

DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/25_2019

УДК 56.016.3:551.734.5/.551.735.1(470.1)

Плотицын А.Н., Вевель Я.А.

Институт геологии имени академика Н.П. Юшкина Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Коми научный центр Уральского отделения Российской академии наук» (ИГ Коми НЦ УрО РАН), Сыктывкар, Россия, anplotitzyn@rambler.ru

БИОСТРАТИГРАФИЯ ВЕРХНЕДЕВОНСКО-НИЖНЕКАМЕННОУГОЛЬНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ОПОРНОГО РАЗРЕЗА НА Р. КОЖИМ (ПРИПОЛЯРНЫЙ УРАЛ) ПО КОНОДОНТАМ

*На основе компиляции авторских и опубликованных ранее данных приводится новый вариант биостратиграфического расчленения опорного разреза турнейского яруса на р. Кожим (Приполярный Урал) по конодонтам. Охарактеризованы границы зон/подзон *expansa*, *sulcata*, нижняя *duplicata*, верхняя *duplicata-sandbergi* (нерасчлененные), *quadruplicata* и *isosticha*. Относительно последних вариантов зонального расчленения сдвинуты границы всех зональных подразделений за исключением нижних границ зон *sulcata* и *duplicata*. Наиболее достоверно диагностированные границы зональных подразделений (основание зон *sulcata*, *duplicata*, *quadruplicata*) установлены в карбонатных градационных циклитах (турбидитах). По положению в разрезе отложения самых верхов фаменского яруса крайне условно сопоставляются с нижней подзоной и частью средней подзоны зоны *praesulcata*. Отсутствие отложений датированных верхней частью средней и верхней подзонами зоны *praesulcata* предполагает наличие размыва на границе девонской и каменноугольной систем. Наличие размыва на границе девон-карбона ставит под вопрос возможность дальнейшего использования разреза на р. Кожим в качестве опорного разреза стратиграфической границы. Однако по формальным признакам этот разрез может выступать в качестве опорного разреза структурно-фациальной зоны, так как он в настоящий момент является лучшим по степени изученности, условиям обнаженности и доступности выходов в пределах развития глубоководно-шельфовых отложений Кожимской палеовпадины.*

Ключевые слова: конодонты, биостратиграфия, фаменский ярус, турнейский ярус, опорный разрез, Приполярный Урал.

Введение

Разрез палеозоя на р. Кожим на протяжении многих лет является объектом пристального внимания, начиная со стратиграфических исследований 1920-40-х гг. А.А. Чернова, Г.А. Чернова, А.П. Ротая, А.А. Чумакова и других. Первую детальную палеонтологическую характеристику непосредственно пограничных отложений девонской и каменноугольной систем удалось получить благодаря успешному внедрению микрофауны (конодонты, остракоды и фораминиферы) в качестве инструмента для биостратиграфических исследований, начало которых приходится на 80-е гг. прошлого столетия [Чермных и др., 1980]. Тогда же впервые биостратиграфически обосновано присутствие в разрезе на р. Кожим турнейского яруса в полном объеме, включая нижнюю его границу (ранее ошибочно считалось, что турне представлено лишь самым верхним, кизеловским

горизонтом) [Чермных, 1976]. Статус опорного этот разрез приобрел в 1984 г. после выхода отчета «Опорный разрез турнейского яруса западного склона Приполярного Урала (р. Кожим)» под авторством В.А. Чермных, О.А. Липиной, О.М. Липнягова, Т.И. Немировской, Н.М. Кочетковой, В.Н. Пазухина и И.Д. Ткачевой. Позднее эти данные опубликованы в сокращенном варианте [Чермных и др., 1988], а также опубликована и детальная характеристика пограничного девонско-каменноугольного интервала [Nemirovskaya et al., 1992]. Достаточно высокий уровень изученности фаменско-турнейских конодонтов опорного разреза связан с исследованиями О.М. Липнягова, Т.И. Немировской, В.Н. Пазухина, Л.И. Кононовой, А.В. Журавлева, Ю.В. Деулина и авторов статьи, что нашло свое отражение в многочисленных публикациях ([Чермных и др., 1980, 1988; Nemirovskaya et al., 1992; Журавлев, 1990, 2012a; Sobolev, Zhuravlev, Tsyganko, 2000, 2002; Деулин, 2006; Плотицын, 2016a, 2016б] и др.). Кроме того, относительная легкодоступность, развитая инфраструктура в пределах национального парка «Югыд Ва» обусловили тот факт, что опорный разрез турнейского яруса р. Кожим не раз становился объектом геологических экскурсий различного ранга ([Sobolev, Zhuravlev, Tsyganko, 2000; 2002] и др.).

