

УДК 551.734.5+56.016.3

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО КОНОДОНТАМ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА ПОЛЯРНОГО УРАЛА (РАЗРЕЗ ОСТАНЦОВЫЙ, р. МАЛАЯ УСА)

М.А. Соболева, Д.Б. Соболев

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар, 167982, Россия

Аннотация

Впервые приведена характеристика верхнедевонских биогермных отложений, расположенных в правом борту руч. Останцовый (левый приток р. Малая Уса) в восточной части Бельско-Елецкой структурно-формационной зоны Полярного Урала. По конодонтам установлен позднефранский возраст средней части разреза (зона *linguiformis*). Переход от обломочных и органогенных известняков с массивными строматопороидеями округло-уплощенной формы к известнякам со строматопороидеями сросшихся (пластовых) форм и конодонтами палматолепидной биофации свидетельствует об относительном повышении уровня моря в фазу *linguiformis*. Этот трансгрессивный уровень косвенно подтверждает проявление глобального события Верхний Кельвассер.

Ключевые слова: конодонты, литология, стратиграфия, верхний девон, франский ярус, Полярный Урал

Введение

В ходе геолого-съёмочных работ масштаба 1:200 000 в бассейне р. Малая Уса была выделена полоса распространения биогермных отложений верхнедевонского возраста [1]. Она расположена в восточной части Бельско-Елецкой структурно-формационной зоны (СФЗ) Полярного Урала, трассируя вдоль Урала зону перехода от шельфа к континентальному склону (Сакмаро-Лемвинская СФЗ).

Распространенные в данном районе верхнедевонские биогермные отложения представлены нерасчлененными большеелецкой и вылысхановейской толщами (рис. 1) [1]. Типовые разрезы этих толщ (на юго-западном крыле Лекъелецкой антиклинали) установлены на руч. Естовис (бассейн р. Нияю) и р. Большая Уса [2, 3]. По данным Г.А. Чернова [3], на руч. Естовис биогермные отложения представлены светло-серыми (сахаровидными) каркасно-водорослевыми известняками с инкрустациями, массивными онколитовыми известняками и вторичными доломитами по ним. Возраст отложений определен на основании находок строматопороидей как живетско-франский [3].

Несмотря на то что изучением данного района занимались многие исследователи, работы по верхнедевонским отложениям на р. Малая Уса отсутствуют. По устному сообщению в этих биогермных отложениях, хорошо обнаженных на ручье Останцовый Л.С. Колесник при ГДП 200 были найдены конодонты франского возраста. Актуальность настоящей работы определяется необходимостью литологического изучения данных отложений, а также уточнения возраста

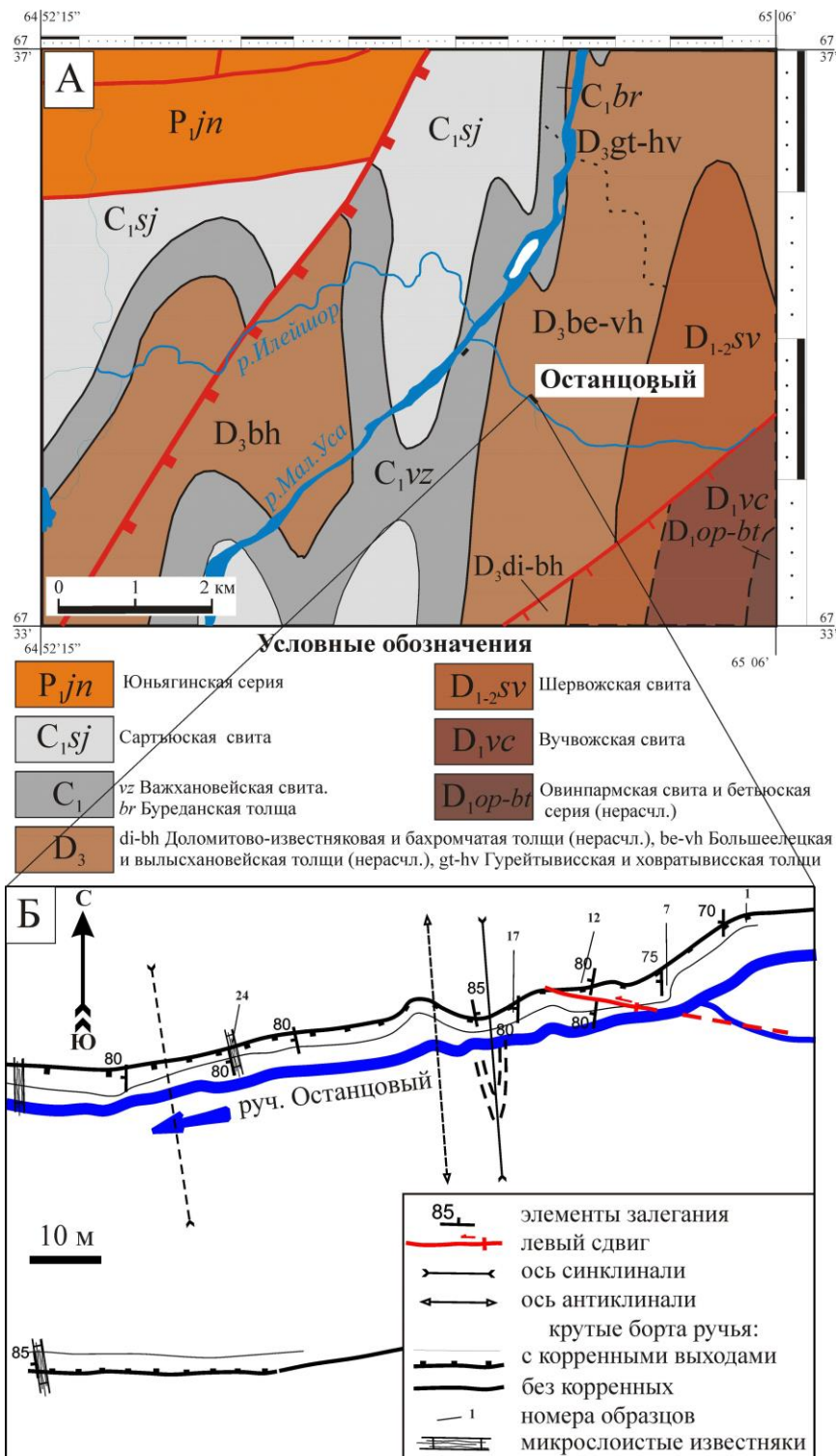


Рис. 1. Фрагмент геологической карты (по [1]) с местоположением изученного разреза Останцовый (А) и схема расположения коренных выходов верхнедевонских отложений на ручье Останцовый (Б)

и расчленения разреза на основе конодонтов с целью выяснения пространственно-временного положения потенциально нефтегазоносных биогермных образований.

