

УДК 551.734.5(470.5)

## РАЗРЕЗЫ ЗАПАДНОГО СКЛОНА ЮЖНОГО УРАЛА, ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ДЛЯ ВЫБОРА ТОЧКИ РЕГИОНАЛЬНОГО СТРАТОТИПА НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ ФАМЕНСКОГО ЯРУСА

© 2015 г. Р. Ч. Тагариева\*, А. Г. Мизенс\*\*

\*Институт геологии Уфимского научного центра РАН  
450077, г. Уфа, ул. Карла Маркса, 16/2,  
E-mail: trezeda88@mail.ru

\*\*Институт геологии и геохимии УрО РАН  
620075, г. Екатеринбург, пер. Почтовый, 7  
E-mail: MizensAG@igg.uran.ru

Поступила в редакцию 26.12.2014 г.

Принята к печати 05.03.2015 г.

Разрезы Большая Барма, Аккыр, Рязук и Кук-Караук западного склона Южного Урала рассматриваются как перспективные на установление точки регионального стратотипа границы (ТРСГ) фаменского яруса. В изученных разрезах границей франского и фаменского ярусов (F/F) является подошва барминского горизонта. Она зафиксирована внутри литологически однородного слоя брахиоподового ракушняка по одновременному появлению конодонтов *Palmatolepis triangularis* Sann. и брахиопод *Parapugnax markovskii* (Yud.). Ракушняк пограничного F/F интервала расчленен на конодонтовые зоны и подзоны Upper rhenana, linguiformis, Lower и Middle triangularis и детально охарактеризован конодонтами и брахиоподами.

Ключевые слова: Южный Урал, граница франского и фаменского ярусов, точка регионального стратотипа границы (ТРСГ), брахиоподовый ракушняк, биостратиграфия, конодонты, брахиоподы.

### ВВЕДЕНИЕ

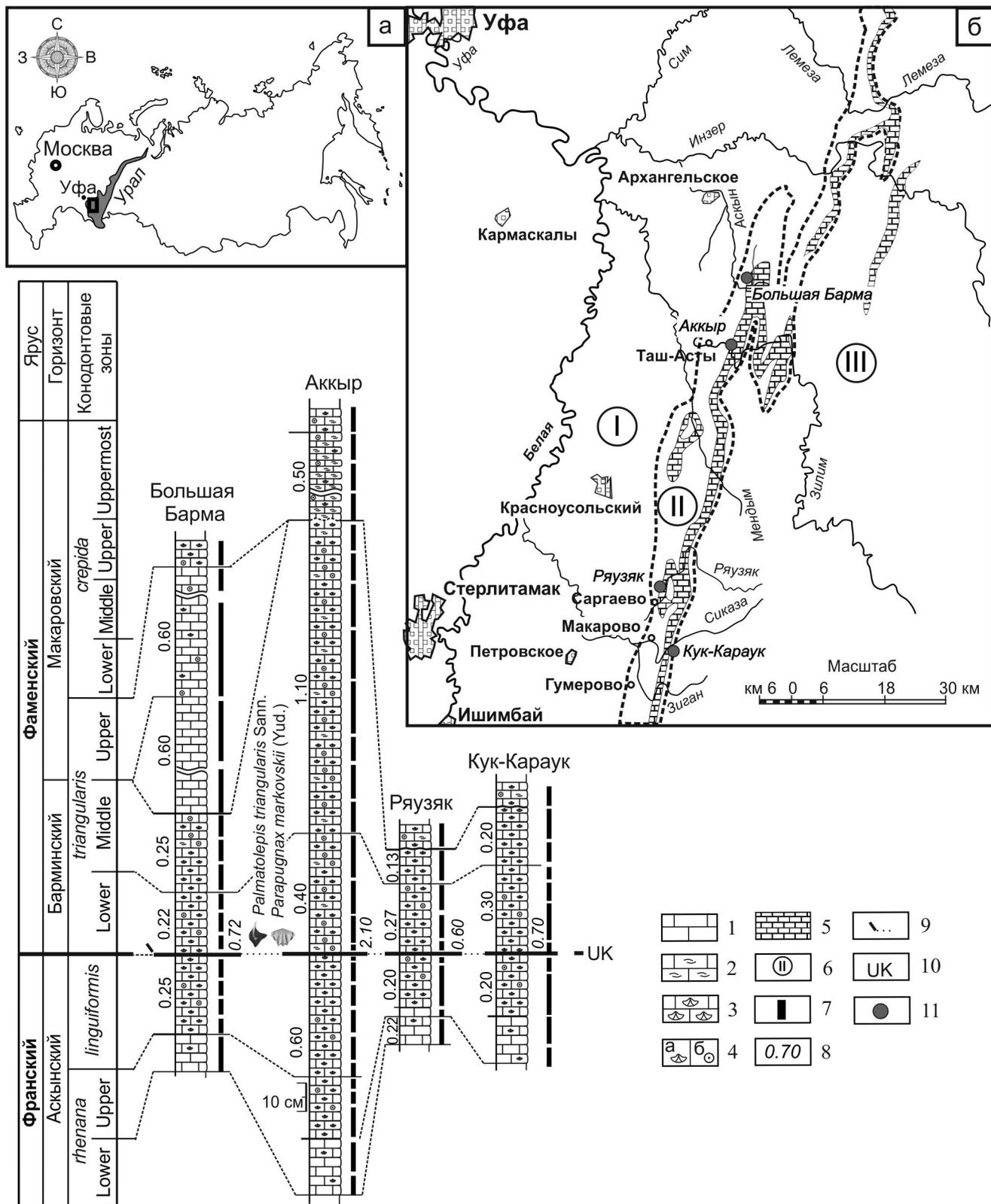
В целях сближения Общей (ОСШ) и Международной (МСШ) стратиграфических шкал постановлением Межведомственного стратиграфического комитета (МСК) и решением Всероссийской конференции (Москва, 2013) были определены задачи исследований, направленные на установление лимитотипов ярусов в регионах России (Постановления..., 2011; Захаров, Варламов, 2013), в частности, с помощью выбора точек региональных стратотипов границ (ТРСГ). При выборе и описании ТРСГ рекомендованы правила, аналогичные требованиям установления точек глобальных стратотипов границ (Global Boundary Stratotype Section and Point – GSSP) в МСШ (Стратиграфический кодекс, 1992, прил. 2; Remane et al., 1996; Постановления..., 2011, с. 5).

Таким стратотипом для границы F/F является разрез Upper Coumiac Quarry в Монтань Нуар (Франция), где в основании конодонтовой зоны *Palmatolepis triangularis*, предложенной в МСШ в качестве нижней границы фаменского яруса (Dineley, 1988, House, 1988), между слоями 31g и 32a “вбит” “золотой гвоздь” (GSSP) (Klapper et al., 1993). Он зафиксирован в кровле черных известняков верхнего горизонта Кельвассер и совпадает с одним из крупнейших событий вымирания в фане-

розое Upper Kellwasser Event (Walliser, 1996; Алексеев, 1998), или верхним кельвассеровским. Разрезов, где отложения пограничного фран-фаменского интервала имеют детальную палеонтологическую характеристику в непрерывной стратиграфической последовательности, в мире очень мало, на этом рубеже повсеместно наблюдаются перерывы в осадконакоплении (Веймарн и др., 1998).

Южный Урал в этом отношении является уникальным регионом. Здесь имеются хорошо изученные непрерывные разрезы франского и фаменского ярусов, представленные как осадочными, так и вулканогенно-осадочными образованиями (Абрамова, 1999; Якупов и др., 2002; Abramova, Artyushkova, 2004; Артюшкова, Маслов, 2005; Маслов, Артюшкова, 2010; Tagarieva, 2013). Некоторые из них с успехом могли бы претендовать на роль лимитотипа нижней границы фаменского яруса.

В качестве объектов, в пределах которых можно выбрать ТРСГ основания фаменского яруса, мы предлагаем разрезы Большая Барма, Аккыр, Рязук и Кук-Караук, расположенные в Западно-Уральской внешней зоне складчатости Южного Урала (рис. 1) и сложенные карбонатными породами. Уровень основания зоны triangularis в этих разрезах впервые установлен А.Н. Абрамовой и проходит внутри мощного (не более 2.1 м) слоя брахиоподового ра-



**Рис. 1.** Корреляция пограничных франко-фаменских отложений разрезов западного склона Южного Урала. а – карта-схема расположения района исследований на территории России; б – карта расположения изученных разрезов (заимствована из работы В.А. Маслова (1959) с дополнениями).

1 – известняк; 2 – известняк органогенно-детритовый; 3 – ракушняк брахиоподовый; 4 – фауна: а – брахиоподы, б – криноидеи; 5 – выходы девонских известняков; 6 – зоны (мегазоны) Западно-Уральской палеоконтинентальной провинции (Се-

кушняка (Барышев, Абрамова, 1996, Юдина, 1997; Абрамова, 1999; Abramova, Artyushkova, 2004). Нижняя часть ракушняка по фауне конодонтов и брахиопод относится к аскынскому горизонту франского яруса (Стратиграфические..., 1993; Постановления..., 2008) и имеет во всех разрезах небольшую мощность – от 0.20 до 0.60 м (см. рис. 1). Верхняя, большая, часть (0.40–1.5 м) ракушняка принадлежит барминскому горизонту фаменского яруса.

Детальное биостратиграфическое изучение F/F интервала по конодонтам и брахиоподам и полученные в последние годы данные по изотопам углерода и кислорода (Abramova, Artyushkova, 2004; Мизенс, 2007, 2009, 2012; Artyushkova et al., 2011; Izokh, 2011; Tagarieva, 2013) показывают, что эти разрезы могут рассматриваться в качестве потенциальных для выбора регионального лимитотипа нижней границы фаменского яруса.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Каменный материал из пограничного франско-фаменского интервала в разрезах Большая Барма, Аккыр, Рязук и Кук-Караук собран во время полевых работ 2008–2012 гг. Изучение разрезов проводилось с посантиметровым отбором более 75 проб массой до 2 кг каждая. Для всех проб были сделаны пришлифовки и прозрачные шлифы. В период лабораторной обработки из них предварительно выбирались брахиоподы. В совокупности в рассматриваемом интервале из четырех разрезов было собрано более 3000 экз. раковин, отдельных створок и обломков. Оставшаяся после препарирования брахиопод часть породы использовалась для выделения конодонтов. Дезинтеграция пород осуществлялась по традиционной методике в 3–5%-м растворе муравьиной кислоты. Выборка микрофауны из нерастворимого осадка и ее дальнейшее изучение проводились под стереомикроскопом. Вся изученная коллекция насчитывает более 4100 экземпляров платформенных элементов конодонтов 57 видов, принадлежащих семи родам, которые хранятся в Лаборатории стратиграфии палеозоя ИГ УНЦ РАН (г. Уфа). Фотографирование конодонтов выполнялось на сканирующем электрон-

ном микроскопе (СЭМ) в ИНГГ им. А.А. Трофимука СО РАН (г. Новосибирск) и в Палеонтологическом институте им. А.А. Борисяка РАН (Москва). Фотографирование брахиопод выполнялось в ИГГ УрО РАН им. акад. А.Н. Заварицкого.

### ЛИТОЛОГО-ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОГРАНИЧНЫХ ФРАН-ФАМЕНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ИЗУЧЕННЫХ РАЗРЕЗОВ

В разрезах Большая Барма, Аккыр, Рязук и Кук-Караук, в связи с поставленной задачей выбора ТРСГ, с особенной тщательностью изучался брахиоподовый ракушняк, внутри которого выявлена граница фран-фамена, а также подстилающие и перекрывающие его известняки. Послойное описание отложений во всех разрезах приведено снизу вверх.

### Разрез Большая Барма

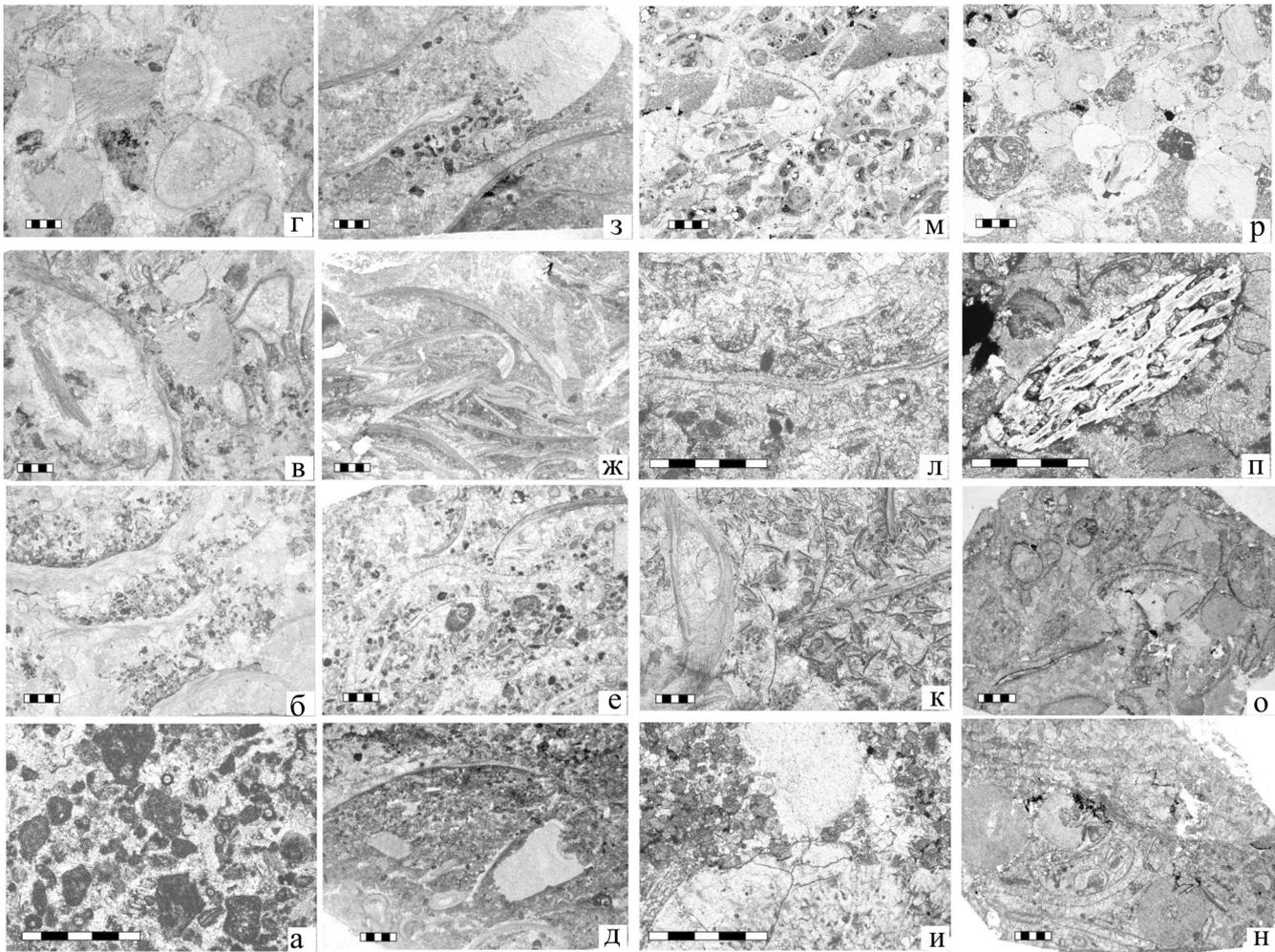
Разрез находится на правом берегу р. Большая Барма (правый приток р. Аскын), в 1.3 км выше ее устья (см. рис. 1). Является стратотипом барминского горизонта верхнего девона (Наливкин, 1931). Координаты: 54°15.514' с.ш. и 56°54.528' в.д. Разрез мощностью около 30 м, обнаженный по бортам неглубокого оврага с непостоянно действующим родником, был неоднократно описан (Домрачев, 1952; Абрамова, 1999; Абрамова, Артюшкова, 1999; Мизенс и др., 1999; Abramova, Artyushkova, 2004; Tagarieva, 2012a; Tagarieva, 2013).