Несмотря на значительное количество публикаций, касающихся конодонтов опорного разреза турнейского яруса на р. Кожим, в настоящий момент существует проблема несовпадения границ ряда зональных подразделений в различных вариантах расчленения. Связано это, в первую очередь, с тем, что при расчленении разреза часто применяются лишь личные авторские данные, а опубликованные ранее данные используются в общих чертах, учитывая сложности с привязкой находок таксонов на различные варианты литологических колонок. Кроме того, границы практически всех подразделений, в том числе граница между девонской и каменноугольной системами (нижняя граница зоны *sulcata*), проводятся в разрезе в основаниях карбонатных градационных циклитов (турбидитов). Смешанность комплексов в подобных отложениях автоматически приводит к неточностям не только биостратиграфических построений, но и палеоэкологических, биофациальных и прочих [Плотицын, Груздев, Журавлев, 2018; Журавлев, 2012б]. Учитывая вышеизложенное и региональное значение опорного разреза турнейского яруса западного склона Приполярного Урала на р. Кожим необходимым представляется детальный анализ всех имеющихся опубликованных и авторских палеонтологических данных по конодонтам для получения более полной и актуальной картины их стратиграфического распределения.

Объект, материал и методы исследования

В качестве объекта исследования выступает опорный разрез турнейского яруса, который располагается на правом берегу р. Кожим, примерно в 3 км ниже по течению от

устья р. Сывью и в 12 км выше по течению от железнодорожной станции Кожим-Рудник в районе устья р. Верхний Нортничаель (рис. 1). Отложения вскрываются в виде естественных выходов по берегу вдоль уреза воды, которые затем переходят в высокий борт долины (координаты обнажения: 65°41'10" с. ш., 59°46'3" в. д.). Верхнефаменско-турнейские отложения залегают моноклинально и падают на СЗ (310°) под углами, равными примерно 40° (см. рис. 1).

В основу настоящей работы положены материалы, полученные авторами во время экспедиционных работ 2014 г., проходивших в бассейне р. Кожим. Дополнительный каменный материал передан сотрудниками Института геологии им. академика Н.П. Юшкина Коми НЦ УрО РАН А.В. Журавлевым и И.С. Котиком. Для уточнения и детализации литологической характеристики разреза изучено более 130 шлифов.

Химической дезинтеграции с целью выделения микрофаунистических остатков подвергнуто более 90 проб карбонатных пород. При химической обработке применялась стандартная методика растворения в 7-10% растворе уксусной и в 10% растворе плавиковой кислот (см. обзор [Иванов, 1990]).

Коллекция выделенных конодонтов насчитывает более 2200 диагностируемых элементов, которые легли в основу детализации существующей палеонтологической характеристики опорного разреза турнейского яруса на р. Кожим. Фотоизображения конодонтовых элементов получены на сканирующем электронном микроскопе VEGA3 TESCAN, установленном в Институте геологии им. академика Н.П. Юшкина Коми НЦ УрО РАН (операторы С.С. Шевчук, А.С. Шуйский). Изображение фораминиферы - при помощи настольного микротомографа SkyScan 1272, разрешение - 4 мкм (Санкт-Петербургский горный университет, А.А. Штырляева).

Биостратиграфическое расчленение проводилось на основе «стандартных» конодонтовых зональных шкал [Sandberg et al., 1978; Ziegler, Sandberg, 1984, 1990].

Биостратиграфия по конодонтам

Нумерация слоев в разделе приводится в соответствии с характеристикой опорного разреза, которая приведена В.А. Чермныхом с соавторами в неопубликованном отчете (1984 г.) и в более поздней публикации [Чермных и др., 1988]. С характером взаимоотношения этих слоев можно ознакомиться на детальной литолого-стратиграфической колонке, опубликованной в одном из путеводителей геологической экскурсии [Sobolev, Zhuravlev, Tsyganko, 2002].

