала и Приуралья. Уфа : ИГ УНЦ РАН, 1995. С. 57–93.

Сокиран Е. В., Толмачева Т. Ю., Марковский Б. А., Евдокимова И. О. К 130-летию Б. П. Марковского: разрезы и брахиоподы франского яруса западного склона Южного Урала (из неопубликованного) // Региональная геология и металлогения. 2025. Т. 32, № 3. С. 51–78. https://doi.org/10.52349/0869-7892_2025_103_51-78

Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Объяснительная записка / под ред. Н. Я. Анцыгина, Б. А. Попова, Б. И. Чувашова. Екатеринбург : Урал. геол. экспедиция, 1993. 152 с.

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

Тагариева Р. Ч., Артюшкова О. В. Конодонтовая зональность нижнефаменских отложений карбонатных разрезов западного склона Южного Урала // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отделение геологическое. 2020. Т. 95, № 2. С. 26–41.

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. Ч. 1. Стратиграфия. М. : Изд-во АН СССР, 1961. С. 5–115.

Унифицированные и корреляционные стратиграфические схемы Урала. Объяснительная записка / под ред. А. Н. Ходалевича. Л. : Ленингр. картф-ка ВАГТ, 1968. 154 с.

Abramova A. N., Artyushkova O. V. The Frasnian-Famennian boundary in the Southern Urals // Geological Quarterly. 2004. Vol. 48, no. 3. P. 217–232.

Becker R. T., Marshall J. E. A., Da Silva A.-C., Agterberg F. P., Gradstein F. M., Ogg J. G. The Devonian period // Geological Time Scale 2020. Vol. 2. Amsterdam [et al.], Netherlands : Elsevier. 2020. P. 733–810. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824360-2.00022-X

Ivanov A. O., Artyushkova O. V., Tagarieva R. C., Reshetnikov P. A. Fish assemblages from the Upper Devonian of the South Urals (Russia) // Paleontological Journal. 2024. Vol. 58, no. S4. P. S358–S390. https://doi.org/10.1134/S0031030124601737

Ovnatanova N. S., Kononova L. I. Frasnian conodonts from the Eastern Russian Platform // Paleontological Journal. 2008. Vol. 42, no. 10. P. 997–1166. https://doi.org/10.1134/S0031030108100018

Schülke I. Evolutive Prozesse bei Palmatolepis in der frühen Famenne-Stufe (Conodonta, Oder-Devon) // Göttinger Arbeiten zur Geologie und Paläontologie. Nr. 67. Göttingen : Geologischen Inst. der Georg-August-Univ. Göttingen, 1995. 108 s.

Spalletta C., Perri M. C., Over D. J., Corradini C. Famennian (Upper Devonian) conodont zonation: Revised global standard // Bulletin of Geosciences. 2017. Vol. 92, no. 1. P. 31–57. https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1623

Tagarieva R. Ch. 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. https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1344

Tagarieva R. Ch. Conodont biostratigraphy of the Famennian Makarovian Regional Substage in the Kuk-Karauk section, west slope of the Southern Urals // Geologica Balcanica. 2024. Vol. 53, no. 3. P. 65–70. https://doi.org/10.52321/geolbalc.53.3.65

Tagarieva R. Ch. The lower Famennian conodont biodiversity and zonation at the Ryauzyak Section (western slope of the South Urals) // Palaeoworld. 2026. Vol. 35, no. 3. Art. 201086. https://doi.org/10.1016/j.palwor.2026.201086

Veimarn A. B., Puchkov V. N., Abramova A. N., 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. Vol. 48, no. 3. P. 233–244.

Weddige K. Pathological conodonts // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. Vol. 118. Frankfurt : Senckenbergischen Naturforschenden Ges., 1990. P. 563–589.

Ziegler W. Taxonomie und Phylogenie oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung // Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung. H. 38. Wiesbaden : Hessisches Landesamt für Bodenforschung, 1962. 166 s.

Ziegler W., Sandberg C. F. The Late Devonian standard conodont zonation // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. Vol. 121. Frankfurt : Senckenbergischen Naturforschenden Ges., 1990. 115 p.

REFERENCES

Abramova A. N. (1999). *Frasnian Stage on the western slope of the South Urals*. Ufa: IG USC RAS, 55 p. (In Russ.).

Abushik A. F., Aleksandrova G. N., Amon E. O., Bogdanova T. N., Baraboshkin E. J., Borisenkov K. V., Broushkin A. V., Bugrova E. M., Buryndina L. V., Vishnevskaya V. S., Vuks V. Ya., Gavrilova V. A., Gladenkov A. Yu., Glezer Z. I., Gogin I. Ya., Golubev V. K., Goncharova I. A., Goreva N. V., Dmitrieva T. N., ... Iakovleva A. I. (2006). *Biozonal stratigraphy of Phanerozoic in Russia*. St. Petersburg: VSEGEI, 255 p. (In Russ.).