*Слой 1.* Известняк светло-серый неяснослоистый плотный мелкозернистый участками доломитизированный органогенно-полидетритовый (с преобладанием брахиопод и члеников криноидей). Микроскопически порода представлена пеллоидным мелко- и среднебиокластовым вакстоуном с пеллоидами песчаной (от мелко- до крупнозернистой) размерности (рис. 2а). Среди органических остатков отмечаются обломки раковин брахиопод, членики криноидей, обрывки зеленых и багряных водорослей и мелкие раковины фораминифер. Отмечаются примазки гидроокислов железа. Мощность слоя 1.0 м.

равкин и др., 2001): I – Предуральский краевой прогиб, II – Западно-Уральская внешняя зона складчатости, III – Башкирский антиклинорий; 7 – места отбора образцов (справа от колонок); 8 – мощность брахиоподового ракушняка, м (над линией UK справа от колонок); 9 – точка регионального стратотипа границы (ТРСГ); 10 – событие Upper Kellwasser; 11 – расположение разрезов.

**Fig. 1.** Correlation of sections of the Frasnian-Famennian boundary deposits on the western slope of the South Urals. a – sketch map showing the location of the studied area in Russia; б – the location of the sections (borrowed from V.A. Maslov (1959) with additions).

1 – limestone; 2 – bioclastic limestone; 3 – brachiopod coquina; 4 – fauna: а – brachiopods, б – crinoids; 5 – outcrops of the Devonian limestones; 6 – megazones of the West Uralian Paleocoastal Province after (Серавкин и др., 2001): I – Preuralian Foredeep; II – West Uralian Folded Zone; III – Bashkirian Anticlinorium; 7 – location of samples in the sections, to the right of the columns; 8 – thickness of the brachiopod coquina, m (above UK, to the right of the columns); 9 – Regional Boundary Stratotype Point (RBSP); 10 – Upper Kellwasser Event; 11 – location of sections.



**Рис. 2.** Фотографии шлифов известняков из пограничного F/F интервала изученных разрезов (без анализатора, линейка 1 мм).

а – пеллоидный биокластовый вакстоун, разрез Большая Барма, обр. Б-б, франский ярус, подзона Upper rhenana; б, е, к, н, о – пеллоидный биокластовый криноидно-брахиоподовый пакстоун-грейнстоун, франский ярус, зона linguiformis; б – разрез Большая Барма, обр. Б-с; е – разрез Аккыр, обр. А-а/3; к – разрез Рязуяк, обр. Р-04; н, о – разрез Кук-Караук, обр. К-И-б; в, г, ж-л – биокластовый криноидно-брахиоподовый пакстоун-грейнстоун, фаменский ярус, подзона Lower triangularis; в, г – разрез Большая Барма, обр. Б-г и Б-г; ж, з – разрез Аккыр, обр. А-б/2 и А-14а; л – разрез Рязуяк, обр. Р-07; д, и – пеллоидный биокластовый пакстоун, франский ярус, подзона Upper rhenana; д – разрез Аккыр, обр. А-12, и – разрез Рязуяк, обр. Р-03; м, р – криноидный грейнстоун, фаменский ярус подзона Lower crepida; м – разрез Рязуяк, обр. Т12-125, р – разрез Кук-Караук, обр. К-И-Г; п – поперечное сечение зуба рыбы (возможно, фрагмент *Phoebodus* sp.), фаменский ярус, подзона Lower crepida, разрез Кук-Караук, обр. К-И-Г.

**Fig. 2.** Photomicrographs of thin sections of limestones from studied sections (the F/F boundary interval) (normal light, scale 1 mm).

а – peloidal bioclastic wackestone, Bolshaya Barma section, sample Б-б, Frasnian, Upper rhenana Subzone; б, е, к, н, о – peloidal bioclastic packstone-grainstone consisting of brachiopod shells and crinoidal fragments, Frasnian, linguiformis Zone; б – Bolshaya Barma section, sample Б-с; е – Akkyr section, sample А-а/3; к – Ryaazyak section, sample Р-04; н, о – Kuk-Karauk section, sample К-И-б; в, г, ж-л – bioclastic packstone-grainstone with numerous bioclasts of brachiopod shells and crinoids, Famennian, Lower triangularis Subzone; в, г – Bolshaya Barma section, sample Б-г and Б-г; ж, з – Akkyr section, sample А-б/2 and А-14а; л – Ryaazyak section, sample Р-07; д, и – peloidal bioclastic packstone, Frasnian, Upper rhenana Subzone; д – Akkyr section, sample А-12, и – Ryaazyak section, sample Р-03; м, р – bioclastic crinoidal grainstone, Famennian, Lower crepida Subzone; м – Ryaazyak section, sample Т12-125, р – Kuk-Karauk section, sample К-И-Г; п – cross section of fish tooth (possibly the fragment of *Phoebodus* sp.), Famennian, Lower crepida Subzone, Kuk-Karauk section, sample К-И-Г.

Комплекс конодонтов бедный. Представлен единичными экземплярами *Palmatolepis juntianensis* Nan, *Pa. rhenana* Bisch., *Polygnathus maximovae* Ovn.

et Kon. и *Pol. lodinensis* Pöls. (рис. 3а, обр. Б-б). Присутствие зонального вида *Palmatolepis rhenana* Bisch. и других характерных форм позволяет сопоставить

вещающие отложения с интервалом подзоны Upper rhenana стандартной конодонтовой шкалы, соответствующей аскынскому горизонту франского яруса.

Из этого интервала определены брахиоподы *Athyris globosa* (Roem.), *Iowatrypa* aff. *kadzielniae* (Nal.), *I. nalivkini* Rzhon. et Sok., *Desquamatia* (*D.*) *alticoliformis* Rzhon., *Cyrtospirifer* cf. *askynensis* Mark. и *C.* cf. *jeremejewi* (Tschern.). Более 60% экземпляров из общего числа раковин относится к *Desquamatia alticoliformis* (см. рис. 3б).

**Слой 2 (а и б).** Ракушняк брахиоподовый светло-серый неяснослоистый плотный интенсивно перекристаллизованный. В шлифах средне- и крупно-биокластовый пакстоун-грейнстоун и пеллоидный пакстоун, сложенные многочисленными створками раковин брахиопод, обломками члеников криноидей, пеллоидами, реже раковинами остракод, однокамерных фораминифер и фрагментами зеленых водорослей (см. рис. 2б–г). Мощность слоя 0.72 м.

Собранные конодонты и брахиоподы позволяют разделить содержащие их отложения на франский (2а) и фаменский (2б) интервалы.

**Интервал 2а.** Нижние 0.25 м содержат ассоциацию конодонтов, характерную для зоны *linguiformis* аскынского горизонта франского яруса, причем зональный вид *Palmatolepis linguiformis* Müll. появляется с основания брахиоподового ракушняка (см. рис. 3а, обр. Б-с–Б-г). Комплекс конодонтов включает три рода и 16 видов: *Belodella* sp., *Pa. amplificata* Klapp., Kuzm. et Ovn., *Pa. bogartensis* (Stauf.), *Pa. boogaardi* Klapp. et Fost., *Pa. gigas gigas* Mill. et Young., *Pa. hassi* Mull. et Mull., *Pa. linguiformis* Müll. *Pa. muelleri* Klapp. et Fost., *Pa. nasuta* Mull., *Pa. rhenana* Bisch., *Pa. subrecta* Mill. et Young., *Polygnathus churkini* Sav. et Fun., *Pol. incompletus* Uyeno, *Pol. lodinensis* Pöls., *Pol. maximo-vae* Ovn. et Kon. и *Pol. normalis* Mill. et Young. При этом большинство конодонтов относятся к видам *Palmatolepis nasuta* Mull., *Pa. subrecta* Mill. et Young. и *Pol. normalis* Mill. et Young. (см. рис. 3в).

Из ракушняка зоны *linguiformis* франского яруса собран богатый комплекс брахиопод, представленный 15 видами, относящимися к 11 родам и пяти отрядам: ортиды, пентамериды, ринхонеллиды, атрипиды и спирифериды: *Aulacella eifeliensis* (Vern.), *Gypidula biplicata* (Schnur), *Hypothyridina coronula* (Dreiv.), *Atryparia* (*Costatrypa*) *posturalica* (Mark.), *Iowatrypa* aff. *kadzielniae* (Nal.), *I. nalivkini* Rzhon. et Sok., *Gibberosatrypa gibberosa* (Mark.), *Spinatrypa* (*S.*) *tubaecostata* (Mark.), *S.* (*Exatrypa*) *bifurcata* (Schloth.), *Desquamatia* (*D.*) *alticoliformis* Rzhon., *Adolfia* ex. gr. *bifida* (Roem.), *A. markovskii* Bubl., *Adolfia* sp. nov., *Theodossia* sp., *Emanuella subumbona* (Hall) (см. рис. 3б). **Атрипиды** представлены наибольшим количеством таксонов – 95–100% от общего числа экземпляров раковин.

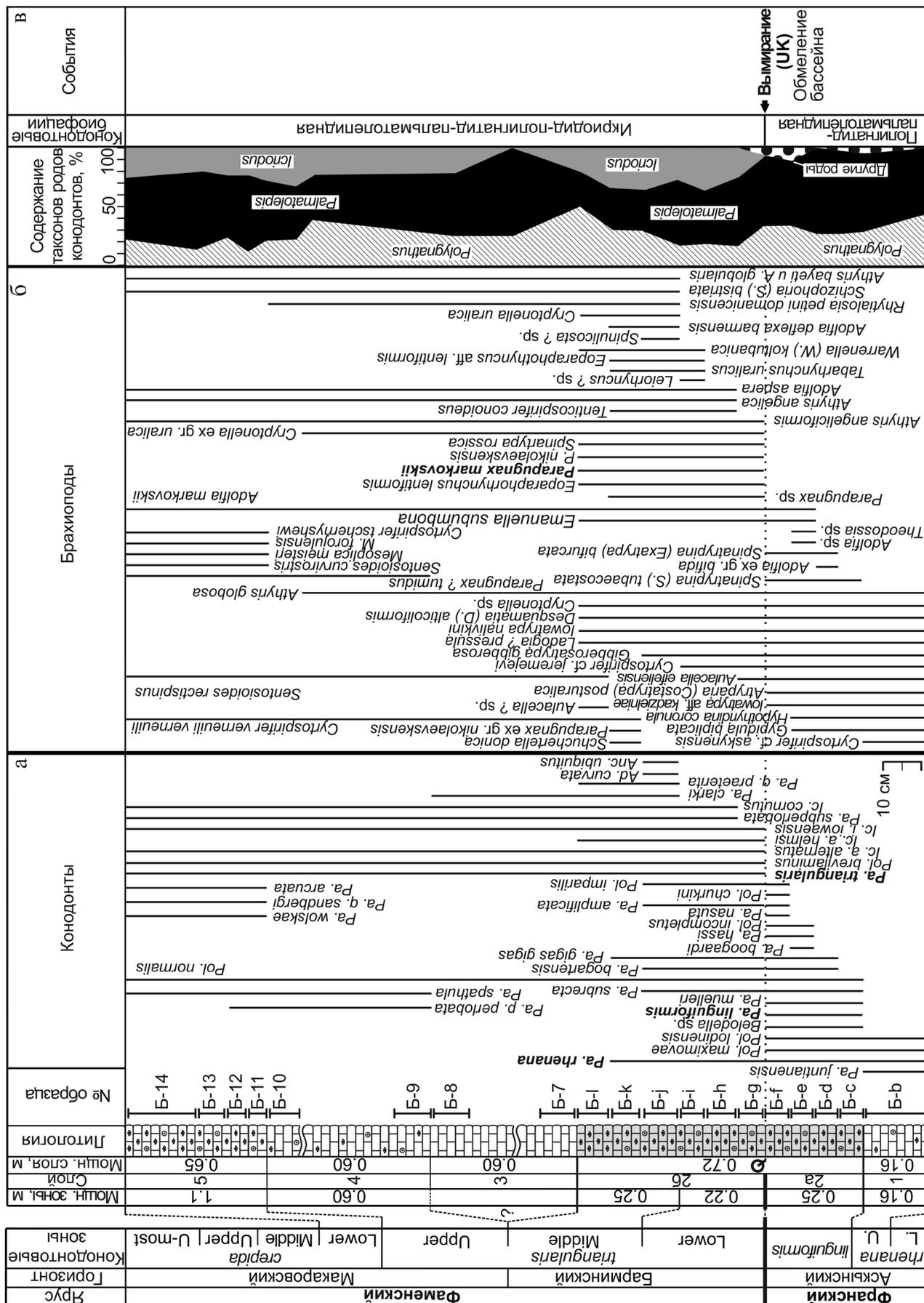
**Интервал 2б.** Фаменская часть брахиоподового ракушняка (барминский горизонт) мощностью

0.47 м охватывает интервал конодонтовых подзон Lower и Middle *triangularis* (см. рис. 3, обр. Б-г–Б-л). Она отличается от нижележащего франского ракушняка более равномерной и плотной “упаковкой” раковин брахиопод (см. рис. 2в, г). В органическом детрите наблюдается сокращение количества раковин остракод, пеллоидов и увеличение обломков члеников криноидей.

Первые и редкие экземпляры конодонтов *Palmatolepis triangularis* Sann. и брахиопод *Parapugnax markovskii* (Yud.) появляются совместно в одном образце (см. рис. 3а, б, обр. Б-г и, табл. I, фиг. 2) и определяют основание барминского горизонта фаменского яруса. Вместе с зональным видом встречаются *Palmatolepis subperlobata* Brans. et Mehl., *Polygnathus brevilaminus* Brans. et Mehl., *Pol. normalis* Mill. et Young. и представители рода *Icriodus* – *Ic. alternatus alternatus* Brans. et Mehl., *Ic. a. helmsi* Sand., *Ic. cornutus* Sann. и *Ic. iowaensis iowaensis* Young. et Pet. **В 0.25 м выше основания барминского ракушняка** появляются редкие экземпляры вида *Palmatolepis clarki* Zieg. и *Pa. quadratinodosalobata praeterita* Schül., характерные для подзоны Middle *triangularis* (см. рис. 3а, обр. Б-ж–Б-л).