Разрез Останцовый (название дано по ручью), расположенный в правом борту руч. Останцовый (левый приток р. Малая Уса), в 2 км от устья (рис. 1), был описан нами в 2013 г. (рис. 3, А). В процессе полевых работ было выполнено послойное описание разреза, которое сопровождалось отбором проб на шлифы (литологический анализ), микрофауну (биостратиграфический и биофациальный анализ). Полевое литологическое описание впоследствии было дополнено результатами изучения шлифов. Микроскопическое изучение шлифов показало, что все карбонатные породы сильно мраморизованы и не сохранили первично-осадочных структур и текстур. Макроскопически наблюдаемые органогенные структуры в шлифах представляют собой мономинеральную разнозернистую массу. Всего на микрофауну было отобрано 35 проб весом до 0.8 кг. В четырех пробах были обнаружены конодонтовые элементы. Выделение конодонтов осуществлялось по стандартной методике в 10%-ной уксусной кислоте. Конодонтовые элементы изучались под бинокулярным микроскопом МБС 10 с переменным увеличением. Конодонты изучала М.А. Соболева. Снимки конодонтовых элементов сделаны на сканирующем электронном микроскопе Tescan Vega 3 LMN с энергодисперсионным спектрометром X-MAX фирмы OXFORD Instruments.

Результаты исследований

Описание разреза. Разрез сложен карбонатными породами, сильно раздробленными и мраморизованными. В изученном разрезе встречаются малоамплитудные разрывные нарушения и как минимум две изоклиналильные складки с пологим погружением шарниров на север. Есть предположение о существовании, как минимум, еще одной складки (рис. 1), по которой происходит вероятное сдвоение разреза (пачка 7 является вероятным аналогом пачки 5).

Описание разреза приведено снизу вверх без учета предполагаемой западной синклиналиной складки (рис. 2).

Пачка 1. Известняки темно-серые, битуминозные, мелко-, грубокристаллические органогенные строматопоратовые (с *Amphipora* sp. и *Stellopora* sp.) мраморовидные. В средней части наблюдается прослой с массивными строматопоратами (рис. 3, Б, В) округло-уплощенной формы (до 15 см) предположительно семейства Actinostromatidae (гипотеза выдвинута кандидатом геолого-минералогических наук Е.В. Антроповой, Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар). Цемент карбонатный, темно-серый, мелко-, грубокристаллический, с трубчатыми остатками строматопорат *Amphipora* sp. В верхней части пачки макроскопически хорошо различима обломочная структура. Текстура отдельных прослоев массивная, поверхности напластования неотчетливые, часто полого волнистые. Мощность отдельных слоев варьирует от 1 до 2.5 м. Органические остатки помимо строматопор представлены редкими целыми створками неопределимых брахиопод. Образцы 1–10. Неполная мощность пачки 17.3 м.

