

УДК 551.734/735

ГРАНИЦА ДЕВОНА И КАРБОНА: НОВЫЕ РЕШЕНИЯ СТАРОЙ ПРОБЛЕМЫ (СОВЕЩАНИЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ РАБОЧЕЙ ГРУППЫ В МОНПЕЛЬЕ, 20–22 сентября 2016 г.)

С.В. Николаева^{1,2}, *Ю.А. Гатовский*³, *Е.И. Кулагина*⁴, *Е.Л. Зайцева*³

¹ Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва

² Казанский (Приволжский) федеральный университет

³ Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

⁴ Институт геологии Уфимского научного центра РАН

Поступила в редакцию 01.11.16

В сентябре 2016 г. во Франции состоялось международное совещание под названием «A new look on the Devonian-Carboniferous Boundary» – «Новый взгляд на границу девона и карбона», в котором приняли участие авторы настоящего сообщения. Совещание прошло в здании Университета Монпелье с выездной экскурсией на стратотип нижней границы каменноугольной системы в горах Монтань-Нуар. Были обсуждены проблемы выбора маркера и стратотипа границы и проведено предварительное голосование внутри рабочей группы по границе девона и карбона.

Ключевые слова: девон, карбон, граница, стратотип, экскурсия, Южная Франция.

Nikolaeva S.V., Gatovsky Yu.A., Kulagina E.I., Zaytseva E.L. Devonian-Carboniferous boundary: new solutions for an old problem (meeting of International Working Group, Montpellier, September 20–22, 2016). Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Series. 2016. Volume 91, part 6. P. 66–74.

An international meeting «A new look on the Devonian-Carboniferous Boundary» of the International Working Group on the Devonian-Carboniferous Boundary was held in September 2016 at the University of Montpellier, France. The authors of this report participated in this meeting and in a field trip to the GSSP of the base of the Mississippian in La Serre (Montagne Noire). The meeting included discussions of the potential Devonian-Carboniferous boundary markers and reference sections and a preliminary vote on the boundary level within the Devonian-Carboniferous working group.

Key words: Devonian, Carboniferous, boundary, stratotype, field trip, South France.

Предыстория

История изучения границы девона и карбона охватывает более восьмидесяти лет. Принятая в 1935 г. на Втором Геерленском конгрессе граница этих систем по появлению аммоноидей вида *Gattendorfia subinvoluta* (Münster, 1839) в разрезе Обер-Редингхаузен (Ober-Rödinghausen) в Германии была пересмотрена после того, как было показано (Alberti et al., 1974), что непосредственно ниже границы в этом разрезе присутствует перерыв и что за пределами Западной Европы корреляция этой границы по уровню первого появления *G. subinvoluta* практически невозможна (Bouckaert, Streel, 1974; Paproth, 1980; Paproth, Streel, 1982). В 1975 г. была создана международная рабочая группа по границе девона и карбона, которая существует до сих пор. За это время рассматривались различные варианты проведения границы между системами по биостратиграфическому маркеру (Paproth, Streel, 1984a, 1984b; Paproth et al., 1991; Ziegler, Sandberg, 1984, 1996) или по уровню крупного вымирания вкпе с резким изменением фаций (Walliser, 1984, 1996). Одновременно проблема границы девона и карбона была поставлена в отечественной литературе (Барсков

и др., 1985; Кочеткова и др., 1980; Симаков и др., 1985; Фауна и биостратиграфия..., 1987; Чувашов и др., 1975; Barskov et al., 1984) и были переизучены многие разрезы пограничных отложений на Урале, в Казахстане и Средней Азии. В апреле 1986 г. в Минске состоялся расширенный пленум комиссий Межведомственного стратиграфического комитета по девонской и каменноугольной системам, материалы которого были опубликованы в специальном сборнике (Граница девона и карбона..., 1988). В 1991 г., после 15-ти лет обсуждения, был принят уровень границы GSSP в разрезе Ла-Серр (La Serre) в Южной Франции по уровню первого появления конодонтов вида *Siphonodella sulcata* Huddle, 1934 в филогенетическом ряду *S. praesulcata* Sandberg, 1972 – *S. sulcata* в слое 89 (Paproth et al., 1991). Впоследствии переход от *S. praesulcata* к *S. sulcata* был задокументирован в целом ряде разрезов, в том числе и на Южном Урале (Кочеткова и др., 1985; Пазухин и др., 2009). В 2005 г. специалист по конодонтам С. Кайзер (Германия) нашла маркерный вид *S. sulcata* в стратотипическом разрезе основания каменноугольной системы в Ла-Серр на 40 см ниже утвержденной границы, непосредственно выше уровня

фациального несогласия. С. Кайзер (Kaiser, Cogradini, 2008; Kaiser, 2009) переизучила стратотипический разрез и установила, что *S. sulcata* в действительности появляется в слое 84. Поскольку в подстилающих отложениях конодонты отсутствуют, в этом разрезе невозможно установить филогенетическую линию *S. praesulcata* – *S. sulcata*.

Этот сенсационный факт привел к решению о пересмотре маркера и стратотипа границы. Эта проблема обсуждалась в Лондоне на Международном палеонтологическом конгрессе в 2010 г., и тогда же для ее решения была воссоздана международная рабочая группа.

Организаторы и участники

Совещание было организовано международной рабочей группой по границе девона и карбона Международной комиссии по стратиграфии (МКС), Университетом Монпелье, Университетом Тулузы, Институтом наук об эволюции Монпелье (все три – Франция) и Университетом Кальяри (Сардиния, Италия). В нем приняли участие члены международной рабочей группы, а также члены и члены-корреспонденты подкомиссий по стратиграфии

карбона и девона МКС из России, Франции, Германии, Великобритании, Чехии, Бельгии, Польши и Китая – всего около 30 человек (рис. 1). Среди участников присутствовали стратиграфы и палеонтологи, включая специалистов по конодонтам, аммоноидеям, фораминиферам, палеофлоре, секвентной стратиграфии и палеомагнетизму. Кроме конкретных вариантов границы на совещании обсуждался широкий спектр вопросов стратиграфии нижнего карбона, включая принципы и методы современной стратиграфии в применении к глобальным и региональным шкалам.