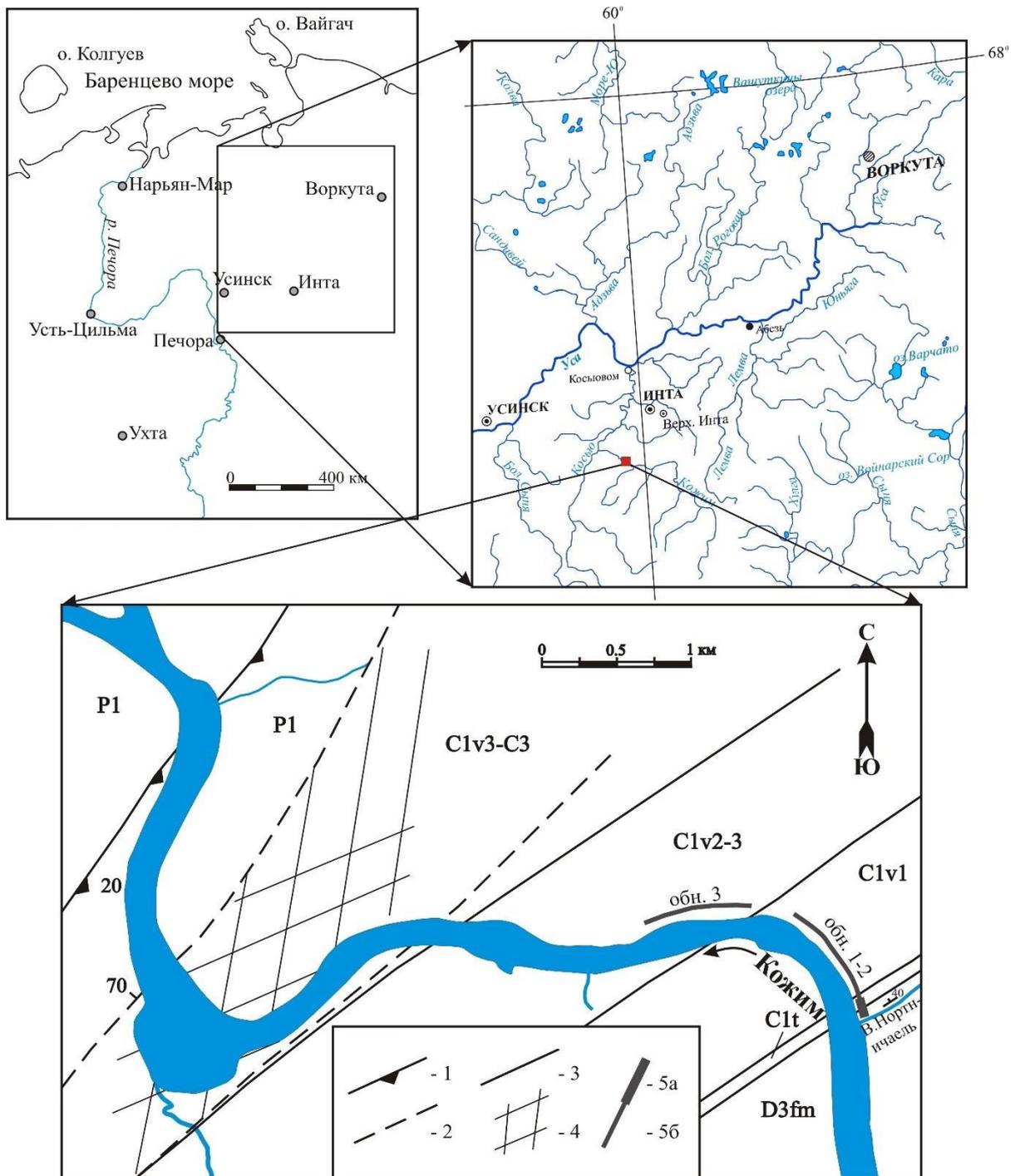


Рис. 1. Схема расположения опорного разреза турнейского яруса на р. Кожим Геологическая схема по [Sobolev, Zhuavlev, Tsyganko, 2000]

1 – главный Западно-Уральский надвиг (ГЗУН); 2 – разрывные нарушения; 3 – стратиграфические границы; 4 – зона тектонического дробления; 5 – обнажения (5a – исследуемые в рамках настоящей работы; 5b – не исследуемые в рамках настоящей работы).

Фаменский ярус

Верхнефаменский подъярус рассматривается в объеме зон *expansa* и *praesulcata* стандартной конодонтовой шкалы [Ziegler, Sandberg, 1984, 1990], которые соответствуют верхней части кушелгинского, лытвинскому и нижней части гумеровского горизонтов (рис. 2) [Стратиграфические схемы..., 1993; Кочеткова и др., 1988].