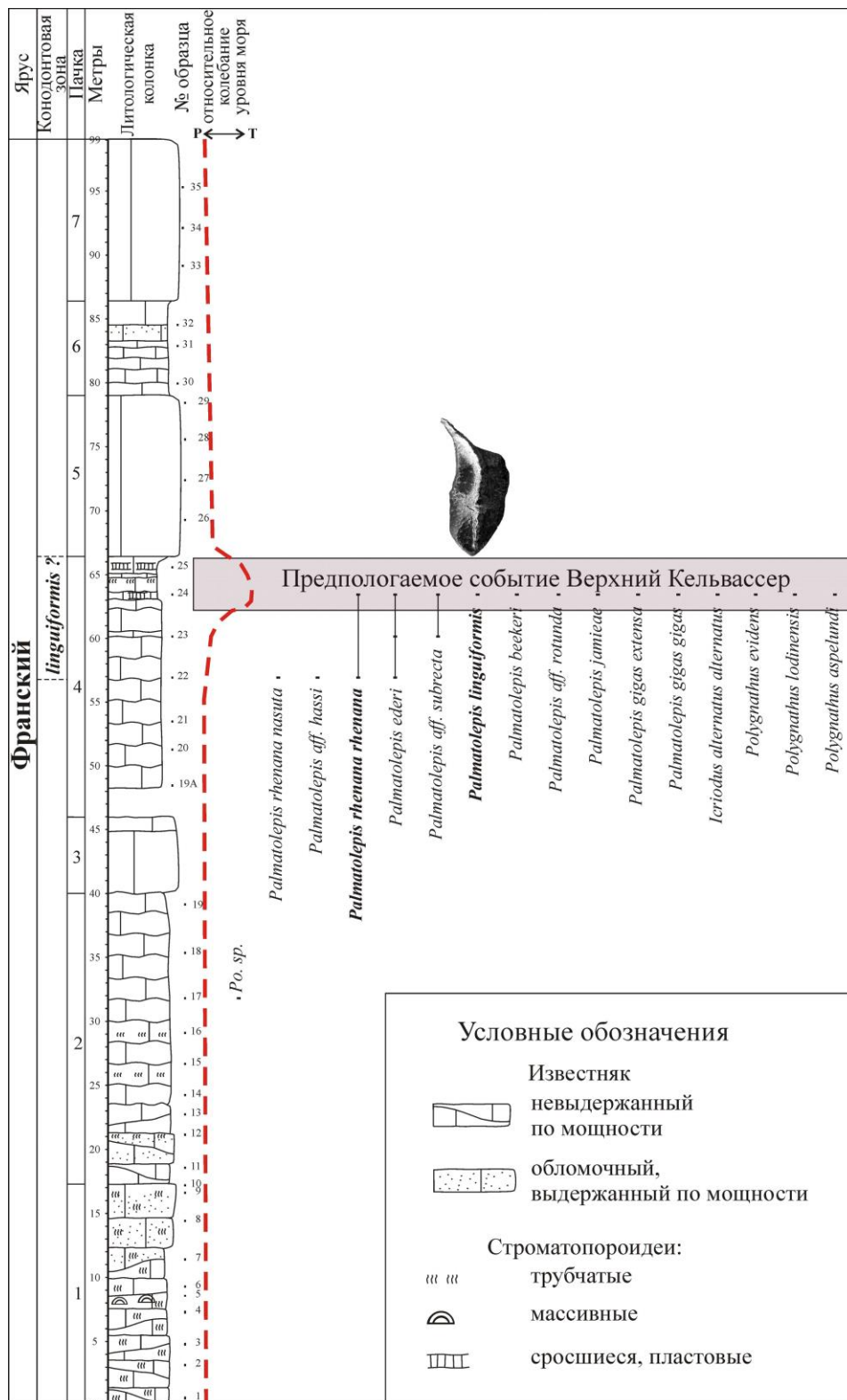


Рис. 2. Стратиграфическая колонка с распространением конондотов

Пачка 2. Известняки серые, темно-серые, битуминозные, мелко-, грубокристаллические. Наблюдаются отдельные прослои обломочные и строматопоратовые (*Amphipora* sp.). Текстуры массивные, поверхности напластования отчетливые, в нижней части полого волнистые. Образцы 11–19. Мощность отдельных слоев варьирует от 0.2 до 0.8 м. Мощность пачки 22.7 м.

Пачка 3. Известняки серые, темно-серые, крупнокристаллические массивные. Зона интенсивной трещиноватости. Мощность пачки 6 м.

Пачка 4. Известняки серые, светло-серые, крупнокристаллические массивные. В верхней части пачки встречаются трубчатые и пластовые строматопораты, из образцов 22–24 выделены конодонты (рис. 2): *Palmatolepis rhenana nasuta* Müller, *Palmatolepis linguiformis* Müller, *Palmatolepis rhenana rhenana* Bischoff, *Palmatolepis gigas extensa* Ziegler et Sandberg, *Palmatolepis gigas gigas* Müller et Youngquist, *Palmatolepis ederi* Ziegler et Sandberg, *Icriodus alternatus alternatus* Branson et Mehl, *Polygnathus evidens* Klapper et Lane, *Polygnathus lodinensis* Pölsler, *Polygnathus aspelundi* Savage et Funai и др. Образцы 19а–25. Мощность отдельных слоев варьирует от 0.15 до 1 м. Мощность пачки 20.4 м.

Пачка 5. Известняки светло-серые массивные, сильно трещиноватые крупно-, грубокристаллические. Образцы 26–29. Мощность пачки 12.6 м.

Пачка 6. Известняки серые, светло-серые, крупнокристаллические массивные. Встречаются реликты обломочной структуры. Образцы 30–32. Мощность отдельных слоев варьирует от 0.2 до 1.5 м. Мощность пачки 7.4 м.

Пачка 7. Известняки светло-серые массивные, сильно трещиноватые крупно-, грубокристаллические. Образцы 33–35. Неполная мощность пачки 12.7 м.

По реликтам органогенных и обломочных структур, а также по форме колоний строматопоридей можно предположить, что нижняя часть разреза (пачки 1–3) формировалась в относительно мелководном бассейне, где преобладающие трубчатые формы играли ключевую стабилизирующую роль при формировании положительных форм рельефа дна. В средней части разреза появляются сросшиеся (пластовые) формы строматопоридей, характерные для углубленных обстановок осадконакопления (вплоть до верхней части склона). В кровле пачки 4 (обр. 25), в пластовых строматопоридеях уже содержится значительная карбонатная обломочная примесь, что косвенно позволяет нам говорить о начале относительного понижения уровня моря. Таким образом, в верхней части 4-й пачки разреза Останцовый фиксируется кратковременная трансгрессия.

Конодонтовая характеристика. Всего обработано 35 проб, из них в четырех (образцы 17, 22–24) обнаружены конодонты (рис. 2). Незначительное содержание конодонтов и их неравномерное распределение по разрезу не позволили выделить зональную последовательность, поэтому достоверно датирован лишь один интервал, а именно пачка 4. Конодонты, выделенные из серых крупнокристаллических массивных известняков, имеют хорошую сохранность и состоят в основном из представителей рода *Palmatolepis*, которые являются показателем относительно глубоководных условий осадкообразования [4–6]. Индексы окраски конодонтов (ИОК) варьируют от 2 до 3, что отвечает прогреву отложений до 200 °С [7]. Цвет конодонтовых элементов изменяется под воздействием температурных условий от коричневатого-желтого (ИОК = 2) до темно-коричневого (ИОК = 3). Распространение конодонтов приведено на рис. 2 (изображения см. рис. 4).