Хроника совещания

Совещание в Монпелье проводилось в три этапа. В первый день, 20 сентября, прошла конференция в Университете Монпелье. Второй день, 21 сентября, был экскурсионным. Участники посетили основные разрезы пограничного интервала, включая Ла-Серр. Заключительный день, 22 сентября, был посвящен обсуждению результатов осмотра разрезов и голосованию.

Совещание открыл председатель рабочей группы Маркус Аретц (Германия). Он кратко рассказал об



Рис. 1. Участники совещания рабочей группы по границе девона и карбона на разрезе Ла-Серр (GSSP основания каменноугольной системы), 21 сентября 2016 г.

истории установления стратотипа границы и ее современном статусе. М. Аретц в совместной презентации с К. Коррадини (Италия) «Redefinition of the Devonian-Carboniferous boundary: recent developments» рассказал о существовании проблемы и последних результатах изучения конодонтов из пограничных отложений девона и карбона в Ла-Серр. К. Коррадини, К. Спалетта (Италия) и С. Кайзер (Kaiser et al., 2009; 2011) показали, что в слое 84 присутствуют различные морфотипы вида *S. sulcata* и все они отличаются от утраченного голотипа этого вида. М. Аретц подчеркнул, что граница должна быть стабильной и, вероятно, прагматичным было бы не ограничиваться единственным маркером. Поскольку прежний конодонтовый маркер (*S. sulcata*) сохранить не удастся, нужно выбрать другой. Уже несколько лет назад К. Коррадини предложил в качестве маркера первое появление конодонтов *Protognathodus kockeli* (Bischoff, 1957), и этот уровень был поддержан многими стратиграфами на международном совещании, состоявшемся в Граце в июле 2015 г. (ICS-NSF Workshop «Archiving the Stratigraphic Record»). Однако Беккер возразил против данного предложения, полагая, что предков *P. kockeli* (как и других конодонтов) в разрезе Ла-Серр установить невозможно, потому что непосредственно ниже имеется фациальное несогласие. Кроме того, род *Protognathodus* отсутствует в мелководных последовательностях. Это подтвердила и Х. Матья (Польша) на примере польских разрезов.

Т. Беккер (Германия) сделал интересный экскурс по основным разрезам пограничного интервала, на котором мы ниже кратко остановимся (Becker et al., 2016). Разрез Обер-Редингхаузен (Ober-Rödinghausen) в Рейнских сланцевых горах (Германия) первоначально был принят на Геерленском конгрессе 1935 г. как стратотип нижней границы карбона по первому появлению *Gattendorfia subinvoluta* в хангенбергском известняке. Впоследствии, однако, оказалось, что в этом разрезе на уровне выбранной границы имеется перерыв в осадконакоплении, зафиксированный в основании хангенбергского известняка. Поэтому в 1991 г. GSSP для каменноугольной системы был установлен в разрезе Ла-Серр по первому появлению *Siphonodella sulcata* в сл. 89, хотя еще в 1984 г. О. Валлизер (Walliser, 1984, 1996) предлагал выбрать в качестве «естественного» пограничного уровня основание хангенбергских черных сланцев, т.е. уровень значительно ниже современного GSSP, но победила другая точка зрения, согласно которой эту границу предлагалось обосновать биостратиграфически. В Рейнском массиве пограничный интервал включает «предкризисную» пачку (Воклюмский известняк), нижнюю «кризисную» пачку (верхи воклюмского известняка), среднюю «кризисную» пачку (хангенбергские сланцы и песчаники), верхнюю «кризисную» пачку (штокумский известняк) и «посткризисную» пачку (хангенбергский известняк). Два разреза — Хассельбахталь (Hasselbachtal, Германия)

и Наньбянькунь (Nanbiancun, Китай) ранее предлагались в качестве дополнительных стратотипов. Однако разрез Хассельбахталь был засыпан землевладельцем, а в китайском разрезе сбор образцов невозможен без применения промышленных камнерезных приспособлений.

В заключение своего доклада Т. Беккер сформулировал пять наиболее приемлемых вариантов нового положения границы: (1) крупное вымирание большинства амmonoидей и конодонтов, соответствующее уровню в основании черных хангенбергских сланцев; (2) секвентная граница, соответствующая пику регрессии в основании хангенбергского песчаника; (3) основание конодонтовой зоны *Protognathodus kockeli* и начало трансгрессии; (4) первое появление *S. sulcata* (например, в верхнем штокуме), что примерно совпадает с уровнем локальной регрессии и основанием зоны *P. kuehni*; (5) уровень посткризисной трансгрессии, совпадающий с радиацией амmonoидей, включая появление *G. subinvoluta* (= верхняя часть конодонтовой зоны *S. sulcata*); немного ниже основания конодонтовой зоны *S. bransoni* (= нижняя часть прежней зоны *S. duplicata*); примерно уровень современного GSSP.

Стратиграфия разрезов пограничного интервала в Ла-Серр и Пуэш-де-Ла-Сук (Puech de la Suque) была предметом доклада Р. Фейста (Франция). В частности, было показано (Feist, Flajs, 1988; Feist et al., 2000), что в Монтань-Нуар с уровнем хангенбергского события (накопление черных сланцев) связан регрессивный эпизод, особенно хорошо прослеженный группой под руководством К. Жирар (Girard et al., 2014) в разрезе Кол-де-Триб (Col des Tribes), в то время как за пределами Монтань-Нуар в это время были и трансгрессии. На вопрос Ю.А. Гатовского о количестве экземпляров *P. kockeli* на один килограмм породы, выделенных при изучении разрезов Монтань-Нуар, Р. Фейст ответил, что в разрезе Пуэш-де-Ла-Сук было получено 23–30 экземпляров, не считая переотложенных конодонтов.

Полевая экскурсия

Разрезы пограничных отложений девона и карбона в горах Монтань-Нуар, которые были представлены на экскурсии, следующие: Пик-де-Биссу (Pic de Bissous = Vissou), Ла-Серр (La Serre), и Пуэш-де-Ла-Сук (Puech de la Suque) (рис. 2).