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-conf. field excursion guidebook*. Ufa: IG USC RAS, 91 p.

Barskov I. S., Vorontsova T. N., Kononova L. I., Kuzmin A. V. (1991). *Atlas of the Devonian and Lower Carboniferous conodonts*. Moscow: MSU Publ. House, 182 p. (In Russ.).

Barskov I. S., Alekseev A. S., Kononova L. I., Migdisova A. V. (1987). *Atlas of the Upper Devonian and Carboniferous conodonts*. Moscow: MSU Publ. House, 141 p. (In Russ.).

Baryshev V. N., Abramova A. N. (1996). Conodont zonation of the Upper Devonian deposits on the western slope of the South Urals. In *Yearbook-1995. Inform. materials* (pp. 26–30). Ufa: IG USC RAS (In Russ.).

Domrachev S. M. (1952). The Devonian of the Karatau ridge and the South Urals' adjacent regions. In *VNIGRI Proc. New ser : Vol. 61. The Devonian of the Western Cis-Urals* (pp. 5–121). Leningrad, Moscow: Gostoptekhizdat. (In Russ.).

Ivanov A. O. (2021). New Phoebodontid shark from the Devonian of Urals and distribution of Phoebodus species. *Paleontological Journal,* (3), 61–69. https://doi.org/10.31857/S0031031X21030090

Ivanov K. S. (1987). *Methods of conodonts search and separation. Methodological recommendations*. Sverdlovsk: USC AS USSR, 118 p. (In Russ.).

Kononova L. I. (1969). Conodont assemblages from the Upper Devonian and Lower Carboniferous deposits of the Sikasya River section (South Urals). *Bulletin of the Moscow Society of Natural Scientists. Geological Ser., 24*(1), 121–138. (In Russ.).

Kononova L. I., Lipina O. A. (1971). Relationship of zonal schemes of the Upper Famennian and Lower Tournaisian based on foraminifera and conodonts on the western slope of the South Urals. In *Voprosy mikropaleontologii: Vol. 14. Systematics, paleobiogeography, and stratigraphic significance of foraminifera* (pp. 39–69). Moscow: Nauka. (In Russ.).

Kulagina E. I., Artyushkova O. V., Klimenko T. V., Tagarieva R. Ch. (2019). Devonian and Carboniferous of the western slope of the Southern Urals: A stratigraphic review. *Geologicheskii Vestnik,* (3), 103–142. (In Russ.). https://doi.org/10.31084/2619-0087/2019-3-8

Markovsky B. P. (1948). Stratigraphic outline of the Devonian deposits in the Middle and South Urals western slope. In *VSEGEI Proc. General series. Vol. 8* (pp. 22–38). Leningrad: Gosgeolizdat. (In Russ.).

Nalivkin D. (1926). On the geological structure of the Southern Urals. *Journal of Mining Institute, 7*(1), 71–95. (In Russ.).

Breivel M. G., Papulov G. N., Khodalevich A. N. (1980). *Unified Stratigraphic Correlation Schemes of the Urals. Explanatory note. Pt. I.* Sverdlovsk: USC AS USSR, 152 p. (In Russ.).

Zhamoida A. I. (Ed.). (2008). Resolutions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee and its standing commissions: Vol. 38. *Coverage of the Precambrian and Phanerozoic stratigraphy of Russia. Objectives of further research.* St. Petersburg: VSEGEI, 130 p. (In Russ.).

Seravkin I. B., Znamensky S. E., Kosarev A. M. (2001). *Fault tectonics and ore deposits of the Trans-Uralian Bashkiria*. Ufa: Poligrafkombinat, 317 p. (In Russ.).

Sinitsyn I. I., Sinitsyna Z. A. (1962). *State Geological Map of the USSR. Scale of 1 : 200,000. Sheet N-40-XXI. Explanatory note*. Ufa: Bashkir Territorial Geological Directorate, 100 p. (In Russ.).

Sinitsyna Z. A., Pazukhin V. N., Kulagina E. I., Kochetkova N. M., Klimenko T. V., Abramova A. N., Kozlov V. I. (1995). Sikaza section. In *Guidebook of excursion for the Paleozoic and Upper Precambrian sections of the Western slope of the Southern Urals and Preuralian regions* (pp. 53–89). Ufa: IG USC RAS.