Общая страт. шкала				Региональная стратигр. схема Западный склон Урала по: [Стратиграфические схемы..., 1993]	Зональная шкала по конодонтам							
Система	Отдел	Ярус	Подъярус		[Ziegler, 1962]	стандартная [Ziegler, Sandberg, 1984]	стандартная [Sandberg et al, 1978]	[Постановления межведомственного ..., 2003; Состояние изученности..., 2008]	используемая в работе			
КАМЕННОУГОЛЬНАЯ	Нижний	Турнейский	Верхний	козьвинский (н. часть)				typicus	typicus			
				кизеловский				isosticha - up. crenulata	isosticha	isosticha		
				черепетский				low. crenulata	quadruplicata	quadruplicata		
			Нижний	упинский				sandbergi	belkai	sandbergi		
				малевский				duplicata _{l u}	duplicata	duplicata _{l u}		
				гумеровский				sulcata	sulcata	sulcata		
	Верхний	Фаменский	Верхний	гумеровский				protognathodus _{l u}	praesulcata _{l m u}	praesulcata _{l u}	praesulcata _{l m u}	praesulcata _{l m u}
				лытвинский				costatus _{l m u}	expansa _{l m u}	expansa _{l m u}	expansa _{l m u}	
			Средний	кушелгинский				styriacus _{l m u}	postera _u	postera _{l u}	postera _u	
				мурзакаевский				velifer _{m l u}	trachytera _u	trachytera _{l u}	trachytera _{l u}	

Рис. 2. Региональная стратиграфическая схема и зональные шкалы по конодонтам

Зона expansa по своему стратиграфическому объему соответствует верхам кушелгинского и низам лытвинского горизонтов [Стратиграфические схемы..., 1993]. Литологически этот интервал разреза характеризуется известняками пелитоморфными с нодулярной, волнистослоистой, массивной или горизонтальнослоистой текстурой, кремнистыми, часто с примесью биокластики. В подчиненном количестве содержатся кремнистые, часто углеродистые аргиллиты. Отмечены единичные прослои тонко-мелкозернистых известняковых песчаников с градационной текстурой (рис. 3).

Первая находка индекс-вида *Palmatolepis gracilis expansa* Sandberg et Ziegler отмечается в слое 18 [Sobolev, Zhuravlev, Tsyganko, 2002]. На севере Урала и Приуралья вид *Palmatolepis gracilis expansa* Sandberg et Ziegler встречается чаще в единичных экземплярах, и нижняя граница зоны обычно определяется по присутствию видов, чье распространение начинается с основания или ограничено пределами этой зоны [Плотицын, Соболев, Груздев, 2014; Плотицын, 2016б]. Самые низы опорного разреза (слои 1-17) (см. рис. 3) характеризуются комплексом конодонтов, который имеет следующий таксономический состав: *Palmatolepis gracilis gracilis* Branson et Mehl, *Palm. gracilis sigmoidalis* Ziegler, *Palm. postera* Ziegler, *Palm. rugosa ampla* Muller, *Palm. rugosa rugosa* Branson et Mehl, *Palm. subsymmetricus* Wang et Wang, *Bispathodus stabilis* (Branson et Mehl), *Branmehla inornata* (Branson et Mehl) и *Mehlina strigosa* (Branson et Mehl) [Чермных и др., 1988]. Вид *Palmatolepis rugosa rugosa* Branson et Mehl начинает свое распространение с самых низов зоны expansa, следовательно, уровень границы между зонами postera и expansa располагается стратиграфически ниже слоя 1 (см. рис. 3). Помимо вышеперечисленных таксонов в пределах зоны отмечается присутствие *Branmehla bohlenana* (Helms), *Br. disparilis* (Branson et Mehl), *Bispathodus stabilis* (Branson et Mehl) M1, *Bisp. stabilis* (Branson et Mehl) M2, *Guizhoudella triangularis* Wang et Wang, *Uncadina uncadinoides* (Dzik), *Pseudopolygnathus marburgensis trigonicus* Ziegler, *Polygnathus vogesi* Ziegler, *Pol. znepolensis* Spassov и *Apatognathus varians* Branson et Mehl (фототаблица 1). Отмечено также присутствие видов, принадлежащих родам *Ligonodina*, *Jablonnodus*, *Coenodontus* и «*Spathognathodus*». Верхняя граница зоны условно проведена по последнему появлению индекс-вида (ввиду отсутствия конодонтов, характеризующих зону praesulcata) в слое с образом Н-5 [Nemirovskaya et al., 1992], который отобран в 15 см ниже основания слоя 57 (см. рис. 3). В отложениях, характеризующих этот стратиграфический интервал, уровней явного диахронного переотложения не установлено; в целом, комплекс можно считать либо не перемещенным, либо перемещенным незначительно (синхронное переотложение).