Разрез Пик-де-Биссу представляет собой последовательность верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений в опрокинутом залегании. Участникам продемонстрировали слои в специально вскрытой траншее, проложенной вдоль водораздельного хребта Биссунель-Биссу (= Виссунель-Виссу), вскрывающей отложения зон *Bispathodus ultimus* и *Protognathodus kockeli*. В средней части небольшого по мощности разреза присутствует горизонт черных хангенбергских сланцев (40–50 см), а выше него найдены амmonoидеи *Acutimitoceras* sp. и переотложенные *Phoenixites* sp. Во время осмотра была возможность отобрать ископаемые остатки,

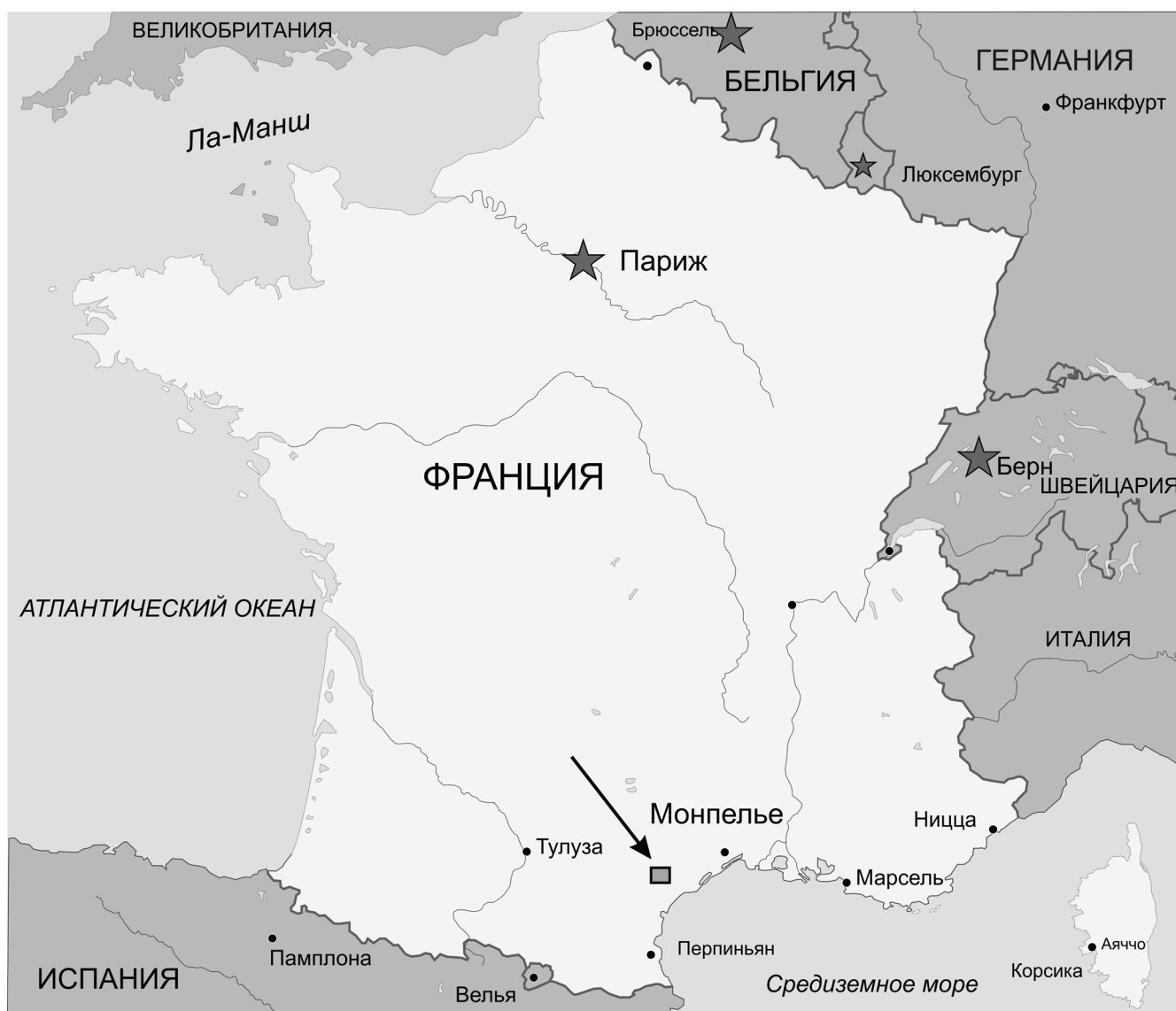


Рис. 2. Район полевой экскурсии в Южной Франции (обозначен квадратом). Карту разрезов см.: (Aretz, 2016, рис. 2)

представленные фрагментами раковин аммоноидей, и взять образцы на конодонты.

Разрез Ла-Серр, утвержденный в качестве стратотипа границы девона и карбона, представляет собой последовательность пород, вскрытых также в опрокинутом залегании в протяженной траншее на окраине виноградника в 525 м восточнее фермы Ла-Рокетт, на склоне горы Ла-Серр. Этот разрез неоднократно посещался геологами и палеонтологами, а результаты его изучения опубликованы в десятках работ. В настоящее время для осмотра доступна только верхняя часть разреза (у подножия склона), поскольку траншея, вскрывающая низы разреза (средний фамен), в настоящее время находится на огороженной территории частной животноводческой фермы и почти полностью засыпана владельцем. Тем не менее пограничные слои девона и карбона все еще доступны для изучения (рис. 3). В желваковых известняках (сл. 64–68) верхнего фамена найдены многочисленные трилобиты с глазами, а также аммоноидеи *Wocklumeria* sp., а в верхней части сл. 68 содержится богатая

конодонтовая фауна зоны *Siphonodella praesulcata*, включающая *Bispathodus costatus* (Branson, 1934), *B. ultimus* (Bischoff, 1957), *Palmatolepis gracilis* (Branson et Mehl, 1934) и др. Желваковые известняки перекрыты маломощными сланцами (сл. 69), которые интерпретируются как хангенбергские черные сланцы (HBS). Выше залегают слоистые оолитово-детритовые брахиоподово-криноидные известняки, разделенные интервалом глинистых пород с гальками и гравелитами (общая мощность пачки 3,7 м). Все эти отложения, вероятно, образовались в период значительного обмеления в мелководном бассейне с периодическим привнесом обломочного материала. Конодонты *P. kockeli* и *S. sulcata* появляются в сл. 84 (в подошве верхнего оолитового прослоя), непосредственно выше глинисто-галечного интервала без конодонтов, в то время как утвержденная граница находится в основании сл. 89. Нам также предложили посетить параллельную траншею в 200 м восточнее, где хангенбергские отложения представлены лучше и где можно было отобрать образцы на конодонты.