С появлением *Palmatolepis triangularis* Sann. меняется и комплекс брахиопод. Барминский комплекс представлен 36 видами, относящимися к 23 родам и восьми отрядам (продуктидам, ортотетидам, ортидам, ринхонеллидам, атрипидам, атиридидам, спириферидам и теребратулидам): *Spinulicosta* ? sp., *Sentosioides rectispinus* (Hall), *Rhytialosia petini domanicensis* (Mark.), *Schuchertella donica* Nal., *Aulacella eifeliensis* (Vern.), *Aulacella* ? sp., *Schizophoria* (*S.*) *bistriata* (Tschern.), *Tabarhynchus uralicus* Yud., *Leiorhynchus* ? sp., *Eoparaphorhynchus lentiformis* (Gür.), *E.* aff. *lentiformis* (Nal.), *Parapugnax markovskii* (Yud.), *P. nikolaevskensis* Bubl., *P.* ex gr. *nikolaevskensis* Bubl., *Parapugnax* sp., *Ladogia* ? *pressula* (Mark.), *Iowatrypa nalivkini* Rzhon. et Sok., *Spinatrypa rossica* Rzhon., *Gibberosatrypa gibberosa* (Mark.), *Spinatrypa* (*Exatrypa*) *bifurcata* (Schloth.), *Desquamatia* (*D.*) *alticoliformis* Rzhon., *Athyris angelica* Hall, *A. angeliciformis* Mark., *A. bayeti* Rig., *A. globosa* (Roem.), *A. globularis* Phill., *Adolfia aspera* Scup., *A. deflexa barmensis* Mark., *Cyrtospirifer* cf. *jeremejewi* (Tschern.), *C. verneuili verneuili* (Murch.), *Tenticospirifer conoideus* (Grab.), *Emanuella subumbona* (Hall), *Warrenella* (*W.*) *koltubanica* (Nal.), *Cryptonella uralica* Nal., *C.* ex gr. *uralica* Nal. и *Cryptonella* sp. (см. рис. 3б). Большинство экземпляров (30–60%) относится уже к ринхонеллидам, а атрипиды составляют не более 25%, относительно много атиридид и спириферид.

Барминский ракушняк в разрезе Большая Барма имеет свои особенности. Таксоны рода *Icriodus* в разрезе встречаются только с основания фаменского яруса, и они количественно значительно уступают таксонам рода *Palmatolepis* (см. рис. 3в). Вместе



с *Palmatolepis triangularis* Sann. в комплексе присутствуют семь видов конодонтов, характерных только для аскынского горизонта франского яруса: *Ancyrodella curvata* (Brans. et Mehl), *Ancyrognathus ubiquitous* Sand., Zieg. et Drees., *Palmatolepis amplificata* Klapp., Kuzn. et Ovn., *Pa. bogartensis* (Stauf.), *Pa. gigas gigas* Mill. et Young., *Pa. rhenana* Bisch., *Pa. subrecta* Mill. et Young. (см. рис. 3а). Аналогичная ситуация наблюдается в комплексах брахиопод, которые также содержат до 30% представителей франских родов, таких как *Tabarhynchus*, *Leiorhynchus*, *Parapugnax*, *Ladogia*, *Adolfia*, *Tenticospirifer*, *Emanuella* and *Warrenella* (Abramova, Artyushkova, 2004; Мизенс и др., 1999; Мизенс, 2007; 2009). В ракушняке барминского горизонта конодонты и брахиоподы франских таксонов не несут следов переотложения. Можно предположить, что они пережили F/F вымирание и некоторое время продолжали существовать вместе с фаменскими видами (Schülke, 1995; Racki et al., 2002; Abramova, Artyushkova, 2004).

**Слой 3.** Известняк светло-серый неяснослоистый мелкозернистый очень плотный слабо доломитизированный. Микроскопически порода представлена мелкобиокластовым вакстоуном, сложенным преимущественно фрагментами водорослей. Мощность слоя 0.60 м.

Фаунистических остатков мало. Брахиоподы не встречены. Комплекс конодонтов представлен единичными экземплярами *Icriodus alternatus alternatus* Brans. et Mehl, *Ic. cornutus* Sann., *Ic. iowaensis iowaensis* Young. et Pet., *Palmatolepis clarki* Zieg., *Pa. subperlobata* Brans. et Mehl, *Pa. triangularis* Sann., *Polygnathus brevilaminus* Brans. et Mehl и *Pol. normalis* Mill. et Young., (см. рис. 3а), характерными для зоны *triangularis*.

**Слой 4.** Известняк буровато-светло-серый неяснослоистый среднезернистый очень плотный слабо доломитизированный с мелкими редкими брахиоподами. В шлифах – пеллоидный грейнстоун песчаной мелко- и среднезернистой размерности с обломками раковин брахиопод, члеников криноидей, фораминифер и фрагментами водорослей. Мощность слоя 0.50 м.

В образцах из этого слоя заметно увеличивается численность экземпляров конодонтов. Основной таксономический состав аналогичен составу комплекса из барминских ракушняков (*Icriodus alternatus alternatus* Brans. et Mehl, *Ic. cornutus* Sann.,

*Ic. iowaensis iowaensis* Young. et Pet., *Palmatolepis clarki* Zieg., *Pa. subperlobata* Brans. et Mehl, *Pa. triangularis* Sann., *Polygnathus brevilaminus* Brans. et Mehl и *Pol. normalis* Mill. et Young.), однако дополняется *Pa. p. perlobata* Ul. et Bas. и *Pa. spathula* Schül. (см. рис. 3а, обр. Б-9 и Б-10) Эти два вида часто встречаются вместе в отложениях конодонтовой подзоны *Upper triangularis* (Барсков и др., 1987; Ziegler, Sandberg, 1990; Schülke, 1995), соответствующей основанию макаровского горизонта фаменского яруса (Стратиграфические..., 1993; Барышев, Абрамова, 1996). Вид-индекс подзоны *Palmatolepis minuta minuta* Brans. et Mehl не встречен.

В этом слое установлено 11 видов брахиопод, относящихся к семи родам шести отрядов: продуктидам, ортидам, ринхонеллидам, атиридидам, спирифиридам и теребратулидам – *Sentosioides curvirostris* (Winch.), *Rhytialosia petini domanicensis* (Mark.), *Schizophoria (S.) bistrata* (Tschern.), *Parapugnax ? tumidis* A.Miz., *Athyris angelica* Hall, *A. angeliciformis* Mark., *A. bayeti* Rig., *A. globosa* (Romem.), *A. globularis* Phill., *Cyrtospirifer verneuili verneuili* (Murch.), *Cryptonella* ex gr. *uralica* Nal. (см. рис. 3б). Для отложений этого возраста характерно появление таких видов, как *Sentosioides curvirostris* (Winch.) и *Parapugnax ? tumidis* A.Miz.

**Слой 5.** Ракушняк брахиоподовый буровато-темно-серый неяснослоистый плотный интенсивно перекристаллизованный. Микроскопически порода представляет собой средне- и крупнобиокластовый грейнстоун, сложенный целыми и раздробленными раковинами брахиопод, фораминифер, обломками члеников криноидей, обрывками мшанок и водорослей. В небольшом количестве (5% площади шлифа) отмечаются пеллоиды песчаной мелко- и среднезернистой размерности. Мощность слоя 0.65 м.

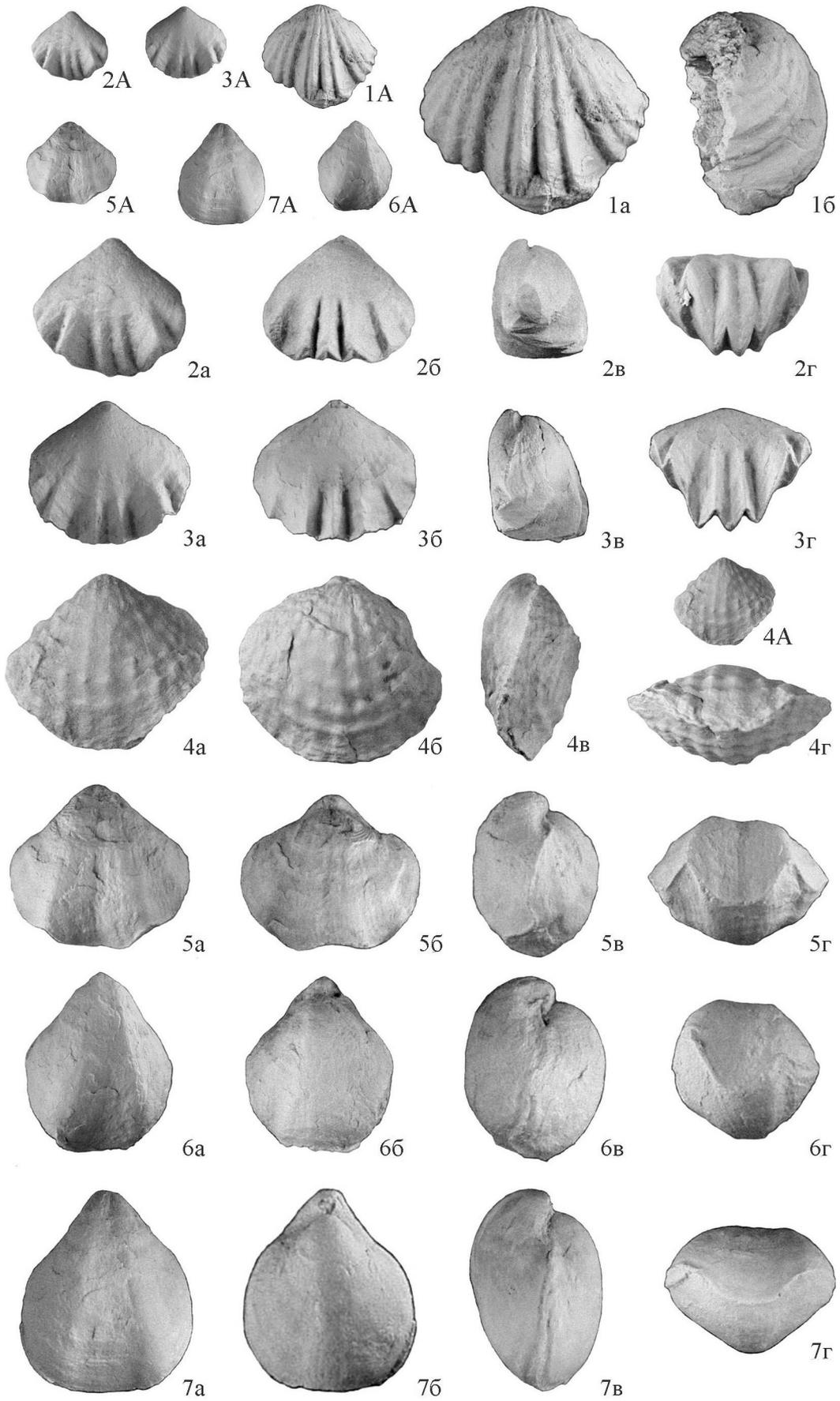
Комплекс конодонтов включает три рода и 12 видов: *Icriodus alternatus alternatus* Brans. et Mehl, *Ic. cornutus* Sann., *Ic. iowaensis iowaensis* Young. et Pet., *Palmatolepis arcuata* Schul., *Pa. p. perlobata* Ul. et Bas., *Pa. spathula* Schül., *Pa. subperlobata* Brans. et Mehl, *Pa. triangularis* Sann., *Pa. q. sandbergi* Ji et Zieg., *Pa. wolskae* Ovn., *Polygnathus brevilaminus* Brans. et Mehl и *Pol. normalis* Mill. et Young. (см. рис. 3а, обр. Б-11–Б-16). Нахождение *Palmatolepis arcuata* Schul., *Pa. q. sandbergi* Ji et Zieg. и *Pa. wolskae* Ovn., несмотря на отсутствие в комплек-

**Рис. 3.** Распространение конодонтов (а) и брахиопод (б) в пограничном F/F интервале разреза Большая Барма и интерпретация палеоэкологических и палеогеографических обстановок (в).

Литология – см. рис. 1. Сокращения для родов и видов конодонтов, используемые рис. 3–6: *Ad.* – *Ancyrodella*, *Anc.* – *Ancyrognathus*, *B.* – *Belodella*, *Ic.* – *Icriodus*, *Pa.* – *Palmatolepis*, *Pol.* – *Polygnathus*, *a* – *alternatus*, *d* – *delicatula*, *i* – *iowaensis*, *q* – *quadratinodosalobata*, *p* – *perlobata*.

**Fig. 3.** Distribution of conodonts (a) and brachiopods (б) in the F/F boundary interval of the Bolshaya Barma section and interpretation of paleoecological and paleogeographic settings (в).

See Fig. 1 for lithology. Abbreviations for conodont genera and species throughout the Figs 3–6: see above.



се вида-индекса *Palmatolepis crepida* Sann., свидетельствует об отношении известняков слоя 5 к зоне Lower crepida (Барсков и др., 1987; Ziegler, Sandberg, 1990; Schülke, 1995) макарковского горизонта фаменского яруса.

Брахиоподы представлены 13 видами, относящимися к семи родам и пяти отрядам (продуктидам, ортидам, ринхонеллидам, атиридидам и спириферидам): *Mesoplica forojulensis* (Frech), *M. meisteri* (Peetz), *Sentosioides curvirostris* (Winch.), *S. rectispinus* (Hall), *Schizophoria (S.) bistrata* (Tschern.), *Parapugnax ? tumidis* A.Miz., *Athyris angelica* Hall, *A. angeliciformis* Mark., *A. globularis* Phill., *Adolfia aspera* Scup., *A. markovskii* Bubl., *Cyrtospirifer tschernyschewi* Khalf. и *C. verneuili verneuili* (Murch.) (см. рис. 3б). Большинство экземпляров здесь относится к продуктидам; отмечаются первые находки представителей характерного фаменского рода *Mesoplica* Reed, 1943.

### Разрез Аккыр

Один из лучших, хорошо обнаженных разрезов пограничного F/F интервала в ракушняковой фации, расположен на правом берегу р. Зилим, в устье руч. Большая Киндерля, в 6 км выше д. Ташасты, в Гафурийском районе Республики Башкортостан (см. рис. 1). Разрез также известен под названием "Большая Киндерля" (Марковский, 1948; Маслов,

1959; Тяжева, 1961). Координаты: 54°09.391' с.ш. и 56°51.390' в.д.

Переходные франско-фаменские отложения изучены по правому склону руч. Большая Киндерля, в 200 м выше его устья, где в виде скальных выходов обнажаются карбонатные породы девонской (живетский?, франский и фаменский ярусы) и каменноугольной систем (Марковский, 1948; Маслов, 1959; Тяжева, 1961; Абрамова, 1999; Abramova, Artyushkova, 2004; Artyushkova et al., 2011; Tagaieva, 2013).

*Слой 1.* Известняк светло-серый неяснослоистый мелкозернистый плотный органогенно-полидетритовый. В шлифах пеллоидный средне- и крупнобиокластовый пакстоун, состоящий преимущественно из мелких тонких раковин остракод, однокамерных фораминифер, обломков члеников криноидей, фрагментов зеленых водорослей и раковин брахиопод (см. рис. 2д). Мощность слоя 0.25 м.