Sokiran E. V., Tolmacheva T. Yu., Markovskiy B. A., Evdokimova I. O. (2025). B. P. Markovskiy's 130th anniversary: Key sections and brachiopods of the Frasnian Stage in the South Urals western slope (unpublished). *Regional Geology and Metallogeny, 32*(3), 51–78. (In Russ.). https://doi.org/10.52349/0869-7892_2025_103_51-78

Antsygin N. Ya., Popov B. A., Chuvashov B. I. (Eds.). (1993). *Stratigraphic Schemes of the Urals (Precambrian, Paleozoic). Explanatory note*. Yekaterinburg: Ural Geological Survey Expedition, 152 p. (In Russ.).

Tagarieva R. Ch. (2024). Global Upper Kellwasser Event and its paleontological and lithological reflection in the Bolshaya Barma, Akkyr, Ryauzyak and Kuk-Karauk carbonate sections of the western slope of the South Ural. *Geologicheskii Vestnik,* (3), 9–22. (In Russ.). https://doi.org/10.31084/2619-0087/2024-3-2

Tagarieva R. Ch., Artyushkova O. V. (2020). Conodont zonation of the Lower Famennian carbonate sections of western slope of South Urals. *Bulletin of the Moscow Society of Natural Scientists. Geological Ser., 95*(2), 26–41. (In Russ.).

Tagarieva R. Ch., Mizens A. G. (2015). Sections in the western slope of the South Urals perspective for the choice of the Famennian regional boundary stratotype point. *Lithosphere,* (3), 33–56. (In Russ.).

Tyazheva A. P. (1961). Stratigraphy of the Devonian deposits on the western slope of the South Urals. In *The Devonian Deposits of Bashkiria: Pt. 1. Stratigraphy* (pp. 5–115). Moscow: AS USSR Publ. House. (In Russ.).

Khodalevich A. N. (Ed.). (1968). *Unified Stratigraphic Correlation Schemes of the Urals. Explanatory note*. Leningrad: Cartogr. Factory of the All-Union Aerogeol. Trust, 154 p. (In Russ.).

Abramova A. N., Artyushkova O. V. (2004). The Frasnian-Famennian boundary in the Southern Urals. *Geological Quarterly, 48*(3), 217–232.

Becker R. T., Marshall J. E. A., Da Silva A.-C., Agterberg F. P., Gradstein F. M., Ogg J. G. (2020). The Devonian period. In *Geological Time Scale 2020. Vol. 2* (pp. 733–810). Amsterdam [et al.], Netherlands: Elsevier. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-824360-2.00022-X

Ivanov A. O., Artyushkova O. V., Tagarieva R. C., Reshetnikov P. A. (2024). Fish assemblages from the Upper Devonian of the South Urals (Russia). *Paleontological Journal, 58*(S4), S358–S390. https://doi.org/10.1134/S0031030124601737

Ovnatanova N. S., Kononova L. I. (2008). Frasnian conodonts from the Eastern Russian Platform. *Paleontological Journal, 42*(10), 997–1166. https://doi.org/10.1134/S0031030108100018

Schülke I. (1995). Evolutionary processes in Palmatolepis during the Early Famennian Stage (Conodonts, Upper Devonian). In *Göttingen Studies in Geology and Paleontology. Vol. 67*. Göttingen: Geol. Inst. of the Georg-August Univ. Göttingen, 1995. 108 p. (In Germ.).

Spalletta C., Perri M. C., Over D. J., Corradini C. (2017). Famennian (Upper Devonian) conodont zonation: Revised global standard. *Bulletin of Geosciences, 92*(1), 31–57. https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1623

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. https://doi.org/10.3140/bull.geosci.1344

Tagarieva R. Ch. (2024). Conodont biostratigraphy of the Famennian Makarovian Regional Substage in the Kuk-Karauk section, west slope of the Southern Urals. *Geologica Balcanica, 53*(3), 65–70. https://doi.org/10.52321/geolbalc.53.3.65

Tagarieva R. Ch. (2026). The lower Famennian conodont biodiversity and zonation at the Ryauzyak Section (western slope of the South Urals). *Palaeoworld, 35*(3), 201086. https://doi.org/10.1016/j.palwor.2026.201086

Veimarn A. B., Puchkov V. N., Abramova A. N., 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.

Weddige K. (1990). Pathological conodonts. In *Courier Forschungsinstitut Senckenberg. Vol. 118* (pp. 563–589). Frankfurt : Senckenbergischen Naturforschenden Ges.

Ziegler W. (1962). Taxonomy and phylogeny of the Upper Devonian conodonts and their stratigraphic significance. In *Proc. of the Hessian State Office for Soil Research. Vol. 38*. Wiesbaden: Hessisches Landesamt für Bodenforschung, 166 p. (In Germ.).

Ziegler W., Sandberg C. F. (1990). The Late Devonian standard conodont zonation. In *Courier Forschungsinstitut Senckenberg: Vol. 121*. Frankfurt: Senckenbergischen Naturforschenden Ges., 115 p.