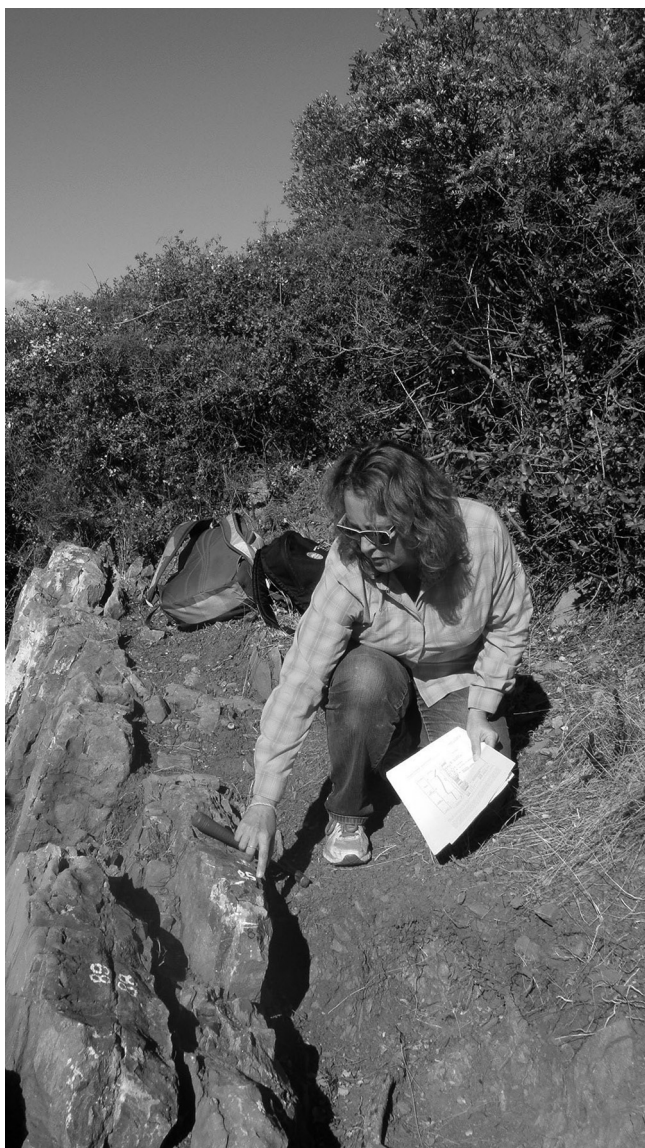


Рис. 3. Граница девона и карбона в разрезе Ла-Серр (GSSP в сл. 89). С. Кайзер показывает уровень первого появления *S. sulcata* в сл. 84

Третий разрез (Пуэш-де-Ла-Сук), который посетили участники экскурсии, располагается вдоль виноградника на восточном и юго-восточном склонах одноименной горы. Здесь пограничные слои девона и карбона тоже находятся в опрокинутом залегании, но сам разрез очень протяженный и включает более 200 м желваковых, биомикритовых, микритовых известняков, кремней с фосфатными конкрециями и турбидитов. Этот разрез интенсивно изучался геологами, седиментологами и палеонтологами и интерпретируется как более глубоководный по сравнению с разрезом Ла-Серр. В верхах фамена встречены аммоноидеи *Wocklumeria* sp., конодонты *B. costatus*, *B. ultimus* и *P. gracilis*. Выше этого горизонта зафиксирован слой хангенбергских сланцев мощностью 30 см. В прослое желтого глинистого сланца (10 см), перекрывающего хангенбергские сланцы, найдены *Protognathodus collinsoni* Ziegler, 1969, а непосредственно

выше, в слое серо-желтых пакстоунов и вакстоунов (2 м) — многочисленные аммоноидеи *Acutimitoceras* sp., зрячие трилобиты *Belgibole* sp. и *Winterbergia* sp., а также конодонты *P. kockeli*. В нескольких метрах выше по разрезу обнаружены аммоноидеи *Gattendorfia subinvoluta* и конодонты *Siphonodella bransonii* Ji, 1987. В верхах разреза (в турнейской части) найдены также незрячие трилобиты.

Обсуждение

Третий день совещания был посвящен докладам и обсуждению возможных уровней девонско-каменноугольной границы. Доклады по конкретным разрезам были представлены по просьбе руководителя рабочей группы.

С. Хартенфельс (S. Hartenfels, Германия) суммировал результаты своих исследований исторического разреза Обер-Редингхаузен, где он собрал послойно 150 образцов в сравнении с 29 изученными ранее. В результате его работ основание конодонтовой зоны *ultimus ultimus* сейчас понижено до уровня нижней границы *Pa. gracilis gonioclymeniae*, но, возможно, будет еще сдвинуто вниз, потому что не все образцы растворены. Появление аммоноидей *Sphenoclymenia brevisipina* (Lange, 1929) совпадает с основанием зоны VI-A. Этот разрез не интересен с точки зрения определения границы фамена III и IV, потому что *B. ultimus* появляется довольно поздно. Невозможно его использовать и для обоснования границы девона и карбона и по появлению *P. kockeli*, поскольку непосредственно ниже прослеживается перерыв.

От российской группы выступил Ю.А. Гатовский с красочным докладом, сопровождавшимся демонстрацией 84 слайдов. В основу доклада положены результаты его исследований разрезов девона и карбона на Восточно-Европейской платформе (центральные районы), Среднем и Южном Урале.

На Восточно-Европейской платформе исследованы карьеры Бигильдинский и Колесовский, а также скважины Тамбовская 407, Павловская 16, Ульяновская 1 и Александровская 1. Согласно региональной схеме, в фамене выделены задонский, елецкий, лебедянский, оптуховский, плавский, озерский и хованский горизонты, в турне — малевский, упинский, черепетский и кизеловский. На большей части территории Восточно-Европейской платформы на границе девона и карбона фиксируется перерыв разной длительности. В изученных разрезах в карьерах и скважинах отсутствует гумеровский горизонт, что доказывается резкой сменой литологического состава пород, отсутствием верхнефаменского комплекса конодонтов, остракод, фораминифер и спор. Ранее (Бывшева и др., 1988) по палинологическим данным на границе девона и карбона во многих регионах Восточно-Европейской платформы установлен перерыв в осадконакоплении с выпадением трех споровых подзон (LE, PLE и PM).