Комплекс конодонтов таксономически разнообразный и состоит из четырех родов и 15 видов: *Ancyrodella ioides* Zieg., *Ad. nodosa* Ul. et Bas., *Ancyrognathus asymmetricus* (Ul. et Bas.), *Palmatolepis amplificata* Klapp., Kuzm. et Ovn., *Pa. bogartensis* (Stauf.), *Pa. boogaardi* Klapp. et Fost., *Pa. gigas gigas* Mill. et Young., *Pa. jamieae* Zieg. et Sand., *Pa. juntianensis* Han, *Pa. mucronata* Klapp., Kuzm. et Ovn., *Pa. nasuta* Mull., *Pa. rhenana* Bisch., *Pa. subrecta* Mill. et Young., *Pa. hassi* Mull. et Mull. и *Polygnathus lo-*

**Таблица I.** Брахиоподы нижнего фамена.

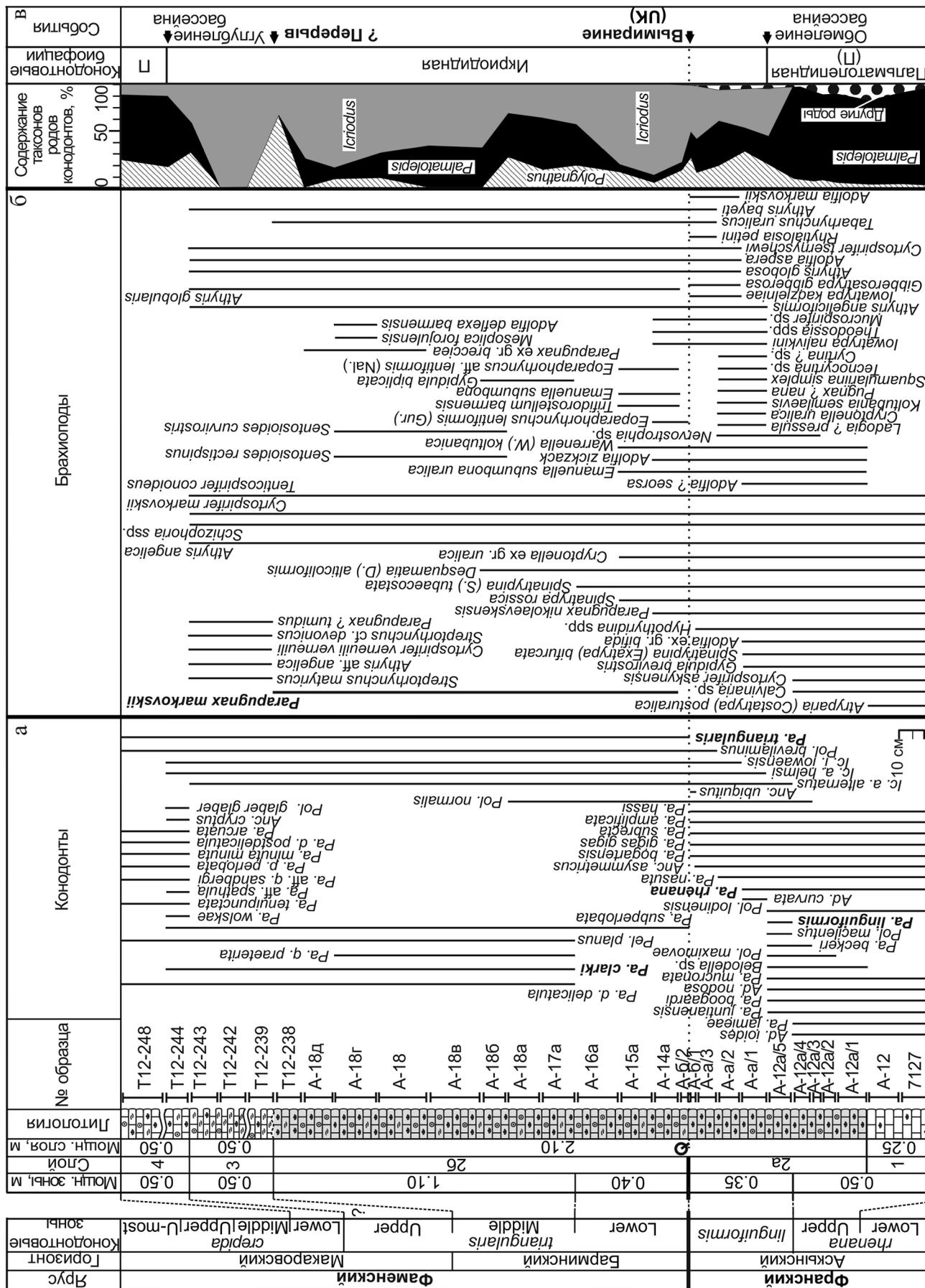
Изображения, подписанные прописными буквами (А), даны в натуральную величину, строчными (а–г) – увеличены в два раза. При изображении раковин в четырех положениях буквами обозначены: а – брюшная створка, б – спинная створка, в – вид сбоку, г – передний край; при изображении отдельной створки: а – вид со стороны спинной створки, б – вид сбоку. Оригиналы хранятся в Уральском геологическом музее (г. Екатеринбург), коллекция М-13.

Фиг. 1 – *Tabarhynchus uralicus* Yudina, 1997, спинная створка в двух положениях, разрез Аккыр, барминский горизонт, подзона Middle triangularis, интервал обр. А-18–А-18д (экз. № М-13/55). Фиг. 2 – *Parapugnax markovskii* (Yudina, 1997), раковина в четырех положениях, разрез Большая Барма, барминский горизонт, подзона Lower triangularis, обр. Б-г (экз. № М-13/65). Фиг. 3 – *Parapugnax markovskii* (Yudina, 1997), раковина в четырех положениях, разрез Аккыр, барминский горизонт, подзона Lower triangularis, обр. А-15а (экз. № М-13/64). Фиг. 4 – *Spinatrypa rossica* Rzhonsnitskaia, 1998, раковина в четырех положениях, разрез Большая Барма, барминский горизонт, подзона Lower triangularis, обр. Б-г (экз. № М-13/73). Фиг. 5 – *Athyris angelica* Hall, 1867, раковина в четырех положениях, разрез Большая Барма, барминский горизонт, подзона Lower triangularis, обр. Б-н (экз. № М-13/75). Фиг. 6 – *Athyris angeliciformis* Markovskii, 1989, форма типичная, раковина в четырех положениях, разрез Большая Барма, барминский горизонт, подзона Middle triangularis, обр. Б-ж (экз. № М-13/76). Фиг. 7 – *Athyris angeliciformis* Markovskii, 1989, форма media, раковина в четырех положениях, разрез Аккыр, барминский горизонт, подзона Middle triangularis, интервал обр. А-18–А-18д (экз. № М-13/77).

**Table I.** Lower Famennian brachiopods.

Figures of brachiopods marked in capital letters (A) are in original size and signed in small letters (a–r) are magnified of 2. For shells represented in four positions the letters mean: a – ventral valve, б – dorsal valve, в – lateral view, г – anterior view; for separate valves: а – view of the dorsal valve, б – lateral view. The originals are kept in the Ural's Geological Museum (Ekaterinburg) under the collection number M-13.

Fig. 1 – *Tabarhynchus uralicus* Yudina, 1997, dorsal valve in two positions, Akkyr section, Barma Horizon, Middle triangularis Subzone, interval of samples A-18–A-18d (specimen M-13/55). Fig. 2 – *Parapugnax markovskii* (Yudina, 1997), shell in four positions, Bolshaya Barma section, Barma Horizon, Lower triangularis Subzone, sample B-g (specimen M-13/65). Fig. 3 – *Parapugnax markovskii* (Yudina, 1997), shell in four positions, Akkyr section, Barma Horizon, Lower triangularis Subzone, sample A-15a (specimen M-13/64). Fig. 4 – *Spinatrypa rossica* Rzhonsnitskaia, 1998, shell in four positions, Bolshaya Barma section, Barma Horizon, Lower triangularis Subzone, sample B-g (specimen M-13/73). Fig. 5 – *Athyris angelica* Hall, 1867, shell in four positions, Bolshaya Barma section, Barma Horizon, Lower triangularis Subzone, sample B-h (specimen M-13/75). Fig. 6 – *Athyris angeliciformis* Markovskii, 1989, forma typica, shell in four positions, Bolshaya Barma section, Barma Horizon, Middle triangularis Subzone, sample B-j (specimen M-13/76). Fig. 7 – *Athyris angeliciformis* Markovskii, 1989, forma media, shell in four positions, Akkyr section, Barma Horizon, Middle triangularis Subzone, interval of sample A-18–A-18d (specimen M-13/77).



*dinensis* Pöls. (рис. 4а, обр. А-11 и А-12). Представители рода *Palmatolepis* преобладают над остальными таксонами (см. рис. 4в). Среди них доминируют *Pa. nasuta* Mull., *Pa. rhenana* Bisch. и *Pa. subrecta* Mill. et Young. По присутствию вида-индекса *Palmatolepis rhenana* Bisch. (табл. II) и характерному сопутствующему комплексу конодонтов, вмещающие отложения сопоставляются с интервалом подзоны Upper rhenana аскынского горизонта франского яруса.

В этом интервале определено восемь видов и родов брахиопод, относящихся к четырем отрядам: пентамеридам, ринхонеллидам, атрипидам и спириферадам: *Gypidula brevirostris* (Phill.), *Hypothyridina cuboides* (Sow.), *Calvinaria* sp., *Parapugnax nikolaevskensis* Bubl., *Atryparia (Costatrypa) posturalica* (Mark.), *Spinatrypina (Exatrypa) bifurcata* (Schloth.), *Cyrtospirifer* cf. *askynensis* Mark. и *Tenticospirifer conoideus* (Grab.) (см. рис. 4а, обр. 7127 и А-12).

Слой 2 (а и б). Ракушняк брахиоподовый серый плотный интенсивно перекристаллизованный микроскопически средне- и крупнообластовый пеллоидный грейнстоун. Органические остатки представлены главным образом раковинами брахиопод и остракод, редкими члениками криноидей и обрывками зеленых водорослей (см. рис. 2е–з). Отмечаются сутурные швы, заполненные гидроокислами железа и прожилки кальцита шириной от 0.04 мм до 2 см. Общая мощность слоя 2.1 м.

Как и в разрезе Большая Барма, ракушняк расчленен на франский (2а) и фаменский (2б) интервалы.

Интервал 2а. К франу отнесены нижние 0.60 м ракушняка в объеме конодонтовой подзоны Upper rhenana (мощностью 0.25 м) (см. рис. 4а, обр. А-12а/1–А-12а/4) и зоны *linguiformis* (мощностью 0.35 м) (см. рис. 4а, обр. А-12а/5–А-б/1).

Таксономически ассоциация конодонтов подзоны Upper rhenana разнообразна, она представлена пятью родами и 18 видами: *Ancyrodella ioides* Zieg., *Ad. nodosa* Ul. et Bas., *Ancyrognathus asymmetricus* (Ul. et Bas.), *Belodella* sp., *Palmatolepis amplificata* Klapp., Kuzm. et Ovn., *Pa. beckeri* Klapp., *Pa. bogartensis* (Stauf.), *Pa. boogaardi* Klapp. et Fost., *Pa. gigas gigas* Mill. et Young., *Pa. jamieae* Zieg. et Sand., *Pa. juntianensis* Han, *Pa. mucronata* Klapp., Kuzm. et Ovn., *Pa. nasuta* Mull., *Pa. rhenana* Bisch., *Pa. subrecta* Mill. et Young., *Pa. hassi* Mull. et Mull., *Polygnathus lodinensis* Pöls. и *Pol. normalis* Mill. et Young. (см. рис. 4а, обр. 7127 и А-12).

В зоне *linguiformis* комплекс конодонтов дополняется видами *Ancyrodella curvata* (Brans. et Mehl), *Ancyrognathus ubiquitous* Sand., Zieg. et Drees., *Palmatolepis linguiformis* Mull., *Polygnathus brevilaminus* Brans. et Mehl и *Pol. macilentus* Ovn. et Kuzm. (см. рис. 4А, обр. А-12а/5–А-б/1). С основания зоны *linguiformis* (обр. А-12а/5) отмечено появление таксонов рода *Icriodus* - *Ic. alternatus alternatus* Brans. et Mehl, *Ic. a. helmsi* Sand. и *Ic. iowaensis iowaensis* Young. et Pet., содержание которых в верхах франа заметно увеличивается (см. рис. 4в). Ближе к границе франского и фаменского ярусов комплекс конодонтов таксономически сильно обедняется.

Собранный здесь комплекс брахиопод в общей совокупности представлен 47 видами, относящимися к 31 роду и десяти отрядам (строфоменидам, продуктидам, ортидам, пентамеридам, ринхонеллидам, атрипидам, атиридидам, спириферадам, спириферинидам и теребратулидам) (см. рис. 4б). В отложениях, относящихся к конодонтовой зоне Upper rhenana, определены *Nervostrophia* sp., *Schizophoria (S.) bistrata* (Tschern.), *Gypidula brevirostris* (Phill.), *Hypothyridina crassicostata* Nal., *H. cuboides* (Sow.), *H. incisiva* (Roem.), *H. ? koltubanica* (Nal.), *Calvinaria* sp., *Parapugnax nikolaevskensis* Bubl., *Atryparia (Costatrypa) posturalica* (Mark.), *Spinatrypina rossica* Rzhon., *Desquamatia (D.) alticoliformis* Rzhon., *Adolfia ? seorsa* Mark., *A. zickzack* (Roem.), *Cyrtospirifer* cf. *askynensis* Mark., *Tenticospirifer conoideus* (Grab.), *Emanuella subumbona uralica* Tjajzh. и *Warrenella (W.) koltubanica* (Nal.). Выше (в конодонтовой зоне *linguiformis*) комплекс становится разнообразнее, в его составе появляются *Rhytialosia petini* (Nal.), *Tabarhynchus uralicus* Yud., *Koltubania semilaevis* (Roem.), *Pugnax ? nana* Mark., *Ladogia ? pressula* (Mark.), *Iowatrypa* aff. *kadzielniae* (Nal.), *I. nalivkini* Rzhon. et Sok., *Gibberosatrypa gibberosa* (Mark.), *Spinatrypina (S.) tubaecostata* (Mark.), *S. (Exatrypa) bifurcata* (Schloth.), *Athyris angelica* Hall, *A. angeliciformis* Mark., *A. bayeti* Rig., *A. globosa* (Roem.), *Anathyris* sp., *Adolfia aspera* Scup., *A. ex. gr. bifida* (Roem.), *A. markovskii* Bubl., *Theodossia evlanensis* Nal., *T. katavensis* Nal., *Cyrtospirifer markovskii* Nal., *C. tschernyschewi* Khalf., *Mucrospirifer* sp., *Cyrtina ? sp.*, *Squamulariina simplex* (Phill.), *Tecnocyrtina* sp., *Cryptonella uralica* Nal. и *C. ex gr. uralica* Nal.