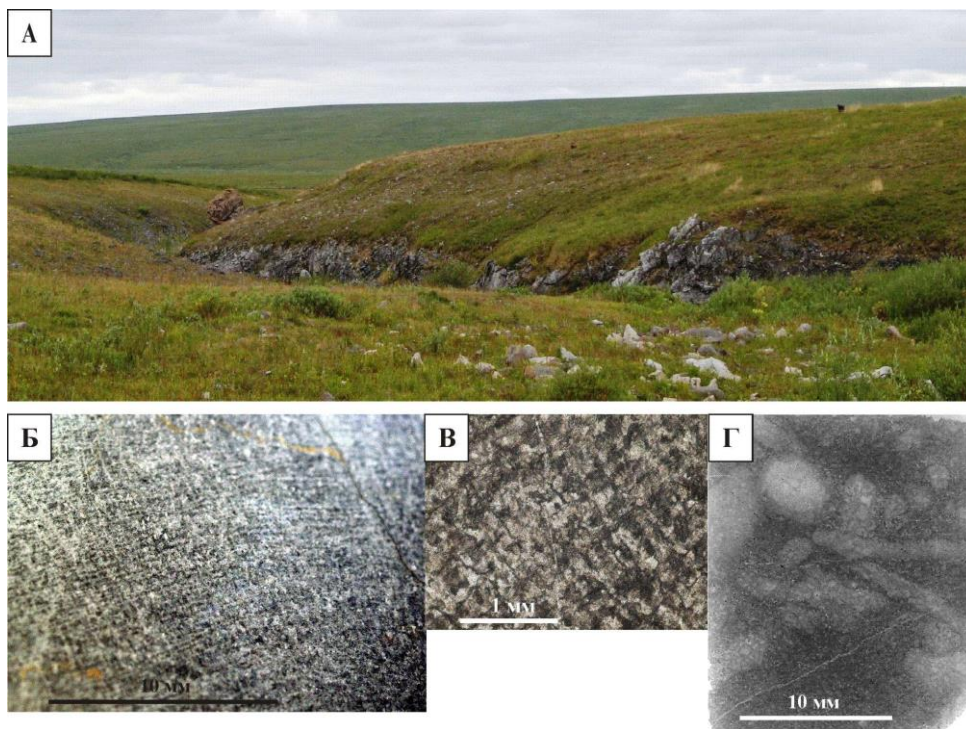


Рис. 3. Общий вид разреза Останцовый (А), реликтовая структура массивных строматопороидей в шлифе обр. 5 (Б), реликтовая структура трубчатых строматопороидей в шлифе обр. 6 (В, Г)

Стратиграфически важные находки конодонтов установлены в средней части пачки 4 (обр. 22, 23). Здесь определены *Palmatolepis rhenana nasuta* Müller, *Palmatolepis rhenana rhenana* Bischoff, *Palmatolepis ederi* Ziegler et Sandberg, *Palmatolepis* aff. *hassi* Müller et Müller, *Palmatolepis* aff. *subrecta* Müller et Youngquist. Более многочисленный комплекс конодонтов был установлен в обр. 24 (пачка 4), который соответствует зоне *linguiformis* стандартной конодонтовой шкалы [8]. Здесь определены разнообразные палматолепиды *Palmatolepis linguiformis* Müller, *Palmatolepis rhenana rhenana* Bischoff, *Palmatolepis gigas extensa* Ziegler et Sandberg, *Palmatolepis gigas gigas* Müller et Youngquist, *Palmatolepis ederi* Ziegler et Sandberg, *Palmatolepis* aff. *subrecta* Müller et Youngquist, *Palmatolepis beekeri* Klapper, *Palmatolepis jamieae* Ziegler et Sandberg, икриотиды *Icriodus alternatus alternatus* Branson et Mehl и полигнатиды *Polygnathus evidens* Klapper et Lane, *Polygnathus lodinensis* Pölsler и *Polygnathus aspelundi* Savage et Funai. На принадлежность данного интервала разреза к зоне *linguiformis* [8] указывает присутствие вида-индекса *Palmatolepis linguiformis* Müller.

Установленные в разрезе конодонты позволяют предполагать на этом стратиграфическом уровне (зона *linguiformis*) проявление глобального события Верхний Кельвассер, связанного с относительным повышением уровня моря.

Глобальное событие Верхний Кельвассер является одним из самых важных событий массового вымирания в девонском периоде [9, 10]. Детальному рассмотрению этого события посвящено множество работ [9–23]. Событие Верхний Кельвассер фиксируется непосредственно ниже фран-фаменской границы, внутри