Непрерывная последовательность и присутствие гумеровского горизонта в Волго-Уральском субрегионе предполагаются в наиболее погруженных частях Камско-Кинельской системы палеопротрибов, а также в единичных разрезах, вскрытых скважинами на Южно-Татарском своде и в платформенной части Башкортостана (Юнусов и др., 2000). В Волго-Уральской области наиболее полное палеонтологическое обоснование граница девонской и каменноугольной систем имеет в разрезе скв. 21 Висимская, пробуренной в Добрянско-Челвинской впадине Пермского Прикамья (Чижова и др., 1997). В инт. 2409,2–2413,4 м непрерывного конденсированного разреза встречены конодонты зон *S. prae-sulcata* и *S. sulcata* совместно с комплексом фораминифер с доживающими *Quasiendothyra* и *Klubovella* – *Septatourayella njumolga* – *Tournayellina primitiva*. Дополнительные материалы по пограничному интервалу получены в результате переизучения керн опорной скв. 1 Мелекесская (Мелекесская впадина) (Зайцева и др., 2015).

На Среднем Урале были изучены разрезы Ядро, Диана, Егор, Широковский, Косая Речка. На Южном Урале переизучены разрезы Сиказа, Рязяк, Зиган, Кук-Караук, Габдюково. На Южном Урале используются региональные горизонты: барминский, макаровский, мурзакаевский, кушелгинский, лытвинский – в фамене и гумеровский, малевский, упинский и косореченский – в турне, в то время как на Среднем Урале выделяются местные стратиграфические подразделения – свиты. В Вишерско-Чусовской подзоне в фамене в разрезах гониатитовых фаций выделяется губахинская свита, в разрезах брахиоподовых фаций – сторожевская свита, на которой согласно залегают кыновский известняк (нижняя часть), лытвинский известняк, чусовской известняк и алатауская свита (нижняя часть) (Геология..., 1969; Стратиграфические..., 1993). С помощью конодонтов удалось установить возрастной объем губахинской свиты (Gatovsky, 2015b). Интервал свиты отвечает фаменским зонам *Palmatolepis triangularis* – *Siphonodella prae-sulcata*. В разрезе Егор установлена граница девона и карбона по первому появлению *Siphonodella sulcata*. В этом разрезе встречены черные сланцы, являющиеся аналогом Хангенбергского события. В разрезах Широковский и Косая Речка обнаружены конодонты не только в фаменских отложениях, но и в турнейских, что позволило проследить ранее выделенные региональные конодонтовые зоны. В этих разрезах установлена последовательность зон от *Siphonodella sulcata* до *Siphonodella quadruplicata*.

На Южном Урале на основании изучения конодонтов установлен перерыв на границе девона и карбона в разрезах Сиказа, Зиган и Рязяк (Gatovsky, 2015a). По фораминиферам эта граница четкого обоснования не получила.

В разрезах Урала первое появление *S. sulcata* зафиксировано внутри слоев с «доживающими Qua-

siendothyra» (Пазухин и др., 2009), которые коррелируются с фораминиферовой зоной *Tournayellina pseudobeata* ОСШ России. Таким образом, нижняя граница карбона проходит внутри фораминиферовой зоны *T. pseudobeata*.

Заключительная часть совещания состояла из обсуждения и голосования. Для обсуждения было предложено пять вариантов проведения границы девона и карбона, представленных в докладе Т. Беккера, а при голосовании их число сократили до трех:

(1) первое появление *Siphonodella sulcata/Protognathodus kuehni* Ziegler and Leuteritz 1970 (в верхнем штокуме) и диверсификация турнейских аммоноидей;

(2) основание конодонтовой зоны *Protognathodus kockeli* в подошве штокумского известняка и начало трансгрессии;

(3) массовое вымирание в основании черных хангенбергских сланцев.

Каждому из принимающих участие в совещании была предоставлена возможность изложить свое мнение.

Вот некоторые высказывания участников. Р. Фейст считает, что при выборе нового маркера и стратотипа нужно учитывать все характеристики изучаемого интервала, включая палеонтологические и седиментологические критерии. К этому мнению присоединились и другие участники, приведя примеры границ, выбранных по вымиранию, по литологическим и событийным критериям. Т. Беккер полагает, что граница по вымиранию наиболее универсальна, особенно в мелководных разрезах, и что уровень вымирания удастся проследить по многим группам ископаемых, в то время как границу по появлению *P. kockeli* трудно уловить в неритических фациях. Есть и проблема установления границы по биостратиграфическому маркеру в непрерывной филогенетической последовательности, например, неизвестны разрезы, где бы можно было достоверно проследить переход от *S. prae-sulcata* к *S. sulcata*. М. Аретц высказался против уровня по вымиранию (по черным сланцам), так как непонятно, где, собственно, кончаются эти сланцы и начинаются серые сланцы. Кроме того, по его мнению, бентос не вымирает одновременно с пелагическими группами и не удастся выявить изохронную границу.

А. Бабек (Чехия) (Vábek et al., 2016) поддержал его, сказав, что границу не стоит проводить по хангенбергскому событию, поскольку сланцы занимают большой стратиграфический интервал от верхнего девона до карбона и событию отвечает продолжительное время. Р. Фейст возразил, что массовые вымирания мгновенны в геологическом масштабе времени. М. Аретц же напомнил, что действительно в глубоких бассейнах вымирание может быть мгновенным, но в мелководных бассейнах обычно существуют рефугиумы, в которых таксоны живут намного дольше. С. Престиани (С. Prestianni, Бельгия) сказал, что вымирание обыч-

но представляет собой многофазовый процесс и поэтому следует говорить о динамике вымирания.

После дальнейшего обсуждения каждый из участников привел аргументы в пользу выбранного им варианта. Затем было проведено голосование по трем вышеперечисленным предложениям среди всех участников и отдельно среди членов рабочей группы. Голоса распределились следующим образом: среди участников в поддержку первого предложения высказались трое, в поддержку второго — 15, а в поддержку третьего — 4, а среди членов рабочей группы — 0, 7 и 2 соответственно. В итоге постановили сосредоточить усилия на подготовке предложения по определению границы девона и карбона по первому появлению конодонтов *Protognathodus kockeli*. Этот уровень близок к началу диверсификации каменноугольной биоты и к окончанию крупной регрессии, которые в европейских разрезах близки к кровле хангенбергского песчаника.