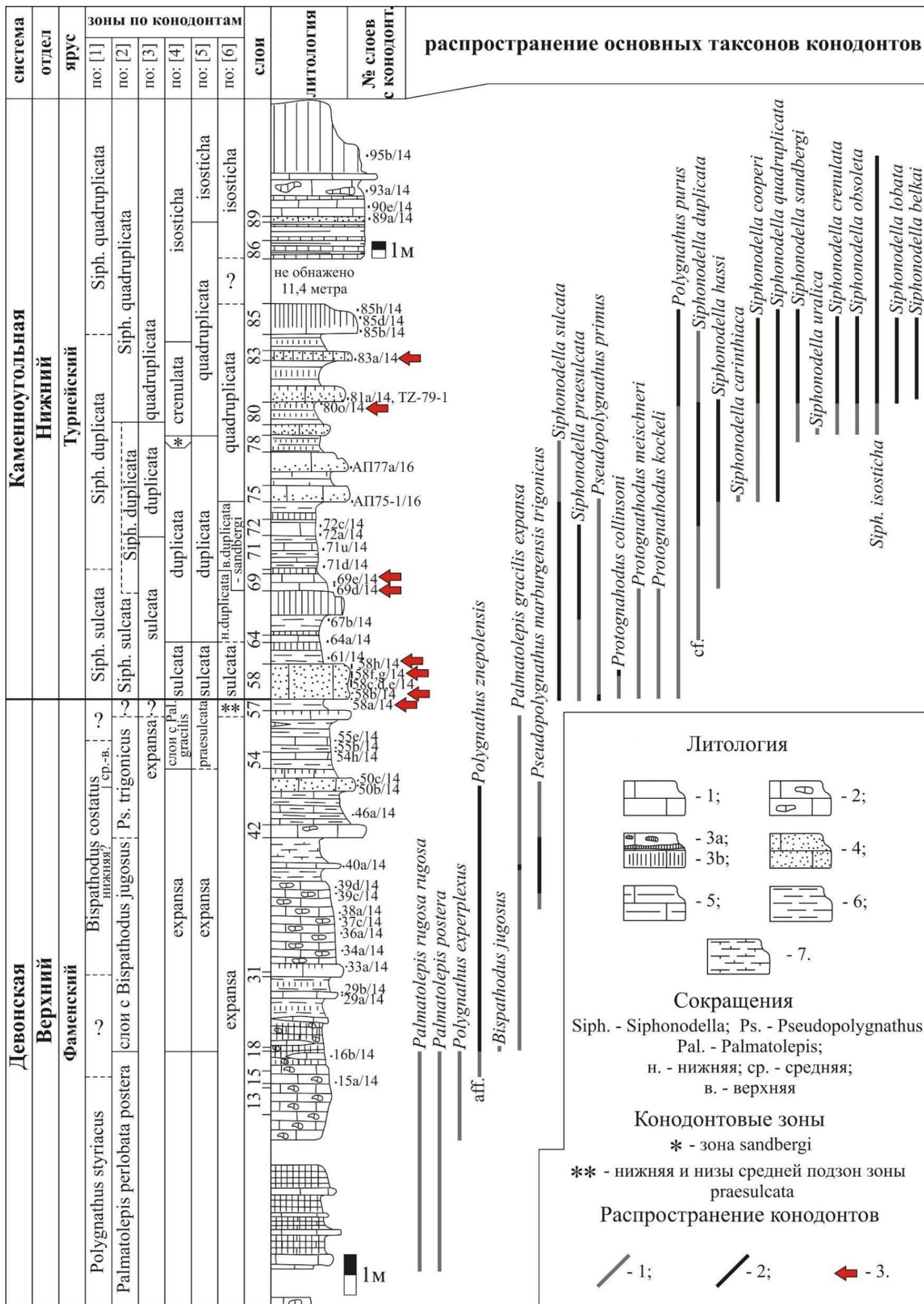


Рис. 3. Литолого-стратиграфическая колонка с распространением основных стратиграфически важных коноднтов

Зоны по коноднтам: 1 – [Черных и др., 1980]; 2 – [Черных и др., 1988]; 3 – [Nemirovskaya et al., 1992]; 4 – [Sobolev, Zhuravlev, Tsyganko, 2000, 2002]; 5 – [Журавлев, 2012a]; 6 – настоящая работа.