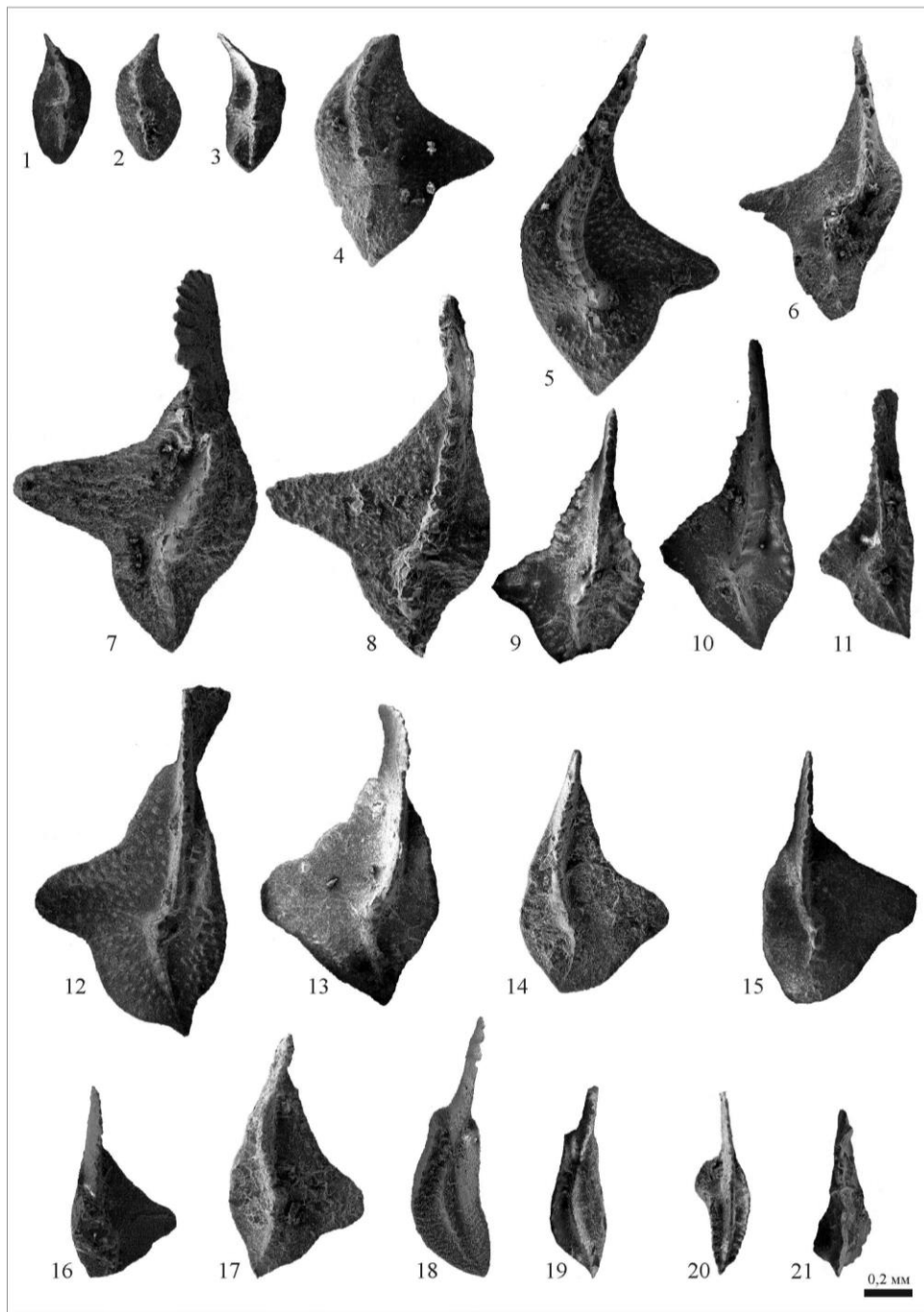


Рис. 4. **Фиг. 1-2.** *Palmatolepis ederi* Ziegler et Sandberg, 1990, (1) экз. № 492/10-66, обр. 24; (2) экз. № 492/10-59, обр. 23. **Фиг. 3.** *Palmatolepis linguiformis* Muller, 1956, экз. № 492/10-61, обр. 24. **Фиг. 4.** *Palmatolepis rhenana nasuta* Müller, 1956, экз. № 492/10-54, обр. 22. **Фиг. 5-8.** *Palmatolepis rhenana rhenana* Bischoff, 1956, (5) экз. № 492/10-55, обр. 22; (6) экз. № 492/10-80, обр. 24; (7) экз. № 492/10-65, обр. 24; (8) экз. № 492/10-57, обр. 22. **Фиг. 9.** *Palmatolepis* cf. *gigas extensa* Ziegler et Sandberg, 1990, экз. № 492/10-70, обр. 24. **Фиг. 10-11.** *Palmatolepis gigas extensa* Ziegler et Sandberg, 1990, (10) экз. № 492/10-63, (11) экз. № 492/10-73, обр. 24. **Фиг. 12.** *Palmatolepis gigas gigas* Muller et Youngquist,

1947, экз. № 492/10-67, обр. 24. **Фиг. 13.** *Palmatolepis jamieae* Ziegler et Sandberg, 1990, экз. № 492/10-69, обр. 24. **Фиг. 14, 16, 17.** *Palmatolepis* aff. *subrecta* Muller et Youngquist, 1947, (14) экз. № 492/10-77, обр. 24; (16) экз. № 492/10-60, обр. 23; (17) экз. № 492/10-79, обр. 24. **Фиг. 15.** *Palmatolepis* sp., экз. № 492/10-71, обр. 24. **Фиг. 18.** *Polygnathus evidens* Klapper et Lane, 1985, экз. № 492/10-72, обр. 24. **Фиг. 19.** *Polygnathus aspelundi* Savage et Funai, 1980, экз. № 492/10-76, обр. 24. **Фиг. 20.** *Polygnathus lodinensis* Polsler, 1969, экз. № 492/10-78, обр. 24. **Фиг. 21.** *Icriodus alternatus alternatus* Branson et Mehl, 1934, экз. № 492/10-74, обр. 24

конодонтовой зоны *linguiformis* [9] и проявляется как вторая кратковременная трансгрессия (Pd по [11]), с которой во многих регионах мира связываются бескислородные обстановки осадконакопления, сокращение биогермных построек, исчезновение некоторых пелагических тентакулитов, мантикоцератид (гонититы), большей части акритарх, ругоз, трилобитов, энтомозоид (остракоды) и конодонтов [9]. Детальные исследования, выполненные по Международному проекту 216 IGCP Bio-Event, доказали глобальный синхронный характер события Кельвассер [12]. Международная подкомиссия по стратиграфии девона при ЮНЕСКО приняла во внимание важность этого биособытия при выборе стратотипа границы между франским и фаменским ярусами. Именно масштабное сокращение девонской биоты в конце франского века и резкие колебания уровня моря послужили признаком для установления границы на этом уровне [9]. В типовом разрезе Кумиак (Upper courniac Quarry) на юге Франции в горах Монтань-Нуар граница была выбрана между кровлей Верхний Кельвассер (= кровля зоны *linguiformis*) и зоной *Palmatolepis triangularis* [9, 12].

В разрезе Останцовый зона *linguiformis* определена нами по находке вида-индекса *Palmatolepis linguiformis* Müller в комплексе с видами *Palmatolepis rhenana rhenana* Bischoff, *Palmatolepis gigas extensa* Ziegler et Sandberg (рис. 2). С началом трансгрессии в фазу *linguiformis* (с небольшим запозданием) наблюдается вспышка биоразнообразия конодонтов, среди которых основную роль играют палматолепиды. Стоит отметить, что в изученном разрезе граница между франским и фаменским ярусами не определена, однако установленная зона *linguiformis* и зафиксированная трансгрессия могут указывать на проявление события Верхний Кельвассер. Поскольку, событие Верхний Кельвассер фиксируется непосредственно ниже фран-фаменской границы, внутри конодонтовой зоны *linguiformis* [9], положение нижней границы этой зоны в изученном разрезе может быть и ниже находки вида-индекса *Palmatolepis linguiformis* Müller (слой с обр. 24). Тогда интервал, а именно слои с обр. 22–24, можно условно сопоставить с зоной *linguiformis* стандартной конодонтовой шкалы.