Применительно к российским разрезам такое решение неудобно, поскольку на территории России *P. kockeli*, будучи глубоководным видом, весьма ограничен в своем распространении. По-видимому, наиболее интересен в этом отношении разрез Каменка (руч. Каменка, р. Большая Бургали, левый приток р. Колымы) на Приколымском поднятии, северо-восток Азии. Информация о распределении конодонтов в этом существенно терригенном и глубоководном флишоидном разрезе публиковалась несколько раз, причем нумерация слоев менялась, поскольку он изучался в разные годы (Гагиев, 1988; Гагиев и др., 1990, 1991; Gagiev, Kопопова, 1990). М.Х. Гагиев (1988, с. 219–220 и рис. 2) отметил *P. kockeli* в верхней части слоя 24 (от обр. 579 и выше) в интервале мощностью около 6 м, который он отнес к зоне *Upper praesulcata*. М.Х. Гагиев и Л.И. Кононова (Gagiev, Kопопова, 1990) указали *P. kockeli* в дуксундинской свите и довольно подробно охарактеризовали его распространение на многих уровнях в слоях 15 и 16 и даже 17–18, не только в зоне *Upper praesulcata*, но и в зонах *Siphonodella sulcata* и *S. duplicata* (Гагиев и др., 1990, 1991). Позднее Гагиев (2009) зафиксировал этот вид в слое 46 того же разреза (зона *Upper praesulcata*).

В.Н. Пазухин (1989, с. 6) привел *P. kockeli* в палеонтологической характеристике гумеровского горизонта разреза Кожим (Приполярный Урал). Более подробную привязку этих находок дали Т.И. Немировская и др. (Nemirovskaya et al., 1992), которые уточнили, что *P. kockeli* в Кожиме появляется в слое 58 (средняя часть, обр. Н-10). При этом *Siphonodella sulcata* найдена в этом разрезе уже в нижней части этого же слоя (обр. Н-6а), и, таким образом, первое появление *P. kockeli* здесь относится к зоне *S. sulcata*. Эти данные подтверждены А.Н. Плотицыным (2016а, 2016б), который также нашел *P. kockeli* в том же слое (гумеровский горизонт) разреза Кожим (слой 58, обр. 58а/14) и отнес этот уровень к зоне *S. sulcata*. Плотицын (2016а, 2016б) указал на присутствие *P. kockeli* в разрезе Изъяель (р. Изъяель, гряда Чернышева, обн. GER3,

пачка б, обр. 92ф), но в этом случае положение находки определено как зона *Upper praesulcata*. В тексте диссертации Плотицын упоминает, что в этом разрезе всего им было обнаружено три экземпляра этого вида. В разрезах Южного Урала (Сиказа, Зиган и др.) *P. kockeli* отсутствует. Крайняя редкость этого вида и ограниченное географическое распространение на территории России являются препятствием для принятия его в качестве основного маркера границы девона и карбона.

В России на настоящий момент положение границы девона и карбона принято в соответствии с решением расширенного пленума комиссий по девонской и каменноугольной системам Межведомственного стратиграфического комитета (МСК), состоявшегося 14–18 апреля 1986 г. в Минске. Это решение было утверждено бюро МСК 20 июня 1986 г. и опубликовано в 1989 г. (Ржонсницкая, Куликова, 1989). Согласно этому документу рекомендовано проводить границу систем между генозонами *Wocklumeria* и *Gattendorfia* в основании подзоны *Acutimitoceras prorsum*, что «соответствует основанию зон *Siphonodella sulcata* по конодонтам, *Richterina latior* — *Pseudoleperditia tuberculifera* — *Cryptophyllum socialis* по остракодам, *pusillites* по спорам» (Ржонсницкая, Куликова, 1989, с. 42). На самом деле эти уровни не вполне одновозрастны и некоторые из них располагаются заведомо ниже подошвы зоны *S. sulcata*.

На Южном Урале каменноугольная система начинается с гумеровского горизонта — в стратотипе это маломощная (1–2 м) конденсированная глинистая пачка, охватывающая зоны *S. praesulcata* (вероятно, только часть) и *S. sulcata* (Кочеткова и др., 1988). Гумеровский горизонт введен и в стратиграфическую схему Восточно-Европейской платформы как нижний горизонт карбона (Решение..., 1990). Предложенный рабочей группой уровень должен находиться где-то внутри или в подошве этого горизонта, но, чтобы это установить надежно, требуется изучение более полных разрезов. Разрез Каменка, к сожалению, очень труднодоступен и не может рассматриваться как потенциальный объект, пригодный для комплексного биостратиграфического исследования. Другие разрезы на территории России, которые давали надежду на фиксацию нижней границы каменноугольной системы, были неплохо изучены 30–40 лет назад (Граница девона и карбона..., 1988) и еще тогда признаны для этого малопригодными. Остается надеяться, что будут обнаружены более полные разрезы с хорошей палеонтологической характеристикой, но это дело будущего.

Заключение

Совещание по границе девона и карбона было очень плодотворным и полезным. Российские участники отобрали образцы из типовых разрезов, и теперь есть возможность сравнить комплексы фауны и фации с таковыми из разрезов в России. В ходе

совещания удалось достичь более или менее общего понимания современной концепции разреза и точки глобального стратотипа границы (GSSP) и обсудить перспективы ее применения для дальнейшей разработки шкалы каменноугольной системы.

Участие российских специалистов было поддержано РФФИ: С.В. Николаевой – проект 14-05-00774, Е.И. Кулагиной и Е.Л. Зайцевой – проект 15-05-06393. Авторы благодарят А.С. Алексеева (МГУ) за ценные советы в процессе подготовки статьи.