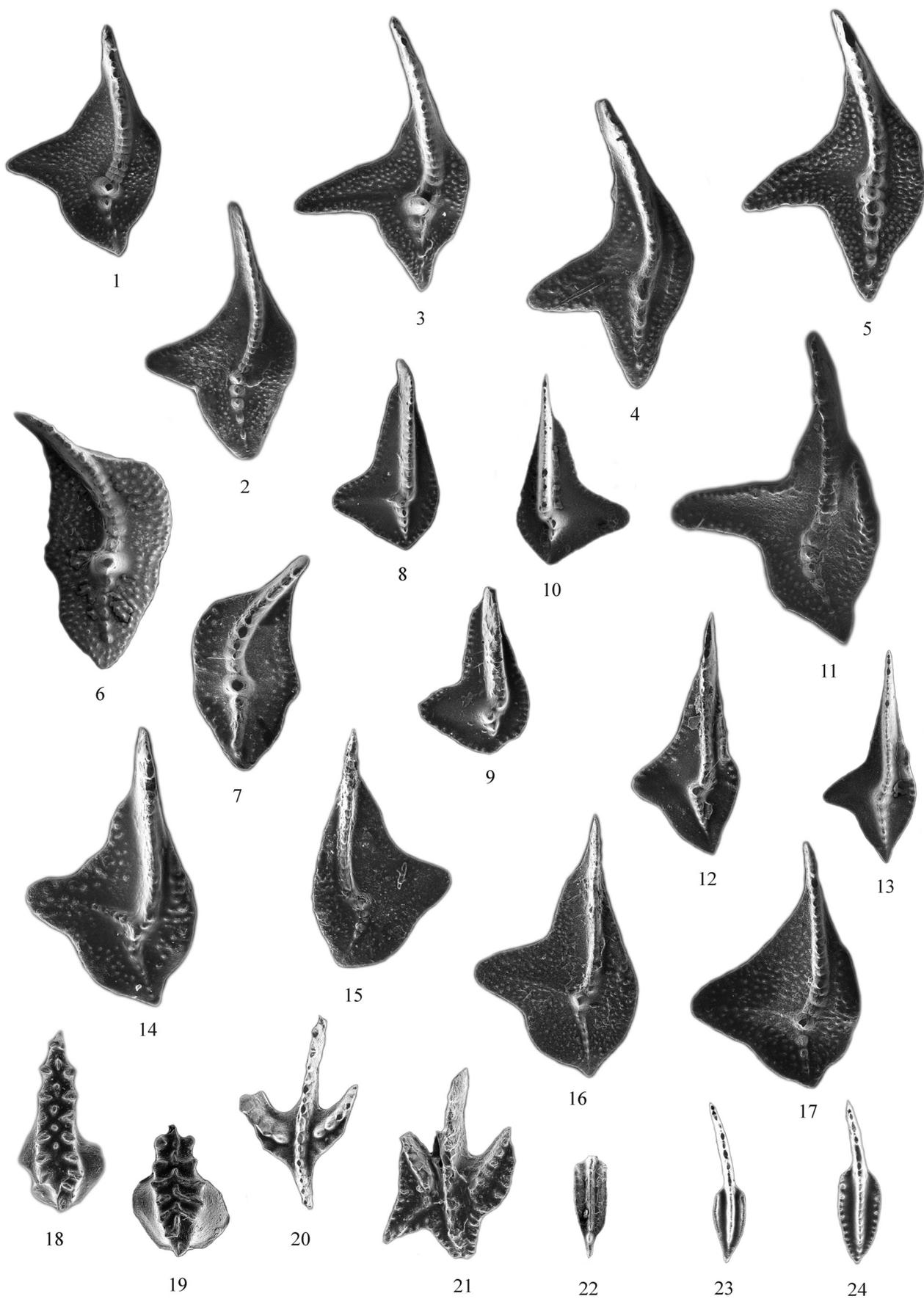
Интервал 2б. Фаменский ракушняк мощностью 1.5 м характеризуется комплексом конодонтов зоны

**Рис. 4.** Распространение конодонтов (а) и брахиопод (б) в пограничном F/F интервале разреза Аккыр и интерпретация палеоэкологических и палеогеографических обстановок (в).

Условные обозначения – см. рис. 1, 3.

**Fig. 4.** Distribution of conodonts (a) and brachiopods (б) in the F/F boundary interval of the Akkyr section and interpretation of paleoecological and paleogeographic settings (в).

See Fig. 1, 3 for legend.



triangularis (подзоны Lower и Middle) и соответствует барминскому горизонту (см. рис. 4а и табл. III, обр. А-б/2–Т12-238). В этом интервале ракушняк светлее и характеризуется более плотным скоплением раковин брахиопод (см. рис. 2ж, з). Практически полностью исчезает детрит раковин остракод и сокращается количество пеллоидов.

Нижняя часть ракушняка мощностью 0.40 м содержит комплекс конодонтов подзоны Lower triangularis, представленный только единичными экземплярами *Palmatolepis triangularis* Sann., *Pa. subperlobata* Brans. et Mehl, *Polygnathus brevilaminus* Brans. et Mehl и *Pol. normalis* Mill. et Young. (см. рис. 4а и табл. III, обр. А-б/2-А-16а). Вместе с ними в массовом количестве встречены таксоны рода *Icriodus* (см. рис. 4в), среди которых доминируют (51%) *Ic. alternatus alternatus* Brans. et Mehl.

Верхние 1.10 м барминского ракушняка (интервал подзоны Middle triangularis) характеризуются появлением в ассоциации конодонтов видов *Palmatolepis clarki* Zieg., *Pa. delicatula delicatula* Brans. et

Mehl, *Pa. q. praeterita* Schul. и *Pelekysgnathus planus* Sann. (см. рис. 4а и табл. III, обр. А-17а-Т12-238).

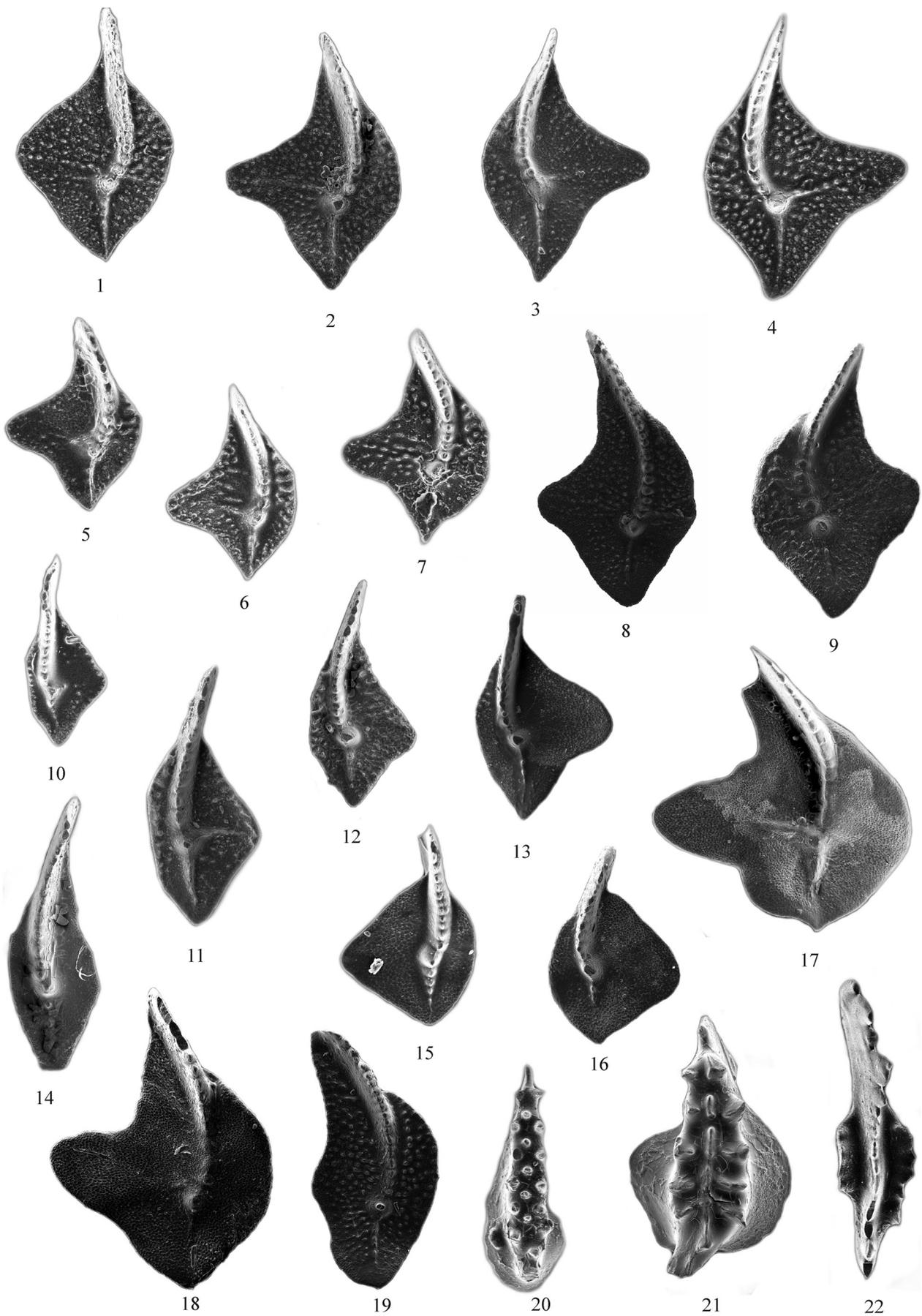
В рассматриваемом интервале определено 30 видов брахиопод, относящихся к 21 роду и девяти отрядам (продуктидам, ортотетидам, ортидам, пентамеридам, ринхонеллидам, атрипидам, атиридидам, спириферидам, теребратулидам): *Mesoplica forojulensis* (Frech), *Sentosioides curvirostris* (Winch.), *S. rectispinus* (Hall), *Streptorhynchus devonius* Orb., *Schizophoria* (*S.*) *bistriata* (Tschern.), *Gypidula biplicata* (Schnur), *Tabarhynchus uralicus* Yud., *Eoparaphorhynchus lentiformis* (Gür.), *E. aff. lentiformis* (Nal.), *Parapugnax ex gr. brecciae* (H. Schmidt), *P. markovskii* (Yud.), *P. nikolaevskensis* Bubl., *Trifidostellum barmensis* Yud., *Spinatrypa rossica* Rzhon., *Spinatrypa* (*S.*) *tubaecostata* (Mark.), *Desquamata* (*D.*) *alticoliformis* Rzhon., *Athyris angelica* Hall, *A. angeliciformis* Mark., *A. bayeti* Rig., *A. globularis* Phill., *Adolfia deflexa barmensis* Mark., *Theodosia katavensis* Nal., *Cyrtospirifer cf. askynensis* Mark., *C. markovskii* Nal., *C. tschernyschewi* Khalf., *Tenti-*

**Таблица II.** Конодонты аскынского горизонта франского яруса верхнего девона из разрезов Большая Барма, Аккыр, Рязуяк и Кук-Караук (все фигуры  $\times 40$ ).

Фиг. 1–2 – *Palmatolepis nasuta* Müller, 1956, разрез Аккыр, подзона Upper rhenana: 1 – обр. А-12а/1, 2 – обр. А-12а/4. Фиг. 3–5 – *Palmatolepis rhenana* Bischoff, 1956, разрез Аккыр: 3 – подзона Upper rhenana, обр. А-12а/4; 4, 5 – зона linguiformis: 4 – обр. А-12а/5, 5 – обр. А-а/1. Фиг. 6–7 – *Palmatolepis linguiformis* Müller, 1956, зона linguiformis: 6 – разрез Рязуяк, обр. Р-03; 7 – разрез Аккыр, обр. А-12а/5. Фиг. 8–10 – *Palmatolepis jurtianensis* Han, 1987: 8 – разрез Аккыр, подзона Upper rhenana, обр. А-12а/4; 9 – разрез Рязуяк, зона linguiformis, обр. Р-03; 10 – разрез Кук-Караук, зона linguiformis, обр. К-И-с/1. Фиг. 11 – *Palmatolepis boogaardi* Klapper et Foster, 1993, разрез Аккыр, подзона Upper rhenana, обр. А-12а/4. Фиг. 12–13 – *Palmatolepis gigas extensa* Ziegler et Sandberg, 1990, зона linguiformis: 12 – разрез Кук-Караук, обр. К-И-с/1; 13 – разрез Рязуяк, обр. Р-03. Фиг. 14 – *Palmatolepis amplificata* Klapper, Kuz'min et Ovnatanova, 1996, разрез Аккыр, зона linguiformis, обр. А-12а/5. Фиг. 15 – *Palmatolepis bogartensis* (Stauffer, 1938), разрез Большая Барма, зона linguiformis, обр. Б-е. Фиг. 16 – *Palmatolepis hassi* Müller et Müller, 1957, разрез Большая Барма, зона linguiformis, обр. Б-е. Фиг. 17 – *Palmatolepis beckeri* Klapper, 2007, разрез Аккыр, подзона Upper rhenana, обр. А-12а/4. Фиг. 18 – *Icriodus alternatus alternatus* Branson et Mehl, 1934, разрез Аккыр, зона linguiformis, обр. А-12а/5. Фиг. 19 – *Icriodus iowaensis iowaensis* Youngquist et Peterson, 1947, разрез Аккыр, подзона Upper rhenana, обр. А-а/3. Фиг. 20 – *Ancyrodella ioides* Ziegler, 1959, разрез Аккыр, подзона Upper rhenana, обр. А-12а/1. Фиг. 21 – *Ancyrodella curvata* (Branson et Mehl, 1934), зона linguiformis, разрез Аккыр, обр. А-а/1. Фиг. 22 – *Polygnathus brevilaminus* Branson et Mehl, 1934, разрез Аккыр, зона linguiformis, обр. А-а/3. Фиг. 23 – *Polygnathus macilentus* Ovnatanova et Kuzm'min, 1993, разрез Аккыр, зона linguiformis, обр. А-12а/5. Фиг. 24 – *Polygnathus lodinensis* Pölsler, 1969, разрез Аккыр, подзона Upper rhenana, обр. А-12а/1.

**Table II.** Conodonts from the Bolshaya Barma, Akkyr, Ryauzyak and Kuk-Karauk sections, Upper Devonian, Frasnian, Askyn Horizon (all figures  $\times 40$ ).

Figs 1–2 – *Palmatolepis nasuta* Müller, 1956, Akkyr section, Upper rhenana Subzone: 1 – sample A-12a/1, 2 – sample A-12a/4. Figs 3–5 – *Palmatolepis rhenana* Bischoff, 1956, Akkyr section: 3 – Upper rhenana Subzone, sample A-12a/4; 4, 5 – linguiformis Zone: 4 – sample A-12a/5; 5 – sample A-a/1. Figs 6–7 – *Palmatolepis linguiformis* Müller, 1956, linguiformis Zone: 6 – Ryauzyak section, sample P-03; 7 – Akkyr section, sample A-12a/5. Figs 8–10 – *Palmatolepis jurtianensis* Han, 1987: 8 – Akkyr section, Upper rhenana Subzone, sample A-12a/4; 9 – Ryauzyak section, linguiformis Zone, sample P-03; 10 – Kuk-Karauk section, linguiformis Zone, sample K-I-c/1. Fig. 11 – *Palmatolepis boogaardi* Klapper et Foster, 1993, Akkyr section, Upper rhenana Subzone, sample A-12a/4. Figs 12–13 – *Palmatolepis gigas extensa* Ziegler et Sandberg, 1990, linguiformis Zone: 12 – Kuk-Karauk section, sample K-I-c/1; 13 – Ryauzyak section, sample P-03. Fig. 14 – *Palmatolepis amplificata* Klapper, Kuz'min et Ovnatanova, 1996, Akkyr section, linguiformis Zone, sample A-12a/5. Fig. 15 – *Palmatolepis bogartensis* (Stauffer, 1938), Bolshaya Barma section, linguiformis Zone, sample Б-е. Fig. 16 – *Palmatolepis hassi* Müller et Müller, 1957, Bolshaya Barma section, linguiformis Zone, sample Б-е. Fig. 17 – *Palmatolepis beckeri* Klapper, 2007, Akkyr section, Upper rhenana Subzone, sample A-12a/4. Fig. 18 – *Icriodus alternatus alternatus* Branson et Mehl, 1934, Akkyr section, linguiformis Zone, sample A-12a/5. Fig. 19 – *Icriodus iowaensis iowaensis* Youngquist et Peterson, 1947, Akkyr section, Upper rhenana Subzone, sample A-a/3. Fig. 20 – *Ancyrodella ioides* Ziegler, 1959, Akkyr section, Upper rhenana Subzone, sample A-12a/1. Fig. 21 – *Ancyrodella curvata* (Branson et Mehl, 1934), linguiformis Zone, Akkyr section, sample A-a/1. Fig. 22 – *Polygnathus brevilaminus* Branson et Mehl, 1934, Akkyr section, linguiformis Zone, sample A-a/3. Fig. 23 – *Polygnathus macilentus* Ovnatanova et Kuzm'min, 1993, Akkyr section, linguiformis Zone, sample A-12a/5. Fig. 24 – *Polygnathus lodinensis* Pölsler, 1969, Akkyr section, Upper rhenana Subzone, sample A-12a/1.