Литоология: 1 – известняк; 2 - нодулярный известняк; 3a – конкреции кремня; 3b – окремнение; 4 – известняковый песчаник; 5 – глинистый известняк; 6 – аргиллит; 7 – известковистый аргиллит. Распространение коноднтов: 1 – распространение коноднтов в разрезе согласно литературным данным [Nemirovskaya et al., 1992; Sobolev, Zhuravlev, Tsyganko, 2002]; 2 – авторские данные о распространении коноднтов в разрезе; 3 – уровни диахронного перетолжения коноднтов. Литологическая колонка (по [Sobolev, Zhuravlev, Tsyganko, 2000] с изменениями).

Зона praesulcata по своему стратиграфическому объему отвечает верхней части лытвинского и нижней - гумеровского горизонтов [Кочеткова и др., 1988; Стратиграфические схемы..., 1993].

На уровне самых верхов зоны expansa (Uppermost expansa) и зоны praesulcata в большинстве разрезов Североуральского региона отмечается значительное таксономическое обеднение [Плотицын, 2016б]. В разрезе р. Кожим в этом интервале отмечены спорадические находки *Palmatolepis gracilis* ssp., что привело к выделению в качестве биостратиграфического подразделения слоев с *Palmatolepis gracilis* (слои 54-57) [Sobolev, Zhuravlev, Tsyganko, 2002]. Однако привязка на колонку ранее опубликованных данных по конодонтам [Nemirovskaya et al., 1992] позволила поднять границу зоны expansa в прикровельную часть слоя 56 (см. рис. 3). Верхняя часть 56 слоя представлена массивным известняком и перекрывается пачкой углеродистых, кремнистых аргиллитов слоя 57, которая рассматривается в качестве стратиграфических аналогов Хангенбергских «черных сланцев» [Журавлев, 1990, 2000; Седаева и др., 2010]. Из этих отложений известны лишь единичные *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl) [Zhuravlev, Tolmacheva, 1995], редкие окатанные обломки конодонт *Palmatolepis gracilis* ssp. [Sobolev, Zhuravlev, Tsyganko, 2002]. На поверхности напластования кремнистых аргиллитов обнаружен S элемент, который диагностирован как *Lonchodina* cf. *arcuata* Ulrich et Bassler. Стратиграфически «черные сланцы» Хангенберг приурочены к подзоне средняя praesulcata [Walliser, 1996; Kaiser, 2005]. Так как вышележащий 58 слой (см. рис. 3) известняковых песчаников характеризуется уже турнейской микрофауной, то напрашивается вывод о том, что верхи средней и верхней praesulcata в разрезе не представлены, вероятно, вследствие размыва в подошве турбидитного прослоя.

Турнейский ярус

Расчленение большей части турнейского яруса (нижнего подъяруса и нижней части верхнего) проводится с использованием стандартной зональной шкалы по конодонтам, в основу которой легла филломорфогенетическая схема развития рода *Siphonodella*, разработанная С. Sandberg и его коллегами [Sandberg et al., 1978]. Турнейский ярус принимается авторами в объеме конодонтовых зон sulcata - anchoralis, где граница между фаменом и турне проводится в основании зоны sulcata, а граница между нижним и верхним турне - в основании зоны quadruplicata. Фактический материал, на котором базируется работа, содержит комплекс конодонт, который характеризует стратиграфический объем, охватывающий зоны sulcata - isosticha. Этот интервал сопоставим с верхней частью гумеровского, малевским, упинским, черепетским и кизеловским горизонтами

[Стратиграфические схемы..., 1993; Кочеткова и др., 1988].

Нижнетурнейский подъярус включает конодонтовые зоны *sulcata*, *duplicata* и *sandbergi*, которые по своему стратиграфическому объему сопоставимы с верхами гумеровского, малевским и упинским горизонтами [Стратиграфические схемы..., 1993; Кочеткова и др., 1988].

Зона *sulcata* сопоставима с верхами гумеровского и низами малевского горизонтов. Основание этого интервала характеризуется пачкой массивных, реже неотчетливо-горизонтально-слоистых или пятнистых неравномерно-кремнистых тонко-мелкозернистых до среднезернистых известняковых песчаников. Характер контакта с подстилающими отложениями - эрозионный. Выше отмечено чередование известняков пелитоморфных массивных, горизонтально- или слабоволнистослоистых углеродистых и кремнистых с аргиллитами и известковистыми аргиллитами.