ЛИТЕРАТУРА

- Барсков И.С., Кононова Л.И., Алексеев А.С. О био-стратиграфическом определении и выборе типового разреза границы девона и карбона // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1985. Т. 60, вып. 5. С. 45–58.
- Бышева Т.В., Чибрикова Е.В., Авхимович В.И. Этапы развития флоры (по спорам) на рубеже девона и карбона // Граница девона и карбона на территории СССР / Ред. В.К. Голубцов. Минск: Наука и техника, 1988. С. 326–335.
- Гагиев М.Х. Разрез пограничных отложений девона и карбона на ручье Каменка (Северо-Восток СССР) // Граница девона и карбона на территории СССР / Ред. В.К. Голубцов. Минск: Наука и техника, 1988. С. 216–222.
- Гагиев М.Х. Стратиграфия девона и нижнего карбона Приколымского поднятия (Север-Восток Азии). Магадан: СВНЦ; СВКНИИ ДВО РАН, 2009. 290 с.
- Гагиев М.Х., Колесов Е.В., Кононова Л.И., Шульгина В.С. Биостратиграфические и палеомагнитные характеристики пограничных отложений девона и карбона в разрезе Каменка (Северо-Восток СССР) // Магнитные свойства минералов и проблемы палеомагнетизма и петромагнетизма / Ред. Т.И. Линькова, Л.И. Измайлов. Магадан: СВКНИИ ДВО АН СССР, 1990. С. 115–135.
- Гагиев М.Х., Кононова Л.И., Шульгина В.С., Колесов Е.В. Граница девона и карбона в разрезе Каменка (бассейн Колымы) // Бюл. МОИП. Отд. геол. 1991. Т. 66, вып. 6. С. 59–70.
- Геология СССР. Т. 12. Пермская, Свердловская, Челябинская и Курганская области. Ч. 1. Геологическое описание. Кн. 1. М.: Недра, 1969. 723 с.
- Граница девона и карбона на территории СССР / Ред. В.К. Голубцов. Минск: Наука и техника, 1988. 344 с.
- Зайцева Е.Л., Кононова Л.И., Фортунатова Н.К. и др. Новые данные по стратиграфии верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений Мелекесской опорной скважины (Мелекесская впадина) // ПАЛЕОСТРАТ-2015. Годи́чное собрание (научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН, 26–28 января 2015 г., Москва: программа и тезисы докладов / Ред. А.С. Алексеев. М.: ПИН РАН, 2015. С. 34–36.
- Кочеткова Н.М., Лутфуллин Я.Л., Пазухин В.Н., Аржавитина М.Ю. Новые материалы к стратиграфии пограничных отложений девона и карбона района г. Верхнеуральска // Стратиграфия и палеонтология палеозоя Южного Урала. Уфа: ИГ БФАН СССР, 1980. С. 26–33.
- Кочеткова Н.М., Пазухин В.Н., Рейтлингер Е.А., Си́ницына З.А. Опорные разрезы пограничных отложений девона и карбона // Биостратиграфия пограничных отложений девона и карбона Ред. К.В. Симаков. Вып. 6. Магадан: СВКНИИ ДВНЦ АН СССР, 1985. 66 с.
- Кочеткова Н.М., Рейтлингер Е.А., Пазухин В.Н., Авхимович В.И. Граница девона и карбона на Южном Урале // Граница девона и карбона на территории СССР / Ред. В.К. Голубцов. Минск: Наука и техника, 1988. С. 157–166.
- Пазухин В.Н. Турнейские конодонты Урала. Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. М.: Моск. ун-т, 1989. 17 с.
- Пазухин В.Н., Кулагина Е.И., Седаева К.М. Граница девона – карбона на западном склоне Южного Урала // Типовые разрезы карбона России и потенциальные глобальные стратотипы: Мат-лы Междунар. полевого совещания «Стратотипические разрезы, предлагаемые и потенциальные ТГСГ карбона в России» / Ред. В.Н. Пучков. Южноуральская сессия. Уфа-Сибай. 13–18 августа 2009 г. Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2009. С. 22–33.
- Плотицын А.Н. Корреляционные уровни в верхнем фанене и турне севера Урала и гряды Чернышева // Вестн. Ин-та геол. Коми НЦ УрО РАН. 2016а. № 7. С. 46–53.
- Плотицын А.Н. Конодонты и стратиграфия верхнефаненско-турнейских отложений севера Урала и гряды Чернышева. Автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Сыктывкар, 2016б. 20 с.
- Решение Межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы с региональными стратиграфическими схемами / Ред. М.А. Ржонсницкая, В.Ф. Куликова. Ленинград, 1988 г. Девонская система. Л.: ВСЕГЕИ, 1990. 60 с. + 119 листов схем.
- Ржонсницкая М.А., Кагарманов А.Х. Решение расширенного пленума комиссий // Постановления МСК и его постоянных комиссий. Вып. 24. Л.: ВСЕГЕИ, 1989. С. 41–44.
- Симаков К.В. Опорные разрезы и биостратиграфия пограничных отложений девона и карбона Западной Европы. М.: Наука, 1985. 248 с.
- Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). Екатеринбург: ОАО УГСЭ, 1993. 151 л.
- Фауна и биостратиграфия пограничных отложений девона и карбона Берчогура (Мугоджары) / Ред. В.А. Маслов. М.: Наука, 1987. 119 с.
- Чи́жова В.А., Сташкова Э.К., Зверева Е.В. и др. Соотношение верхнефранско-нижневизейских биостратиграфических подразделений по конодонтам, фораминиферам, остракодам и спорам в разрезах востока Русской платформы // Биостратиграфия и микроорганизмы фанерозоя Евразии / Ред. В.М. Подобина, Н.И. Савина, К.И. Кузнецова, Н.Г. Музылев. М.: ГЕОС, 1997. С. 61–70.
- Чува́шов Б.И., Наседкина В.А., Плю́снина А.А. Сопоставление фораминиферовых и конодонтовых зон в пограничных отложениях девона и карбона на восточном склоне Южного Урала // Каменноугольные отложения Урала / Ред. Г.А. Смирнов, Г.Н. Папулов. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1975. С. 14–19.
- Юнусов М.А., Архипова В.В., Пазухин В.Н., Юнусова Г.М. Биостратиграфия турнейских и нижневизейских отложений Башкирского Приуралья // Зональные подразделения карбона общей стратиграфической шкалы России: Мат-лы Всерос. совещ. 29–31 мая 2000 г. / Ред. В.Н. Пучков. Уфа: Гилем, 2000. С. 109–111.
- Alberti H., Groos-Uffendorfer H., Streef M. et al. The stratigraphical significance of the *Protognathodus* fauna from Stockum (Devonian/Carboniferous boundary, Rhenish Schiefergebirge) // Newsletters on Stratigraphy. 1974. Vol. 3. P. 263–276.