*cospirifer conoideus* (Grab.), *Emanuella subumbona* (Hall), *Mucrospirifer* sp., *Warrenella* (*W.*) *koltubanica* (Nal.) и *Cryptonella* ex gr. *uralica* Nal. (см. рис. 4Б). Как и в разрезе Большая Барма, здесь присутствуют и франские и фаменские формы; кроме вида-индекса можно отметить и другой вид, характерный для барминского горизонта, – *Adolfia deflexa barmensis* Mark. Большинство брахиопод (60–95% от общего числа экземпляров) также представлены ринхонеллидами.

**Слой 3.** Известняк буровато-светло-серый рыхлый органогенно-полидетритовый. Порода представлена шламом мелких члеников криноидей и целых, раздробленных раковин брахиопод. Размер органических остатков от 0.3 мм до 1.2 см. Мощность слоя 0.50 м.

Конодонты единичны и представлены обломками *Icriodus alternatus alternatus* Brans. et Mehl, *Palmatolepis triangularis* Sann., *Pa. subperlobata* Brans. et Mehl и *Polygnathus brevilaminus* Brans. et Mehl, имеющих широкое распространение в интервале зоны *triangularis* (см. рис. 4а, обр. T12-239–T12-243). Брахиоподы *Parapugnax markovskii* (Yud.) и другие формы барминского горизонта в этом слое отсут-

ствуют. Появляется характерный для макаровского горизонта *Parapugnax ? tumidus* A.Miz.

**Слой 4.** Известняк голубовато-светло-серый пятнистый неяснослоистый среднезернистый плотный органогенно-полидетритовый участками доломитизированный. В шлифах – пеллоидный средне- и крупнобиокластовый грейнстоун. Преобладают пеллоиды песчаной (от мелко- до крупнозернистой) размерности. Немногочисленные биокласты представлены редкими обломками раковин брахиопод и члеников криноидей. Мощность слоя 0.50 м.

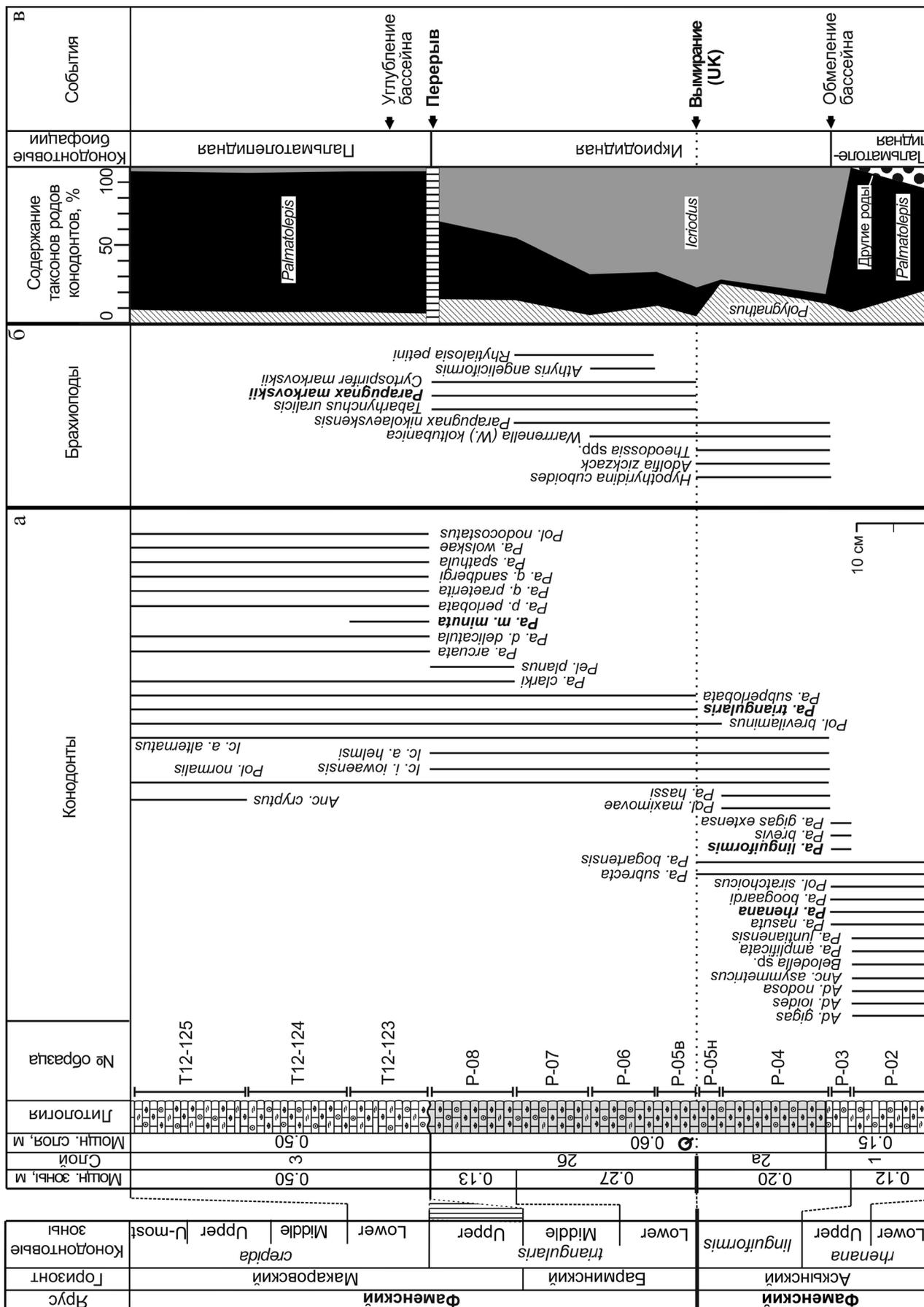
Конодонты представлены ассоциацией, включающей пять родов и 18 видов и подвидов: *Ancyrog-nathus cryptus* Zieg., *Icriodus alternatus helmsi* Sand., *Ic. iowaensis iowaensis* Young. et Pet., *Palmatolepis arcuata* Schul., *Pa. clarki* Zieg., *Pa. delicatula delicatula* Brans. et Mehl, *Pa. d. postdelicatula* Schul., *Pa. minuta minuta* Brans. et Mehl, *Pa. perlobata perlobata* Ul. et Bas., *Pa. q. sandbergi* Ji et Zieg., *Pa. aff. spathula* Schül., *Pa. subperlobata* Brans. et Mehl, *Pa. tenuipunctata* Sann., *Pa. triangularis* Sann., *Pa. wolskae* Ovn., *Pelekysgnathus planus* Sann., *Polygnathus brevilaminus* Brans. et Mehl и *Pol. glaber glaber* Ul. et Bas. (см. рис. 4А, обр. T12-244–T12-248). Несмотря

**Таблица III.** Конодонты барминского и макаровского горизонтов фаменского яруса верхнего девона из разрезов Большая Барма, Аккыр, Рязуяк и Кук-Караук (все фигуры ×60).

Фиг. 1–4 – *Palmatolepis triangularis* Sannemann, 1955, барминский горизонт: 1, 4 – разрез Аккыр: 1 – подзона Lower triangularis, обр. А-б/2; 4 – подзона Middle triangularis, обр. А-18д; 2–3 – разрез Рязуяк, подзона Lower triangularis, обр. Р-05. Фиг. 5–7 – *Palmatolepis praeterita* Schülke, 1995, барминский горизонт: 5–6 – разрез Аккыр, подзона Middle triangularis, обр. А-18д; 7 – разрез Большая Барма, обр. Б-г. Фиг. 8–9 – *Palmatolepis quadratinodosalobata sandbergi* Ji et Ziegler, 1993, разрез Кук-Какау, макаровский горизонт, подзона Lower crepida, обр. T12-20. Фиг. 10–12 – *Palmatolepis clarki* Ziegler, 1962: 10 – разрез Аккыр, барминский горизонт, подзона Middle triangularis, обр. А-18а; 11–12 – разрез Рязуяк, макаровский горизонт, подзона Lower crepida, обр. T12-123. Фиг. 13 – *Palmatolepis arcuata* Schülke, 1995, разрез Рязуяк, макаровский горизонт, подзона Lower crepida, обр. T12-125. Фиг. 14 – *Palmatolepis minuta minuta* Branson et Mehl, 1934, разрез Кук-Какау, макаровский горизонт, подзона Lower crepida, обр. T12-20. Фиг. 15–16 – *Palmatolepis delicatula delicatula* Branson et Mehl, 1934, макаровский горизонт, подзона Lower crepida: 15 – разрез Аккыр, обр. T12-244; 16 – разрез Кук-Какау, обр. T12-20. Фиг. 17–18 – *Palmatolepis wolskae* Ovnatanova, 1969, макаровский горизонт, подзона Lower crepida: 17 – разрез Рязуяк, обр. T12-123; 18 – разрез Кук-Караук, обр. T12-20. Фиг. 19 – *Palmatolepis crepida* Sannemann, 1955, разрез Кук-Какау, макаровский горизонт, подзона Lower crepida, обр. К-И-Н. Фиг. 20 – *Icriodus alternatus alternatus* Branson et Mehl, 1934, разрез Аккыр, барминский горизонт, подзона Lower triangularis, обр. А-14а. Фиг. 21 – *Icriodus iowaensis iowaensis* Youngquist et Peterson, 1947, разрез Рязуяк, барминский горизонт, подзона Middle triangularis, обр. Р-08. Фиг. 22 – *Polygnathus brevilaminus* Branson et Mehl, 1934, разрез Большая Барма, барминский горизонт, подзона Lower triangularis, обр. Б-г.

**Table III.** Conodonts from the Bolshaya Barma, Akkyr, Ryauzyak and Kuk-Karauk sections, Upper Devonian, Famennian, Barma and Makarovo Horizons (all figures ×60).

Figs 1–4 – *Palmatolepis triangularis* Sannemann, 1955, Barma Horizon: 1, 4 – Akkyr section: 1 – Lower triangularis Zone, sample A-b/2; 4 – Middle triangularis Subzone, sample A-18d; 2–3 – Ryauzyak section, Lower triangularis Subzone, sample P-05. Figs 5–7 – *Palmatolepis praeterita* Schülke, 1995, Barma Horizon: 5–6 – Akkyr section, Middle triangularis Subzone, sample A-18d; 7 – Bolshaya Barma section, sample B-g. Figs. 8–9 – *Palmatolepis quadratinodosalobata sandbergi* Ji et Ziegler, 1993, Kuk-Karauk section, Makarovo Horizon, Lower crepida Subzone, sample T12-20. Fig. 10–12 – *Palmatolepis clarki* Ziegler, 1962: 10 – Akkyr section, Barma Horizon, Middle triangularis Zone, sample A-18a; 11–12 – Ryauzyak section, Makarovo Horizon, Lower crepida Subzone, sample T12-123. Fig. 13 – *Palmatolepis arcuata* Schülke, 1995, Ryauzyak section, Makarovo Horizon, Lower crepida Subzone, sample T12-125. Fig. 14 – *Palmatolepis minuta minuta* Branson et Mehl, 1934, Kuk-Karauk section, Makarovo Horizon, Lower crepida Subzone, sample T12-20. Figs. 15–16 – *Palmatolepis delicatula delicatula* Branson et Mehl, 1934, Makarovo Horizon, Lower crepida Subzone: 15 – Akkyr section, sample T12-244; 16 – Kuk-Karauk section, sample T12-20. Figs. 17–18 – *Palmatolepis wolskae* Ovnatanova, 1969, Makarovo Horizon, Lower crepida Subzone: 17 – Ryauzyak section, sample T12-123; 18 – Kuk-Karauk section, sample T12-20. Fig. 19 – *Palmatolepis crepida* Sannemann, 1955, Kuk-Karauk section, Makarovo Horizon, Lower crepida Subzone, sample K-I-H. Fig. 20 – *Icriodus alternatus alternatus* Branson et Mehl, 1934, Akkyr section, Barma Horizon, Lower triangularis Subzone, sample A-14a. Fig. 21 – *Icriodus iowaensis iowaensis* Youngquist et Peterson, 1947, Ryauzyak section, Barma Horizon, Middle triangularis Subzone, sample P-08. Fig. 22 – *Polygnathus brevilaminus* Branson et Mehl, 1934, Bolshaya Barma section, Barma Horizon, Lower triangularis Subzone, sample B-g.



на отсутствие вида-индекса *Palmatolepis crepida* Sann., выделенный комплекс конодонтов по наличию в нем характерных видов *Pa. q. sandbergi* Ji et Zieg., *Pa. wolskae* Ovn. и *Pol. glaber glaber* Ul. et Bas. сопоставляется с комплексом зоны Lower crepida (Барсков и др., 1987; Ziegler, Sandberg, 1990; Schülke, 1995).

В стратиграфической последовательности конодонтовых зон не обнаружена подзона Upper triangularis (соответствующая нижней части макаровского горизонта), что, по-видимому, указывает на перерыв в отложениях.

### Разрез Рязузяк

Хорошо обнаженный разрез расположен на правом берегу р. Рязузяк, в 5 км выше д. Саргаево, в Гафурийском районе Республики Башкортостан (см. рис. 1). Координаты: 53°43.662' с.ш. и 56°39.162' в.д.

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

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

Слой охарактеризован комплексами конодонтов подзоны Upper rhenana и зоны linguiformis (рис. 5а, обр. P-02) аскынского горизонта франского яруса. Зональная ассоциация конодонтов подзоны Upper rhenana (нижние 0.12 м слоя) характеризуется большим разнообразием (пять родов и 13 видов): *Ancyrodella gigas* Young., *Ad. ioides* Zieg., *Ad. nodosa* Ul. et Bas., *Ancyrognathus asymmetricus* (Ul. et Bas.), *Belodella* sp., *Palmatolepis amplificata* Klapp., *Pa. bogartensis* (Stauf.), *Pa.*

*boogaardi* Klapp. et Fost., *Pa. juntianensis* Han, *Pa. nasuta* Müll., *Pa. rhenana* Bisch., *Pa. subrecta* Mill. et Young., *Polygnathus lodinensis* Pöls. (см. рис. 5а и табл. II).

В верхних 0.03 м слоя в комплексе конодонтов появляется вид-индекс одноименной зоны *Palmatolepis linguiformis* Müll. Здесь же наблюдается снижение численности и таксономического разнообразия конодонтов (см. рис. 5а). Вымирают представители родов *Ancyrodella*, *Belodella*, *Ancyrognathus* и виды рода *Palmatolepis* – *Pa. amplificata* Klapp. и *Pa. juntianensis* Han.

*Слой 2 (а и б).* Ракушняк брахиоподовый серый неяснослоистый очень плотный. Под микроскопом средне- и крупнообластковый грейнстоун, сложенный плотно упакованными и перемешанными целыми и раздробленными раковинами брахиопод и остракод (см. рис. 2к, л). Одновременно отмечаются единичные обломки члеников криноидей. Все скелеты органических остатков перекристаллизованы. На контактах отдельных створок брахиопод отмечаются следы ожелезнения. Мощность 0.60 м.