Нижняя граница зоны *sulcata* установлена в основании слоя 58 (слой с образцом 58a/14) по первой находке зонального вида *Siphonodella sulcata* (Huddle) (фототаблица 2). Помимо индекс-вида в глубоководно-шельфовых разрезах севера Урала и гряды Чернышева может проводиться по первому появлению видов *Polygnathus purus* Voges и *Pseudopolygnathus primus* Branson et Mehl [Плотицын, 2016б], которые в опорном разрезе на р. Кожим также появляются совместно с *Siphonodella sulcata* (Huddle). Верхняя граница установлена в основании слоя 64 по первому появлению вида *Siphonodella duplicata* (Branson et Mehl), характеризующего следующую зону нижнего турне [Sobolev, Zhuravlev, Tsyganko, 2002]. В целом, комплекс конодонтов зоны *sulcata* включает такие таксоны, как *Bispathodus stabilis* (Branson et Mehl) M1, *Bisp. stabilis* (Branson et Mehl) M2, *Bisp. aculeatus aculeatus* (Branson et Mehl), *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl), *Neop. carinus* (Hass), *Neop. stylensis* Lipnyagov, *Neop. dentatus* (Druce), *Polygnathus inornatus inornatus* Branson, *Pol. purus* Voges, *Pol. vogesi* Ziegler, *Pol. zikmundovae* Zhuravlev, *Pseudopolygnathus nodomarginatus* (Branson), *Ps. primus* Branson et Mehl, *Ps. dentilineatus* Branson, *Protognathodus collinsoni* Ziegler, *Prot. kockeli* (Bischoff), *Prot. meischneri* Ziegler, *Siph. praesulcata* Sandberg, *Siph. sulcata* (Huddle), ряд спатогнатид, а так же формы переходные от *Bispathodus* к *Pseudopolygnathus* и от *Bispathodus* к *Protognathodus*. Отмечено также присутствие конодонтовых элементов родов *Ligonodina* и *Hindeodus*. В отложениях этого стратиграфического интервала, учитывая их обломочную природу, отмечен ряд уровней диахронного переотложения (слои с образцами 58a/14, 58a/14, 58f/14, 58g/14 и 58h/14), которое фиксируется благодаря находкам фаменских *Palm. gracilis sigmoidalis* Ziegler, *Palm. gracilis gracilis* Branson et Mehl и *Br. inornata* (Branson et Mehl).

Зона *duplicata* подразделяется на нижнюю и верхнюю подзоны. Нижняя подзона

устанавливается по первому появлению вида *Siphonodella duplicata* (Branson et Mehl), а основание верхней подзоны сопоставимо с началом распространения видов *Siphonodella hassi* Ji и *Siph. mehli* Ji [Sandberg et al., 1978]. В Североуральских разрезах стратиграфический интервал, охватывающий диапазон зон *duplicata-sandbergi*, обычно слабо охарактеризован конодонтами, что в большинстве случаев не позволяет достоверно провести границу между зонами [Плотицын, 2016б]. В опорном разрезе р. Кожим граница между зонами *duplicata* и *sandbergi* установлена А.В. Журавлевым по находке *Siphonodella sandbergi* Klapper на поверхности напластования в кремнях срединной части слоя 78 [Sobolev, Zhuravlev, Tsyganko, 2000, 2002]. Однако, при перемещении границы верхнетурнейского подъяруса в основание слоя 75 выделенная ранее зона *sandbergi* упразднена в настоящей работе. В свою очередь, это объясняет целесообразность совместного рассмотрения подзоны верхняя *duplicata* и *sandbergi*.

По своему стратиграфическому объему **зоны *duplicata* - *sandbergi*** сопоставимы с верхами малевского и упинским горизонтами. Литологически отложения этого стратиграфического интервала представлены преимущественно пелитоморфными известняками, реже мелко- и среднезернистыми массивными, горизонтально- или слабоволнистослоистыми углеродистыми и кремнистыми, а также аргиллитами и известковистыми аргиллитами. В значительной степени развито окремнение, вплоть до образования крупных конкреций (например, слой 68).