Выводы

Преобладание трубчатых форм строматопороидей в нижней части разреза играло ключевую стабилизирующую роль при формировании положительных форм рельефа дна, где они формировались в относительно мелководном бассейне. В интервале, соответствующем фазе *linguiformis*, отмечается трансгрессивный сдвиг относительного уровня моря, о чем свидетельствуют превалирование конодонтовой палматолепидной биофации и появление сросшихся (пластовых) форм строматопороидей, характерных для углубленных обстановок

осадконакопления (вплоть до верхней части склона). Установленный на этом уровне максимум трансгрессии сопоставляется с глобальным событийным уровнем Верхний Кельвассер.

Благодарности. Авторы выражают благодарность Е.В. Антроповой за определение строматопороидей и С.С. Шевчуку за съемку на сканирующем электронном микроскопе (Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, г. Сыктывкар).

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 16-35-00049) и УрО РАН (проект № 15-18-5-37).

Литература

1. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000 (2-е изд.). Сост. Шишкин М.А., Малых О.Н., Попов П.Е., Колесник Л.С., Малых И.М., Соболева А.А., Карманов Р.С., Романова Н.В., Бусыгина Е.Н., Коштырева А.П., Лютикова Г.И., Карапетов Г.А., Патратий Л.Е. Листы Q-41-V, VI (Воркута). Полярно-Уральская сер. Объяснит. зап. – СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2005. – 335 с.
2. Чернов Г.А. Палеозой Большеземельской тундры и перспективы его нефтегазоносности. – М.: Наука, 1972. – 314 с.
3. Шишкин М.А. Геология зоны сочленения Елецких и Лемвинских фаций на западном склоне Полярного Урала: Автореферат дис. ... канд. геол.-минерал. наук – Сыктывкар, 2003. – 20 с.
4. Барсков И.С. Конодонты в современной геологии // Общая геология (Итоги науки и техники). – М.: ВИНТИ, 1985. – Т. 19. – С. 93–221.
5. Кирилишина Е.М., Кононова Л.И. Конодонтовые биофации во франском бассейне юго-запада Московской синеклизы // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 4. Геология. – 2004. – № 2. – С. 32–40.
6. Ziegler W., Sandberg C.A. *Palmatolepis*-based revision of upper part of standard Late Devonian conodont zonation // Geol. Soc. Am., Spec. Pap. – 1984. – V. 196. – P. 179–194. – doi: 10.1130/SPE196-p179.
7. Epstein A.G., Epstein G.B., Harris L.D. Conodont color alteration – an index to organic metamorphism: Geological Survey Professional Paper, 995. – Washington: United States Government Printing Office, 1977. – 31 p.
8. Ziegler W., Sandberg C.A. The late Devonian Standard Conodont Zonation // Cour. Forschungsinst. Senckenberg. – 1990. – V. 121. – P. 1–115.
9. Walliser O.H. Global Events in the Devonian and Carboniferous // Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic. – Berlin; Heidelberg: Springer, 1996. – P. 225–250.
10. Becker R.T. Anoxia, eustatic changes, and Upper Devonian to lowermost Carboniferous global ammonoid diversity // House, M.R. (ed.) The Ammonoidea: environment, ecology, and evolutionary change (systematics association special volume series). – Oxford: Clarendon Press, 1993. – P. 115–163.
11. Johnson J.G., Klapper G., Sandberg C.A. Devonian eustatic fluctuations in Euramerica // Geol. Soc. Am. Bull. – 1985. – V. 96, No 5. – P. 567–587.
12. Sandberg C.A., Ziegler W., Dreesen R., Butler J.L. Late Frasnian mass extinction: conodont event stratigraphy, global changes, and possible causes // Cour. Forschungsinst. Senckenberg. – 1988. – V. 102. – P. 263–307.

13. *Klapper G., Feist R., Becker R.T., House M.R.* Definition of the Frasnian/Famennian Stage boundary // Episodes. – 1993. – V. 16, No 4. – P. 433–441.
14. *Bond D., Wignall P.* The role of sea-level change and marine anoxia in the Frasnian–Famennian (Late Devonian) mass extinction // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. – 2008. – V. 263, No 3–4. – P. 107–118.
15. *Bond D., Zaton M.* Gamma-ray spectrometry across the Upper Devonian basin succession at Kowala in the Holy Cross Mountains (Poland) // Acta Geol. Pol. – 2003. – V. 53, No 2. – P. 93–99.
16. *Buggisch W., Joachimski M.M.* Carbon isotope stratigraphy of the Devonian of Central and Southern Europe // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. – 2006. – V. 240, No 1–2. – P. 68–88.
17. *Denayer J., Poty E.* Facies and palaeoecology of the upper member of the Aisemont Formation (Late Frasnian, S. Belgium): an unusual episode within the Late Frasnian crisis // Geol. Belg. – 2010. – V. 13, No 3. – P. 197–212.
18. *Denayer J., Mottequin B.* Middle and Upper Devonian Events in Belgium: review and new insights // Strata. – 2015. – V. 16. – P. 40–42.
19. *Girard C., Renaud S.* Quantitative conodont-based approaches for correlation of the Late Devonian Kellwasser anoxic events // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. – 2007. – V. 250, No 1–4. – P. 114–125.
20. *Godderis Y., Joachimski M.M.* Global change in the Late Devonian: modelling the Frasnian–Famennian short-term carbon isotope excursions // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. – 2004. – V. 202, No 3–4. – P. 309–329.
21. *House M.R., Menner V.V., Becker R.T., Klapper G., Ovnatanova N.S., Kuzmin V.* Reef episodes, anoxia and sea-level changes in the Frasnian of the southern Timan (NE Russian Platform) // Geol. Soc., London, Spec. Publ. – 2000. – V. 178. – P. 147–176. – doi: 10.1144/GSL.SP.2000.178.01.11.
22. *Racki G.* Toward understanding Late Devonian global events: few answers, many questions // Understanding Late Devonian and Permian–Triassic Biotic and climatic events: Towards an integrated approach / Eds. D.J. Over, J.R. Morrow, P.B. Wignall. – Elsevier, 2005. – P. 5–36.
23. *Sandberg C.A., Morrow J.R., Ziegler W.* Late Devonian sea-level changes, catastrophic events, and mass extinctions // Geol. Soc. Am., Spec. Pap. – 2002. – V. 356. – P. 473–487.