*Интервал 2а.* К франскому ярусу отнесены нижние 0.20 м брахиоподового ракушняка, соответствующие зоне linguiformis. С основания ракушняка наблюдается резкое снижение численности представителей рода *Palmatolepis* (см. рис. 5а, в, обр. P-04 и P-05н) как по общему количеству экземпляров, так и по количеству видов. Отмечены лишь единичные экземпляры *Palmatolepis bogartensis* (Stauf.), *Pa. subrecta* Mill. et Young. и *Pa. hassi* Mull. et Mull. Род *Polygnathus* представлен немногочисленными экземплярами *Polygnathus brevilaminus* Brans. et Mehl, *Pol. normalis* Mill. et Young. и *Pol. maximovae* Ovn. et Kon. В комплексе также встречены первые представители рода *Icriodus*, среди которых отмечены многочисленные *Icriodus alternatus alternatus* Brans. et Mehl, единичные *Ic. a. helmsi* Sand. и *Ic. iowaensis iowaensis* Young. et Pet.

Из этой части слоя определены восемь видов и родов брахиопод, относящихся к четырем отрядам (ринхонеллиды, атиридины, спирифериды и теребратулиды): *Hypothyridina cuboides* (Sow.), *Parapugnax* cf. *nikolaevskensis* Bubl., *Athyris* sp., *Adolfia zickzack* (Roem.), *Theodossia katavensis* Nal., *Cyrtospirifer* sp., *Warrenella (W.) koltubanica* (Nal.) и *Cryptonella* ? sp. (Abramova, Artyushkova, 2004; Artyushkova et al., 2011) (см. рис. 5б), с преобладанием представителей *Warrenella* и *Theodossia*.

**Рис. 5.** Распространение конодонтов (а) и брахиопод (б) в пограничном F/F интервале разреза Рязузяк и интерпретация палеоэкологических и палеогеографических обстановок (в).

Условные обозначения – см. рис. 1, 3.

**Fig. 5.** Distribution of conodonts (a) and brachiopods (б) in the F/F boundary interval of the Rязузяк section and interpretation of paleoecological and paleogeographic settings (в).

See Figs 1, 3 for legend.

*Интервал 2б.* Фаменская часть ракушняка (барминский горизонт) в данном разрезе имеет небольшую мощность – 0.40 м. В его основании, как и в остальных разрезах, отмечается одновременным появлением конодонтов *Palmatolepis triangularis* Sann. и брахиопод *Parapugnax markovskii* (Yud.). Кроме вида-индекса зоны таксоны рода *Palmatolepis* представлены единичными экземплярами *Pa. subperlobata* Brans. et Mehl (см. рис. 5а, обр. P-05в, P-06, P-07 и P-08). В массовом количестве встречены транзитные виды *Icriodus alternatus alternatus* Brans. et Mehl, реже *Ic. a. helmsi* Sand., *Ic. iowaensis iowaensis* Young. et Pet. и *Polygnathus brevilaminus* Brans. et Mehl. В самых верхах барминского интервала ракушняка комплекс конодонтов дополняется видом *Palmatolepis clarki* Zieg., характерным для подзоны *Middle triangularis* (см. рис. 5а, обр. P-08).

В барминском интервале ракушняка установлены руководящие формы брахиопод *Parapugnax markovskii* (Yud.), *Tabarhynchus uralicus* Yud. и *Trifidostellum barmensis* Yud., а также *Semilingula* sp., *Rhytialosia petini* (Nal.), *Parapugnax nikolaevskensis* Bubl., *Athyris angeliciformis* Mark., *Athyris* sp., *Cyrtospirifer markovskii* Nal., *Warrenella koltubanica* (Nal.), относящиеся к девяти родам лингулид, продуктид, ринхонеллид, атириид и спириферид (Юдина, 1997; Abramova, Artyushkova, 2004; Artyushkova et al., 2011) (см. рис. 5б). По сравнению с брахиоподовыми комплексами барминского горизонта из других рассматриваемых здесь разрезов этот комплекс представлен относительно небольшим количеством видов.

*Слой 3.* Известняк буровато-светло-серый тонкослоистый среднезернистый обогащенный мелко-раздробленным органогенным материалом. В шлифах порода представлена средне- и крупнобиокластовым грейнстоуном, сложенным главным образом остатками иглокожих (морские ежи и членики криноидей), реже брахиопод, конодонтов и водорослей (см. рис. 2м). В породе отмечаются вкрапленности гематита и микротрещины, выполненные лимонитом. Мощность слоя 0.50 м.

Комплекс конодонтов из данного слоя состоит главным образом из представителей рода *Palmatolepis*: *Palmatolepis arcuata* Schul., *Palmatolepis clarki* Zieg., *Pa. delicatula delicatula* Brans. et Mehl, *Pa. minuta minuta* Brans. et Mehl, *Pa. perlobata perlobata* Ul. et Bas., *Pa. q. sandbergi* Ji et Zieg., *Pa. spathula* Schül., *Pa. subperlobata* Brans. et Mehl, *Pa. tenuipunctata* Sann., *Pa. triangularis* Sann., *Pa. wolskae* Ovn. (см. рис. 5а и с, обр. T12-123–T12-126). С основания слоя в ассоциации конодонтов отмечаются *Ancyrognathus cryptus* Zieg. и *Polygnathus nodocostatus* Brans. et Mehl. Резко сокращается численность *Icriodus alternatus alternatus* Brans. et Mehl (до 4%, см. рис. 5в). Комплекс конодонтов по присутствию *Palmatolepis q. sandbergi* Ji et Zieg., *Pa.*

*wolskae* Ovn. и *Polygnathus nodocostatus* Brans. et Mehl (см. табл. III) сопоставляется с комплексом подзоны *Lower crepida* (Барсков и др., 1987; Ziegler, Sandberg, 1990; Schülke, 1995) макаровского горизонта фаменского яруса.

В этом разрезе также не выявлен интервал, соответствующий подзоне *Upper triangularis*, нижней части макаровского горизонта, что указывает на возможный перерыв в отложениях.

### Разрез Кук-Караук

Самым южным изученным разрезом в Западно-Уральской внешней зоне складчатости, где пограничный фран-фаменский интервал представлен брахиоподовым ракушняком, является разрез Кук-Караук. Он расположен на правом берегу р. Сиказа, против устья руч. Кук-Караук, в 5 км восточнее с. Макарово (см. рис. 1). Координаты: 53°36.669' с.ш. и 56°39.162' в.д.

Пограничные франско-фаменские отложения обнажаются в верхней части крутого склона долины р. Сиказа, где в виде скальных останцов обнажены преимущественно девонские (средний и верхний отделы) и каменноугольные (турнейский и визейский ярусы) отложения (Марковский, 1948; Маслов, 1959; Тяжева, 1961; Кононова, 1969; Кононова, Липина, 1971; Синицына и др., 1995; Абрамова, 1999; Artyushkova et al., 2011).

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

Известняк охарактеризован комплексом конодонтов зоны *linguiformis*, который представлен 18 видами пяти родов: *Ancyrodella ioides* Zieg., *Ancyrognathus triangularis* Young., *Belodella* sp., *Palmatolepis amplificata* Klapp., Kuzm. et Ovn., *Pa. beckeri* Klapp., *Pa. bogartensis* (Stauf.), *Pa. boogaardi* Klapp. et Fost., *Pa. brevis* Zieg. et Sand., *Pa. juntianensis* Han, *Pa. aff. kereevae* Ovn., *Pa. linguiformis* Mull., *Pa. nasuta* Mull., *Pa. rhenana* Bisch., *Pa. subrecta* Mill. et Young., *Pol. brevis* Mill. et Young., *Polygnathus lodinensis* Pöls., *Pol. macilentus* Ovn. et Kuzm. и *Pol. normalis* Mill. et Young. (рис. 6а, обр. T12-19 и K-I-a). Брахиоподы представлены атрипидами *Anatrypa* ex gr. *alticola* (Frech) и *Pseudotrypa* ex gr. *devoniana* (Webster) (Abramova, Artyushkova, 2004; Artyushkova et al., 2011).

Слой 2 (а и б). Ракушняк брахиоподовый светло-серый интенсивно перекристаллизованный, матрикс – средне- и крупнобиокластовый грейнстоун (см. рис. 2н, о). На шлифовке видна слоистость, выраженная многократным чередованием прослоев светло-серого ракушняка мощностью 2–3 см с довольно плотной “упаковкой” раковин и рыхлого детритового (с преобладанием члеников криноидей) известняка. Отмечаются сутурные швы, выполненные гидроокислами железа. Мощность слоя 0.70 м.

Интервал 2а. Комплекс конодонтов из франкской части ракушняка мощностью 0.20 м представлен пятью родами и 19 видами и подвидами, широко распространенными в интервале зоны *linguiformis*: *Ad. nodosa* Ul. et Bas., *Belodella* sp., *Icriodus alternatus alternatus* Brans. et Mehl, *Ic. a. helmsi* Sand., *Ic. iowaensis iowaensis* Young. et Pet., *Palmatolepis amplificata* Klapp., Kuzm. et Ovn., *Pa. beckeri* Klapp., *Pa. bogartensis* (Stauf.), *Pa. boogaardi* Klapp. et Fost., *Pa. gigas extensa* Zieg. et Sand., *Pa. juntianensis* Han, *Pa. aff. kereevae* Ovn., *Pa. linguiformis* Mull., *Pa. nasuta* Mull., *Pa. rhenana* Bisch., *Pa. subrecta* Mill. et Young., *Pelekysgnathus planus* Sann., *Polygnathus lodinensis* Pöls. и *Pol. macilentus* Ovn. et Kuzm. (см. рис. 6а, обр. К-I-b-K-I-c/1). Доминируют *Palmatolepis nasuta* Müll., которые составляют половину от всех встреченных конодонтов (см. рис. 6в). В меньшем количестве представлены таксоны рода *Icriodus* и другие. Из брахиопод здесь определены *Pugnax* ex gr. *acuminata* (Sow.), *Anatrypa* ex gr. *alticola* (Frech) и *Pseudoatrypa* ex gr. *devoniana* (Webster) (Abramova, Artyushkova, 2004; Artyushkova et al., 2011).

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

В фаменской части ракушняка установлены брахиоподы *Tabarhynchus uralicus* Yud., *Pugnax* ex gr. *acuminata* (Sow.), *Parapugnax markovskii*

(Yud.), *Trifidorostellum barmensis* Yud., *Athyris angeliciformis* Mark., *A. globosa* (Roem.), *Cyrtospirifer tchernyschewi* Khalf. и *Cryptonella uralica* Nal. (см. рис. 6б) (Юдина, 1997; Abramova, Artyushkova, 2004; Artyushkova et al., 2011).

Слой 3. Известняк буровато-светло-серый неяснослоистый крупнозернистый органогенно-полидетритовый слабодоломитизированный с единичными брахиоподами *Tenticospirifer conoideus* (Roem.) (см. рис. 6б). В шлифах порода представлена средне- и крупнобиокластовым грейнстоуном, сложенным главным образом обломками члеников криноидей и игл морских ежей, реже раковин брахиопод, остракод и гастропод (см. рис. 2п, р). Отмечаются остатки зубов рыб (*Phoebodus* sp.) и конодонты. Сильно проявлена перекристаллизация биокластов, гематитизация и микротрещиноватость. Мощность слоя 0.35 м.

Комплекс конодонтов таксономически разнообразный и состоит из 24 видов и подвидов трех родов: *Icriodus alternatus alternatus* Brans et Mehl, *Ic. a. helmsi* Sand., *Palmatolepis arcuata* Schul., *Palmatolepis clarki* Zieg., *Pa. crepida* Sann., *Pa. delicatula delicatula* Brans. et Mehl, *Pa. d. postdelicatula* Schul., *Pa. lobicornis* Schul., *Pa. minuta elegantula* Wang et Zieg., *Pa. minuta minuta* Brans. et Mehl, *Pa. minuta wolskae* Szulc., *Pa. perlobata perlobata* Ul. et Bas., *Pa. q. quadratinodosalobata* Sann., *Pa. q. praeterita* Schul., *Pa. q. sandbergi* Ji et Zieg., *Pa. spathula* Schül., *Pa. subperlobata* Brans. et Mehl, *Pa. tenuipunctata* Sann., *Pa. triangularis* Sann., *Pa. wolskae* Ovn., *Pelekysgnathus planus* Sann., *Polygnathus brevilaminus* Brans. et Mehl, *Pol. glaber glaber* Ul. et Bas. и *Pol. normalis* Mill. et Young. (см. рис. 6а, обр. К-I-е и К-I-г). По присутствию вида-индекса *Palmatolepis crepida* Sann. (см. табл. 3) и характерному комплексу конодонтов отложения слоя 3 сопоставляются с интервалом конодонтовой подзоны Lower *crepida*.

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

## ВЫВОДЫ

Представленный фактический материал позволяет рассматривать разрезы Большая Барма, Аккыр, Рязук и Кук-Караук в качестве претендентов на региональный лимитотип нижней границы фаменского яруса.

Пограничный франско-фаменский интервал во всех упомянутых разрезах представлен морскими отложениями. Это органогенно-полидетритовые известняки (грейнстоуны и пакстоуны), содержащие остатки брахиопод, иглокожих (членики криноидей и обломки морских ежей), остракод, фораминифер, водорослей, мшанок и конодонты. Мы предполагаем, что формирование данных известня-



ков и ракушняков происходило на своеобразных отмелях (банках) в открытом море (Маслов, 1959). По классификации Д. Уилсона (1980) подобные образования характерны для отмелей на окраине карбонатной платформы (фациальная зона б).

Нижняя граница фаменского яруса в разрезах, где F/F интервал представлен в ракушняковой фации, установлена в основании барминского горизонта. Она определяется по появлению конодонтов *Palmatolepis triangularis* Sann. и брахиопод *Parapugnax markovskii* (Yud.).

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

В кровле аскынского горизонта франского яруса (зона *linguiformis*) во всех разрезах биоразнообразие конодонтов и брахиопод заметно снижается, а на границе F/F происходит полное вымирание большинства франских таксонов, что соотносится с верхним кельвассеровским событием. В комплексах конодонтов исчезают франские виды родов *Palmatolepis*, а также представители родов *Ancyrodelia* и *Belodella* (см. рис. 3а, 4а, 5а, 6а). Аналогичная картина наблюдается и в комплексах брахиопод. Вымирают роды *Devonoproductus*, *Hypothyridina*, *Calvinaria*, *Septalaria*, *Koltubania*, *Atryparia*, *Theodossia*, *Squamulariina*, *Tecnocyrtina* и резко сокращается численность представителей отрядов Pentamerida и Atrypida (Юдина, 1997; Rzhonsnitskaya et al., 1998; Абрамова, 1999; Abramova, Artyushkova, 2004; Мизенс, 2007, 2009, 2012).

С началом фаменского века восстановление сообщества конодонтов происходило очень медленно. Комплекс барминского горизонта (подзоны Lower и Middle *triangularis*) включает небольшое количество таксонов и характерен для икриодидной (мелководной) конодонтовой биофации (см. рис. 3в, 4в, 5в, 6в) (Sandberg, Dreesen, 1984; Sandberg et al., 1988). Резкое увеличение биоразнообразия наблюдается только в подзоне Lower *crepida* (макаровский горизонт).