- Aretz M.* The Kulm Facies of the Montagne Noire (Mississippian, southern France) // *Geologica Belgica*. 2016. Vol. 19, N 1–2. P. 69–80.
- Bábek O., Kumpan T., Kalvoda J., Grygar T.M.* Devonian/Carboniferous boundary glacioeustatic fluctuations in a platform-to-basin direction: A geochemical approach of sequence stratigraphy in pelagic settings // *Sedimentary Geol.* 2106. Vol. 337. P. 81–99.
- Barskov I.S., Simakov K.V., Alekseev A.S.* et al. Devonian–Carboniferous transitional deposits of the Berchogur section, Mugodzhary, USSR // *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*. 1984. Vol. 67. P. 207–230.
- Becker R.T., Kaiser S.I., Aretz M.* Review of chrono-, litho- and biostratigraphy across the global Hangenberg Crisis and Devonian–Carboniferous boundary // *Geol. Soc. London. Spec. Publ.* 2016. Vol. 423. P. 355–386.
- Bouckaert J., Strel M.* General Information // *International Symposium on Belgian Micropaleontological Limits* / Eds. J. Bouckaert, M. Strel. Namur, 1974. Guidebook. Bruxelles: Geological Survey of Belgium. 280 p.
- Feist R., Flajs G.* Index conodonts, trilobites and environment of the Devonian–Carboniferous Boundary beds at La Serre (Montagne Noire, France) // *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*. 1988. Vol. 100. P. 53–107.
- Feist R., Flajs G., Girard C.* The stratotype section of the Devonian–Carboniferous boundary // *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*. 2000. Vol. 225. P. 77–82.
- Gagiev M.H., Kononova L. I.* The Upper Devonian and Lower Carboniferous sequences in the Kamenka River Section (Kolyma River basin, the Soviet North-East) stratigraphic description. Conodonta // *Cour. Forschungsinstitut Senckenberg*. 1990. Vol. 118. P. 81–103.
- Gatovsky Y.A.* Famennian–Tournaisian boundary on the western slope of the South Urals, Russia: new look // *STRATA. Série 1*. Vol. 16. IGCP 596–SDS Symposium (Brussels, September 2015). Brussels, 2015a. P. 51–52.
- Gatovsky Y.A.* Yadro section (Famennian) // *Ponomareva G.Yu., Kossovaya O.L., Khopta I.S.* (eds.). Middle Urals. Carboniferous and Permian marine and continental successions: Field trip guidebook of XVIII Intern. Congress on the Carboniferous and Permian (ICCP 2015). Perm: August 16–19, 2015. Perm: Aster, 2015b. P. 62–65.
- Girard C., Cornée, J.-J., Corradini C.* et al. Palaeoenvironmental changes at Col des Tribes (Montagne Noire, France), a reference section for the Famennian of north Gondwana-related areas // *Geol. Mag.* 2014. Vol. 151, N 5. P. 864–884.
- Kaiser S.I.* The Devonian/Carboniferous stratotype section La Serre (Montagne Noire) revisited // *Neues Jahrb. Geol. Paläontol. Abh.* 2009. Vol. 43. P. 195–205.
- Kaiser S.I., Becker R.T., Spalletta C., Steuberg T.* High-resolution conodont stratigraphy, biofacies and extinction around the Hangenberg Event in pelagic successions from Austria, Italy and France // *Palaeontographica Americana*. 2009. Vol. 63. P. 97–139.
- Kaiser S.I., Becker R.T., Steuber T., Aboussalam S.Z.* Climate-controlled mass extinctions, facies, and sea-level changes around the Devonian–Carboniferous boundary in the eastern Anti-Atlas (SE Morocco) // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 2011. Vol. 310. P. 340–364.
- Kaiser S.I., Corradini C.* Should the Devonian/Carboniferous boundary be redefined? // *Subcommission on Devonian Stratigraphy Newsletter*. 2008. Vol. 23. P. 55–56.
- Nemirovskaya T.I., Chermnykh V.A., Kononova L.I., Pazukhin V.N.* Conodonts of the Devonian–Carboniferous boundary section, Kozhim, Polar Urals, Russia // *Ann. Soc. géol. Belgique*. 1992. Vol. 115. P. 629–647.
- Paproth E.* The Devonian–Carboniferous boundary // *Lethaia*. 1980. Vol. 13. P. 287.
- Paproth E., Feist R., Flajs G.* Decision on the Devonian–Carboniferous boundary stratotype // *Episodes*. 1991. Vol. 14. P. 331–336.
- Paproth E., Strel M.* Devonian–Carboniferous transitional beds of the northern ‘Rheinisches Schiefergebirge’. Guidebook, IUGS Working Group on the Devonian/Carboniferous Boundary. Liège, 1982. 63 p.
- Paproth E., Strel M.* The IUGS Devonian–Carboniferous Working Group: a report on activities, 1978–1984 // *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*. 1984a. Vol. 67. P. 5–9.
- Paproth E., Strel M.* Precision and practicability: on the definition of the DCB // *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*. 1984b. Vol. 67. P. 255–258.
- Ziegler W., Sandberg C.A.* *Palmatolepis*-based revision of upper part of standard Late Devonian conodont zonation // *Geol. Soc. Amer. Spec. Pap.* 1984. Vol. 196. P. 179–194.
- Ziegler W., Sandberg C.A.* Reflexions on Frasnian and Famennian Stage boundary decisions as a guide to future deliberations // *Newsletters on Stratigraphy*. 1996. Vol. 33. P. 157–180.
- Walliser O.H.* Pleading for a natural D/C-boundary // *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*. 1984. Vol. 67. P. 241–246.
- Walliser O.H.* Global events in the Devonian and Carboniferous // *Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic* / Ed. O.H. Walliser. Berlin: Springer, 1996. P. 225–250.

Сведения об авторах: Николаева Светлана Витальевна – канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр. ПИН РАН, e-mail: 44svnikol@mail.ru; Гатовский Юрий Артурович – канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр. каф. палеонтологии геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, e-mail: ustas62@bk.ru; Кулагина Елена Ивановна – докт. геол.-минерал. наук, гл. науч. сотр. ИГ УНЦ РАН, e-mail: elenkul@mail.ru; Зайцева Елена Леонидовна – канд. геол.-минерал. наук, ст. науч. сотр. каф. палеонтологии геологического ф-та МГУ имени М.В. Ломоносова, e-mail: ezaitseva@mail.ru