Поступила в редакцию
28.04.16

Соболева Марина Анатольевна, младший научный сотрудник лаборатории стратиграфии

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН
ул. Первомайская, д. 54, г. Сыктывкар, 167982, Россия
E-mail: matusha.888@mail.ru

Соболев Дмитрий Борисович, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник лаборатории стратиграфии

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН
ул. Первомайская, д. 54, г. Сыктывкар, 167982, Россия
E-mail: dbsobolev@rambler.ru

New Data on Conodonts of the Upper Devonian of the Polar Urals (Ostantsovy Section, Malaya Usa River)

M.A. Soboleva*, D.B. Sobolev**

Institute of Geology, Komi Science Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar,
167982 Russia

E-mail: *matusha.888@mail.ru, **dbsobolev@rambler.ru

Received April 28, 2016

Abstract

The main features of the Upper Devonian sediments on the right side of the Ostantsovy Creek (the left tributary of the Malaya Usa River) in the eastern part of the Bielsko-Eletskaia structural formational belt on the western slope of the Polar Urals have been considered. The late Frasnian age of these sediments has been determined on the basis of conodonts (the linguiformis zone of the standard conodont scale). The transition from clastic and organic limestones with massive stromatoporoid forms to limestones with fused (reservoir) stromatoporoid forms and *Palmatolepis* biofacies is indicative of the transgressive shift of the linguiformis phase. This transgressive level is an indirect expression of the Upper Kellwasser global event.

Keywords: conodonts, lithology, stratigraphy, Upper Devonian, Frasnian, Polar Urals

Acknowledgments. We are grateful to E.V. Antropova for identification of stromatoporoids and S.S. Shevchuk for SEM survey (Institute of Geology, Komi Science Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar).

The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 16-35-00049) and the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (project no. 15-18-5-37).

Figure Captions

Fig. 1. A fragment of the geological map (by [1]) with the location of the studied Ostantsovy section (A) and the scheme showing the bedrock exposures of the Upper Devonian sediments on the Ostantsovy Creek (B).

Fig. 2. The stratigraphic column with the distribution of conodonts.

Fig. 3. The general view of the Ostantsovy section (A), the relict structure of massive stromatoporoids in the polished section of sample 5 (B), the relict structure of tubular stromatoporoids in the polished section of sample 6 (C, D).

Fig. 4. **Fig. 1-2.** *Palmatolepis ederi* Ziegler et Sandberg, 1990, (1) ind. no. 492/10-66, sample 24; (2) ind. no. 492/10-59, sample 23. **Fig. 3.** *Palmatolepis linguiformis* Muller, 1956, ind. no. 492/10-61, sample 24. **Fig. 4.** *Palmatolepis rhenana nasuta* Müller, 1956, ind. no. 492/10-54, sample 22. **Fig. 5-8.** *Palmatolepis rhenana rhenana* Bischoff, 1956, (5) ind. no. 492/10-55, sample 22; (6) ind. no. 492/10-80, sample 24; (7) ind. no. 492/10-65, sample 24; (8) ind. no. 492/10-57, sample 22. **Fig. 9.** *Palmatolepis* cf. *gigas extensa* Ziegler et Sandberg, 1990, ind. no. 492/10-70, sample 24. **Fig. 10-11.** *Palmatolepis gigas extensa* Ziegler et Sandberg, 1990, (10) ind. no. 492/10-63, (11) ind. no. 492/10-73, sample 24. **Fig. 12.** *Palmatolepis gigas gigas* Muller et Youngquist, 1947, ind. no. 492/10-67, sample 24. **Fig. 13.** *Palmatolepis jamieae* Ziegler et Sandberg, 1990, ind. no. 492/10-69, sample 24. **Fig. 14, 16, 17.** *Palmatolepis* aff. *subrecta* Muller et Youngquist, 1947, (14) ind. no. 492/10-77, sample 24; (16) ind. no. 492/10-60, sample 23; (17) ind. no. 492/10-79, sample 24. **Fig. 15.** *Palmatolepis* sp., ind. no. 492/10-71, ind. 24. **Fig. 18.** *Polygnathus evidens* Klapper et Lane, 1985, ind. no. 492/10-72, sample 24. **Fig. 19.** *Polygnathus aspelundi* Savage et Funai, 1980, ind.

no. 492/10-76, sample 24. **Fig. 20.** *Polygnathus lodinensis* Polsler, 1969, ind. no. 492/10-78, sample 24. **Fig. 21.** *Icriodus alternatus alternatus* Branson et Mehl, 1934, ind. no. 492/10-74, sample 24.