Состав брахиоподовых комплексов из отложений нижнего (барминского) горизонта фамена необычный. В нем одновременно встречаются как

франские (пентамеридные *Gypidula*, атрипидные *Iowatrypa*, *Spinatrypa*, *Gibberosatrypa*, *Spinatrypina*, *Desquamatia*, спириферидные *Emanuella* и *Warrenella*), так и фаменские (*Sentosioides*, *Eoparaphorhynchus*, *Trifidorostellum*) роды, а также специфические барминские виды *Parapugnax markovskii* (обычно многочисленен), *Trifidorostellum barmensis*, *Adolfia deflexa barmensis* и др. Присутствие в данном комплексе пентамерид и атрипид (пять родов последних могут представлять до 25% от общего числа экземпляров) также является фактом, известным в фамене лишь для барминских ракушняков. Вероятно, часть франских брахиопод, обитающих на мелководье, пережили бескислородное верхнее кельвассеровское событие и образовали уникальное реликтовое сообщество. Только в кровле барминских отложений отмечается вымирание последних представителей пентамерид и атрипид, а также франских родов спириферид.

Возможно, наблюдаемые перестройки в комплексах конодонтов и брахиопод – это следствие обмеления бассейна, максимум которого приходился на интервал конодонтовых зон Lower-Upper *triangularis*. Свидетельством тому служат стратиграфические перерывы в ряде разрезов, зафиксированные по конодонтам выше зоны *linguiformis* (Веймарн и др., 1998; Абрамова, 1999; Veimarn et al., 2004; Artyushkova et al., 2011; Тагариева, 2012б; Тагариева, 2013). В большинстве известных разрезов западного склона Южного Урала (Габдюково, Мендым, Зиган и др.) временной интервал перерыва варьирует от одной подзоны до нескольких конодонтовых зон. В изученных нами разрезах, за исключением разреза Большая Барма, локальные перерывы наблюдаются выше барминского горизонта и равны интервалу конодонтовой подзоны Upper *triangularis* (см. рис. 1).

Пограничные франско-фаменские отложения разрезов Большая Барма и Аккыр лучше охарактеризованы конодонтами и брахиоподами, чем аналогичные отложения разрезов Рязук и Кук-Караук. Поскольку обнажения на горе Аккыр более доступны, чем таковые на берегах р. Большая Барма, а, кроме того, в отложениях разреза Аккыр лучше выражено маркирующее событие массового вымирания на рубеже франа и фамена (Upper Kellwasser), то он представляется наиболее перспективным для проведения дальнейших исследований по установлению ТРСГ основания фаменского яруса.

**Рис. 6.** Распространение конодонтов (а) и брахиопод (б) в пограничном F/F интервале разреза Кук-Караук и интерпретация палеоэкологических и палеогеографических обстановок (в).

Условные обозначения – см. рис. 1, 3.

**Fig. 6.** Distribution of conodonts (a) and brachiopods (б) in the F/F boundary interval of the Kuk-Karauk section and interpretation of paleoecological and paleogeographic settings (в).

See Figs 1, 3 for legend.

Авторы выражают глубокую благодарность О.В. Артюшковой (ИГ УНЦ РАН) за ценные советы, критические замечания и всестороннюю помощь. Авторы также благодарны за консультации по определениям конодонтов Л.И. Кононовой (Геологический факультет МГУ, г. Москва) и брахиопод Л.И. Мизенс (ИГГ УрО РАН, г. Екатеринбург). Авторы признательны Н.Г. Изох (ИНГГ СО РАН, г. Новосибирск), Е.И. Кирилишиной (музей Землеведения МГУ, г. Москва) и Ю.А. Гатовскому (Геологический факультет МГУ, г. Москва) за помощь в фотографировании конодонтов на СЭМ; сотрудникам Института ИГГ УрО РАН И.И. Неустроевой и Т.Я. Гуляевой - в фотографировании брахиопод. Авторы также благодарны В.Ф. Кондратенко (НИИГТ, г. Оренбург), сотрудникам Института геологии УНЦ РАН (г. Уфа) В.А. Маслову и Е.Н. Горожаниной за консультации по описанию шлифов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ), грант № 14-05-31214. Исследования являются вкладом в проект IGCP 596.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абрамова А.Н. (1999) Франский ярус западного склона Южного Урала. Уфа: ИГ УфНЦ РАН, 55 с.
- Абрамова А.Н., Артюшкова О.В. (1999) Положение границы франского и фаменского ярусов в разрезе “Большая Барма”. *Геология и полезные ископаемые Республики Башкортостан, проблемы и перспективы освоения минерально-сырьевой базы: мат-лы III Республиканской геол. конф.* Уфа: УфНЦ РАН, 55-57.
- Алексеев А.С. (1998) Массовые вымирания в фанеразое. Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. М.: МГУ, 76 с.
- Артюшкова О.В., Маслов В.А. (2005) Стратиграфия “надмукасовских” отложений (фаменский ярус, зилайская свита) на Южном Урале по конодонтам. *Стратиграфия. Геол. корреляция.* **13**(2), 57-73.
- Барсков И.С., Алексеев А.С., Кононова Л.И., Мигдисова А.В. (1987) Определитель конодонтов верхнего девона и карбона (Под. ред. акад. В.В. Меннера). М.: МГУ, 144 с.
- Барышев В.Н., Абрамова А.Н. (1996) Зональное расчленение верхнедевонских отложений западного склона Южного Урала по конодонтам. *Ежегодник-1995.* Уфа: ИГ УНЦ РАН, 26-30.
- Веймарн А.Б., Найдин Д.П., Кобаевич Л.Ф., Алексеев А.С., Назаров М.А. (1998) Методы анализа глобальных катастрофических событий при детальном стратиграфических исследованиях. М.: МГУ, 190 с.
- Домрачев С.М. (1952) Девон хребта Каратау и прилегающих районов Южного Урала. *Тр. ВНИГРИ. Нов. сер.* Вып. 61, 3-121.
- Захаров В.А., Варламов А.И. (2013) Программа обустройства стратотипов российских ярусов. *Общая стратиграфическая шкала России: состояние и проблемы обустройства: мат-лы Всерос. совещ.* (под ред. М.А. Федонкина) М.: ГИН РАН, 14-22.
- Кононова Л.И. (1969) Комплексы конодонтов из верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений разреза р. Сиказы (Южный Урал). *Бюл. МОИП, Отд. геол.* **XLIV**(1), 121-138.
- Кононова Л.И., Липина О.А. (1971) Соотношение зональных схем верхнего фамена и нижнего турне по фораминиферам и конодонтам на западном склоне Южного Урала. *Вопр. микропалеонтологии.* Вып. 14, 39-69.
- Марковский Б.П. (1948) Очерк стратиграфии девонских отложений западного склона Среднего и Южного Урала // *Мат. ВСЕГЕИ. Общ. сер. Сб. 8.* Л.: Госгеол. издат, С. 22-28.
- Маслов В.А. (1959) Литология и фациальные особенности верхнедевонских карбонатных отложений западного склона Южного Урала. Дис. ... канд. геол.-мин. наук. Уфа: Баш. ФАН СССР, 304 с.
- Маслов В.А., Артюшкова О.В. (2010) Стратиграфия и корреляция девонских отложений Магнитогорской мегазоны Южного Урала. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 288 с.
- Мизенс А.Г. (2007) Брахиоподовые комплексы из пограничных франско-фаменских отложений южноуральских разрезов “Большая Барма” и “Аккыр” (стратотипа и парастратотипа барминских слоев). *Литосфера.* (6), 93-110.
- Мизенс А.Г. (2009) Брахиоподы и биостратиграфия верхнего девона Среднего и Южного Урала. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск: ИНГГ СО РАН, 18 с.
- Мизенс А.Г. (2012) Брахиоподы и биостратиграфия верхнего девона Среднего и Южного Урала. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 324 с.
- Мизенс А.Г., Мизенс Л.И., Сапельников В.П. (1999) Новые данные к палеонтологической характеристике барминских слоев (верхний девон) в их типовой местности на западном склоне Южного Урала. *Геология и полезные ископаемые Республики Башкортостан, проблемы и перспективы освоения минерально-сырьевой базы: мат-лы III Республ. геол. конф.* Уфа: УфНЦ РАН, 57-59.
- Наливкин Д.В. (1931) Палеозой западного склона Южного и Среднего Урала. Геологическая карта Урала масштаба 1 : 1 000 000. Объяснительная записка.
- Постановления Межведомственного стратиграфического комитета России и его постоянных комиссий (Отв. редактор А.И. Жамойда). (2008) Вып. 38. СПб.: ВСЕГЕИ, 131 с.
- Постановления Межведомственного стратиграфического комитета России и его постоянных комиссий (Отв. редактор А.И. Жамойда). (2011) Вып. 40. СПб.: ВСЕГЕИ, 40 с.
- Серавкин И.Б., Знаменский С.Е., Косарев А.М. (2001) Разрывная тектоника и рудоносность Башкирского Зауралья. Уфа: Полиграфкомбинат, 318 с.
- Синицына З.А., Пазухин В.Н., Кулагина Е.И. и др. (1995.) Разрез Сиказа. *Путеводитель геологической экскурсии по разрезам палеозоя и верхнего докембрия западного склона Южного Урала и Приуралья.* Уфа: ИГ УНЦ РАН, 57-93.
- Стратиграфические схемы Урала. (1993) Екатеринбург: Межведомственный стратиграфический комитет

- России. 151 л., 139 с.
- Стратиграфический кодекс (1992). СПб: ВСЕГЕИ, 120 с.
- Тагариева Р.Ч. (2012а) Конодонтовая зональность нижнефаменских отложений разреза Большая Барма (западный склон Южного Урала). *Верхний палеозой России: региональная стратиграфия, палеонтология, гео- и биособытия: мат-лы III Всерос. совещ.* (Отв. ред. А.И. Жамойда). СПб.: ВСЕГЕИ, 224-226.
- Тагариева Р.Ч. (2012б) Палеонтологический метод выявления гиатусов на примере изучения верхнедевонских конодонтов западного склона Южного Урала. *Геология, полезные ископаемые и проблемы геоэкологии Башкортостана, Урала и сопредельных территорий: мат-лы 9-й Межрегион. науч.-практ. конф.* Уфа: ДизайнПресс, 56-58.
- Тяжева А.П. (1961) Стратиграфия девонских отложений западного склона Южного Урала. *Девонские отложения Башкирии. Ч. 1. Стратиграфия.* М.: Изд. АН СССР, 5-130.
- Уилсон Д.Л. (1980) Карбонатные фации в геологической истории. М.: Недра, 463 с.
- Юдина Ю.А. (1997) Ринхонеллиды из барминских отложений западного склона Южного Урала. *Палеонтол. журн.* (5), 63-67.
- Якупов Р.Р., Мавринская Т.М., Абрамова А.Н. (2002) Палеонтологическое обоснование схемы стратиграфии палеозоя северной части Зилаирского мегасинклинария. Уфа: ИГ УфНЦ РАН, 160 с.
- Abramova A.N., Artyushkova O.V. (2004) The Frasnian-Famennian boundary in the Southern Urals. *Geol. Quart.* **48** (3). Warszawa, 137-154.
- Artyushkova O.V., Maslov V.A., Pazukhin V.N., Kulagina A.G., Tagarieva R.Ch. Mizens, L.I., Mizens, A.G. (2011) Devonian and Lower Carboniferous type sections of the western South Urals: *International Conference: Biostratigraphy, Paleogeography and Events in Devonian and Lower Carboniferous Pre-Conference Field Excursion Guidebook.* Ufa: IG URC RAS, 92 p.
- Dineley D.L. (1988) *SDS Newsletter.* 5, 3.
- House M. R. (1988) International definition of Devonian System boundaries. *Proceedings of the Ussher Society.* **7**, 41-46.
- Izokh O.G. (2011) Carbon-Izotope characteristics of Frasnian-Famennian carbonates in the South Urals. *Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Lower Carboniferous (SDS/IGCP 596 joint field meeting): Contributions of International Conference in memory of Evgeny A. Yolkin.* Novosibirsk: Publishing House of SB RAS, 63-64.
- Klapper G., Feist R., Becker R.T., House M.R. (1993) Definition of the Frasnian/Famennian Stage boundary. *Episodes.* **16**(4), 433-441.
- Racki G., Racka M., Matyja H., Devleeschouwer X. (2002) The Frasnian-Famennian boundary in the South Polish-Moravian shelf basins: integrated event-stratigraphical approach. *Palaeogeogr., Palaeoclimat., Palaeoecol.* **181**, 251-297.
- Remane J., Bassett M.G., Cowie J.W., Gohrbandt K.H., Lane H.R., Michelsem O., Haiwen W. (1996) Revised guidelines for the establishment of global chronostratigraphical standarts by the International Commission on Stratigraphy (ICS). *Episodes.* **19**, 77-81.
- Rzhonsnitskaya M.A., Markovskii B.P., Yudina Y.A., Sokiran E.V. (1998) Late Frasnian Atrypida (Brachiopoda) from the South Urals, South Timan and Kuznetsk Basin (Russia). *Acta Palaeontologica Polonica.* **43** (2), 305-344.
- Schülke I. (1995) Evolutive Prozesse bei *Palmatolepis* in der frühen Famenne-Stufe (Conodonta, Oder-Devon). *Göttinger Arbeiten zur Geologie und Paläontologie.* **67**, 1-108.
- Sandberg C.A., Dreesen R. (1984) Late Devonian icriodontid biofacies, models and alternate shallow water zonation. Conodont biofacies and provincialism (Ed. D.L. Clark). *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.* **196**, 143-178.
- Sandberg C.A., Ziegler W., Dreesen R., Butler J. L. (1988) Late Frasnian mass extinction: conodont event stratigraphy, global changes, and possible causes. 1st International Senckenberg Conference and 5th European Conodont Symposium (ECOS V) Contribution I. *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg.* **102**, 263-307.
- Tagarieva R.Ch. (2013) Conodont biodiversity of the Frasnian-Famennian boundary interval (Upper Devonian) in the Southern Urals. *Bul. Geos.* **88**(2), 297-314.
- Veimarn A.B., Puchkov V.N., Abramova A.N., Naidin D.P., Artyushkova O.V., Baryshev V.N., Degtyaryov K.E., Kononova L.I., Maslov V.A., Mosejchuk V.M., Pazukhin V.N., Pravikova N.V., Tevelev A.V., Yarkova A.V. (2004) Stratigraphy and geological event at the Frasnian-Famennian boundary in the South Urals. *Geol. Quarterly.* **48** (3), 233-244.
- Walliser O.H. (1996) Global events in the Devonian and Carboniferous. *Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic.* B.: Springer Verlag, 225-250.
- Ziegler W., Sandberg C.F. (1990) The Late Devonian Standard Conodont Zonation. *Cour. Forsch. Inst. Senckenberg.* **121**, 1-115.

Рецензент В.В. Черных

## Sections in the western slope of the South Urals perspective for the choice of the famennian regional boundary stratotype point

R.Ch. Tagarieva\*, A.G. Mizens\*\*

*\*Institute of Geology, Ufa Research Centre of RAS*

*\*\*Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch of RAS*

The Bol'shaya Barma, Akkyr, Ryauzyak and Kuk-Karauk sections in the western slope of the South Urals are considered to be perspective sections for the identification of Famennian Regional Boundary Stratotype Point (RBSP). In the studied sections the Frasnian-Famennian (F/F) boundary is at the bottom of the Barma Horizon. It is established within a lithologically homogeneous brachiopod coquina by simultaneous emergence of the conodonts *Palmatolepis triangularis* Sann. and brachiopods *Parapugnax markovskii* (Yud.). The F/F boundary interval is subdivided into the Upper rhenana, linguiformis, Lower and Middle triangularis zones which are thoroughly characterized by means of conodonts and brachiopods.

Key words: *South Urals, F/F boundary interval, Regional Boundary Stratotype Point (RSSP), brachiopod coquina, biostratigraphy, conodonts, brachiopods.*