Резеда Чулпановна Тагариева

Кандидат геолого-минералогических наук,
старший научный сотрудник

Институт геологии — обособленное структурное подразделение
Уфимского федерального исследовательского центра
Российской академии наук, Уфа, Россия

https://orcid.org/0000-0001-6367-9506
Scopus Author ID 55761007800
WoS ResearcherID A-9008-2014
РИНЦ SPIN-код 4403-7474
trezeda88@mail.ru

Елена Ивановна Кулагина

Доктор геолого-минералогических наук,
главный научный сотрудник

Институт геологии — обособленное структурное подразделение
Уфимского федерального исследовательского центра
Российской академии наук, Уфа, Россия

https://orcid.org/0000-0002-1684-3366
Scopus Author ID 16175340500
WoS ResearcherID N-2622-2016
РИНЦ SPIN-код 8661-4212
elenkul@mail.ru

Светлана Витальевна Николаева

Кандидат геолого-минералогических наук,
старший научный сотрудник

Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка
Российской академии наук, Москва, Россия

https://orcid.org/0000-0002-6506-2793
Scopus Author ID 7005591266
WoS ResearcherID P-2877-2017
РИНЦ SPIN-код 7495-3593
44svnikol@mail.ru

Rezeda Ch. Tagarieva

PhD (Geology and Mineralogy),
Senior Researcher

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

https://orcid.org/0000-0001-6367-9506
Scopus Author ID 55761007800
WoS ResearcherID A-9008-2014
RSCI SPIN-code 4403-7474
trezeda88@mail.ru

Elena I. Kulagina

DSc (Geology and Mineralogy),
Chief Researcher

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

https://orcid.org/0000-0002-1684-3366
Scopus Author ID 16175340500
WoS ResearcherID N-2622-2016
RSCI SPIN-code 8661-4212
elenkul@mail.ru

Svetlana V. Nikolaeva

PhD (Geology and Mineralogy),
Senior Researcher

Borissiak Paleontological Institute
of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

https://orcid.org/0000-0002-6506-2793
Scopus Author ID 7005591266
WoS ResearcherID P-2877-2017
RSCI SPIN-code 7495-3593
44svnikol@mail.ru

Александр Олегович Иванов

Кандидат геолого-минералогических наук,
доцент

Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский
государственный университет, Санкт-Петербург, Россия

https://orcid.org/0000-0001-8671-6920
Scopus Author ID 56424012600
WoS ResearcherID K-8393-2013
РИНЦ SPIN-код 7367-1771
IvanovA-Paleo@yandex.ru
alexander.o.ivanov@spbu.ru

Alexander O. Ivanov

PhD (Geology and Mineralogy),
Associate Professor

Institute of Earth Sciences,
Saint-Petersburg State University, Saint Petersburg, Russia

https://orcid.org/0000-0001-8671-6920
Scopus Author ID 56424012600
WoS ResearcherID K-8393-2013
RSCI SPIN-code 7367-1771
IvanovA-Paleo@yandex.ru
alexander.o.ivanov@spbu.ru

Елена Вячеславовна Сокиран

Кандидат геолого-минералогических наук,
старший научный сотрудник, сектор «Изучения керна
и седиментационного моделирования»

Всероссийский научно-исследовательский геологический
нефтяной институт, Санкт-Петербургский филиал,
Санкт-Петербург, Россия

https://orcid.org/0000-0003-0285-1514
Scopus Author ID 6507452828
РИНЦ SPIN-код 7952-8683
elena_sokiran@mail.ru

Elena V. Sokiran

PhD (Geology and Mineralogy),
Senior Researcher, Sector of Core
and Sedimentary Modeling Studies

All-Russia Research Geological Oil Institute,
Saint Petersburg branch,
Saint Petersburg, Russia

https://orcid.org/0000-0003-0285-1514
Scopus Author ID 6507452828
RSCI SPIN-code 7952-8683
elena_sokiran@mail.ru

Вклад авторов: *Тагариева Р. Ч.* — руководство исследования, проведение исследования, работа с данными, анализ данных, написание черновика рукописи, пересмотр и редактирование рукописи.
Кулагина Е. И., Николаева С. В., Иванов А. О., Сокиран Е. В. — работа с данными, анализ данных, пересмотр и редактирование рукописи.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: *Tagarieva R. Ch.* — supervision, investigation, data curation, formal analysis, original draft, review and editing.
Kulagina E. I., Nikolaeva S. V., Ivanov A. O., Sokiran E. V. — data curation, formal analysis, review and editing.

Conflict of interest: the authors declare no conflicts of interest.

Статья поступила в редакцию 04.05.2026
Одобрена после рецензирования 07.07.2026
Принята к публикации 25.09.2026

Submitted 04.05.2026
Approved after reviewing 07.07.2026
Accepted for publication 25.09.2026