References

1. Shishkin M.A., Malykh O.N., Popov P.E., Kolesnik L.S., Malykh I.M., Soboleva A.A., Karmanov R.S., Romanova N.V., Busygina E.N., Koshtyрева A.P., Lyutikova G.I., Karapetov G.A., Patratii L.E. State Geological Map of the Russian Federation. Scale 1:200 000. Ed. 2. Pages Q-41-V, VI (Vorkuta). Polar Urals Series. Explanatory Note. St. Petersburg, Kartfabrika VSEGEI, 2005. 335 p. (In Russian)
2. Chernov G.A. The Paleozoic of the Bolshezemelskaya Tundra and Prospects of Its Oil and Gas Potential. Moscow, Nauka, 1972. 314 p. (In Russian)
3. Shishkin M.A. Geology of the zone of junction of the Yelets and Lemvinsk facies on the western slope of the Polar Urals. *Extended Abstract of Cand. Geol.-Mineral. Sci. Diss.* Syktyvkar, 2003. 20 p. (In Russian)
4. Barskov I.S. General Geology (Achievements in Science and Technology). *Konodonty v sovremennoi geologii* [Conodonts in Modern Geology]. Vol. 19. Moscow, VINITI, 1985, pp. 93–221. (In Russian)
5. Kirilishina E.M., Kononova L.I. Conodont biofacies in the Frasnian basin on southwestern Moscow syncline. *Vestn. Mosk. Gos. Univ., Ser. 4, Geol.*, 2004, no. 2, pp. 32–40. (In Russian)
6. Ziegler W., Sandberg C.A. Palmatolepis-based revision of upper part of standard Late Devonian conodont zonation. *Geol. Soc. Am., Spec. Pap.*, 1984, vol. 196, pp. 179–194. doi: 10.1130/SPE196-p179.
7. Epstein A.G., Epstein G.B., Harris L.D. Geological Survey Professional Paper, 995. *Conodont Color Alteration – An Index to Organic Metamorphism*, Washington, U. S. Gov. Print. Off., 1977. 31 p.
8. Ziegler W., Sandberg C.A. The Late Devonian standard conodont zonation. *Cour. Forschungsinst. Senckenberg*, 1990, vol. 121, pp. 1–115.
9. Walliser O.H. Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic. *Global Events in the Devonian and Carboniferous*. Berlin, Heidelberg, Springer, 1996, pp. 225–250.
10. Becker R.T. The Ammonoidea: Environment, Ecology, and Evolutionary Change (Systematics Association Special Volume Series). *Anoxia, Eustatic Changes, and Upper Devonian to Lowermost Carboniferous Global Ammonoid Diversity*. House M.R. (Ed.), Oxford, Clarendon Press, 1993, pp. 115–163.
11. Johnson J.G., Klapper G., Sandberg C.A. Devonian eustatic fluctuations in Euramerica. *Geol. Soc. Am. Bull.*, 1985, vol. 96, no. 5, pp. 567–587.
12. Sandberg C.A., Ziegler W., Dreesen R., Butler J.L. Late Frasnian mass extinction: conodont event stratigraphy, global changes, and possible causes. *Cour. Forschungsinst. Senckenberg*, 1988, vol. 102, pp. 267–307.
13. Klapper G., Feist R., Becker R.T., House M.R. Definition of the Frasnian/Famennian Stage boundary. *Episodes*, 1993, vol. 16, no. 4, pp. 433–441.
14. Bond D., Wignall P. The role of sea-level change and marine anoxia in the Frasnian-Famennian (Late Devonian) mass extinction. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 2008, vol. 263, nos. 3–4, pp. 107–118.
15. Bond D., Zaton M. Gamma-ray spectrometry across the Upper Devonian basin succession at Kowala in the Holy Cross Mountains (Poland). *Acta Geol. Pol.*, 2003, vol. 53, no. 2, pp. 93–99.
16. Buggisch W., Joachimski M.M. Carbon isotope stratigraphy of the Devonian of Central and Southern Europe. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 2006, vol. 240, nos. 1–2, pp. 68–88.
17. Denayer J., Poty E. Facies and palaeoecology of the Upper member of the Aisemont Formation (Late Frasnian, S. Belgium): an unusual, episode within the Late Frasnian crisis. *Geol. Belg.*, 2010, vol. 13, no. 3, pp. 197–212.
18. Denayer J., Mottequin B. Middle and Upper Devonian events in Belgium: review and new insights. *Strata*, 2015, vol. 16, pp. 40–42.
19. Girard C., Renaud S. Quantitative conodont-based approaches for correlation of the Late Devonian Kellwasser anoxic events. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 2007, vol. 250, nos. 1–4, pp. 114–125.

20. Godderis Y., Joachimski M.M. Global change in the Late Devonian: modelling the Frasnian-Famennian short-term carbon isotope excursions. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.*, 2004, vol. 202, nos. 3–4, pp. 309–329.
21. House M.R., Menner V.V., Becker R.T., Klapper G., Ovnatanova N.S., Kuzmin V. Reef episodes, anoxia and sea-level changes in the Frasnian of the southern Timan (NE Russian Platform). *Geol. Soc., London, Spec. Publ.*, 2000, vol. 178, pp. 147–176. doi: 10.1144/GSL.SP.2000.178.01.11.
22. Racki G. Understanding Late Devonian and Permian-Triassic Biotic and Climatic Events: Towards an Integrated Approach. *Toward Understanding Late Devonian Global Events: Few Answers, Many Questions*. Over D.J., Morrow J.R., Wignall P.B. (Eds.). Elsevier, 2005, pp. 5–36.
23. Sandberg C.A., Morrow J.R., Ziegler W. Late Devonian sea-level changes, catastrophic events, and mass extinctions. *Geol. Soc. Am., Spec. Pap.*, 2002, vol. 356, pp. 473–487.

⟨ **Для цитирования:** Соболева М.А., Соболев Д.Б. Новые данные по конодонтам верхнего девона Полярного Урала (разрез Останцовый, р. Малая Уса) // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. – 2016. – Т. 158, кн. 3. – С. 455–467. ⟩

⟨ **For citation:** Soboleva M.A., Sobolev D.B. New data on conodonts of the Upper Devonian of the Polar Urals (Ostantsovy section, Malaya Usa River). *Uchenye Zapiski Kazanskogo Universiteta. Seriya Estestvennye Nauki*, 2016, vol. 158, no. 3, pp. 455–467. (In Russian) ⟩