Нижняя граница подзоны нижняя *duplicata* располагается в основании слоя 64 (слой с образцом 64а/14) и обоснована находками зонального вида *Siphonodella duplicata* (Branson et Mehl) [Sobolev, Zhuravlev, Tsyganko, 2002]. Комплекс конодонтов, выделенный из отложений этого стратиграфического интервала, характеризуется находками редких *Bispathodus aculeatus aculeatus* (Branson et Mehl), *Bisp. stabilis* (Branson et Mehl) M1, *Hindeodus crassidentatus* (Branson et Mehl), *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl), *Siphonodella duplicata* (Branson et Mehl) и *Siph. sulcata* (Huddle). Явных признаков переотложения конодонтовых элементов не установлено.

Верхняя граница подзоны нижняя *duplicata* и, соответственно, основание не расчлененных подзоны верхняя *duplicata* и зоны *sandbergi* установлены в срединной части слоя 69 (сопоставима со слоем с образцом 69с/14) по находке вида *Siphonodella hassi* Ji. Комплекс конодонтов этого зонального подразделения значительно богаче предыдущего, помимо вида маркирующего положение нижней границы встречены следующие таксоны: *Bispathodus aculeatus aculeatus* (Branson et Mehl), *Bisp. aculeatus plumulus* (Rhodes, Austin et Druce), *Bisp. stabilis* (Branson et Mehl) M1, *Bisp. stabilis* (Branson et Mehl) M2, *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl), *Neop. dentatus* (Druce), *Polygnathus inornatus inornatus* Branson,

Pol. proprius Kononova et Pistshikova, *Pol. zikmundovae* Zhuravlev, *Pseudopolygnathus nodomarginatus* (Branson), *Ps. dentilineatus* Branson, *Ps. aff. marginatus* (Branson et Mehl), *Ps. primus* Branson et Mehl, *Protognathodus kockeli* (Bischoff), *Prot. meischneri* Ziegler, *Siphonodella bransoni* Ji, *Siph. duplicata* (Branson et Mehl), *Siph. praesulcata* Sandberg, *Siph. aff. semichatovae* Kononova et Lipnjagov, *Siph. sulcata* (Huddle). Отмечено несколько уровней диахронного переотложения конодонтовых элементов. Из слоя с образцом 69d/14, помимо турнейских форм, выделены фаменские *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler и *Pal. gracilis gracilis* Branson et Mehl. В слое с пробой 69e/14 весь выделенный комплекс конодонтов является перемещенным из более древнего фаменского стратиграфического интервала и состоит из *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler, *Palm. gracilis gracilis* Branson et Mehl и *Branmehla suprema* (Ziegler).

Верхнетурнейский подъярус в опорном разрезе характеризуется зонами *quadruplicata* и *isosticha*. **Зона *quadruplicata*** сопоставима с черепетским горизонтом, а зона *isosticha* - с кизеловским [Стратиграфические схемы..., 1993]. В стратиграфических схемах Урала черепетский горизонт имеет меньший объем за счет включения фораминиферовой подзоны *Granuliferella latispiralis* в кизеловский горизонт. В современном же понимании нижнюю часть кизеловского горизонта на Урале сопоставляют с верхнечерепетским подгоризонтом Восточно-Европейской платформы [Кулагина и др., 2018], что подтверждено результатами изучения фораминифер из стратотипического разреза по р. Косая Речка на Среднем Урале [Brenckle, 1997]. Однако в глубоководно-шельфовых отложениях турне в разрезе на р. Кожим фораминиферы встречаются крайне редко и, возможно, в основном, в переотложенном состоянии. В связи с этим решить вопрос о возрасте пород выше слоя 86 на основании только фораминифер трудно, что требует дополнительных изысканий.

Часть разреза, датированная зоной *quadruplicata*, характеризуется массивными известняками тонко-мелкозернистыми или известняками биокластовыми, переслаивающимися с известняками пелитоморфными тонкослоистыми в значительной степени окремненными, а также аргиллитами углеродистыми кремнистыми со стяжениями и пластообразными конкрециями кремней.

Зона *quadruplicata* ограничена слоем 75 (слой с образцом АП75-1/16) снизу и слоем 85 (слоем с образцом 85h/14) сверху (см. рис. 3). Нижняя граница установлена по находкам в пачке кремнистых известняковых песчаников фрагментов конодонтовых элементов *Siphonodella quadruplicata* (Branson et Mehl), диагностированных благодаря многогребневому строению ростра. Кроме того, в слое 75 обнаружено 2 экземпляра фораминифер *Chernyshinella (Chernyshinella) glomiformis subplanispiralis* Kondratenko, характерных для верхнего турне (рис. 4).

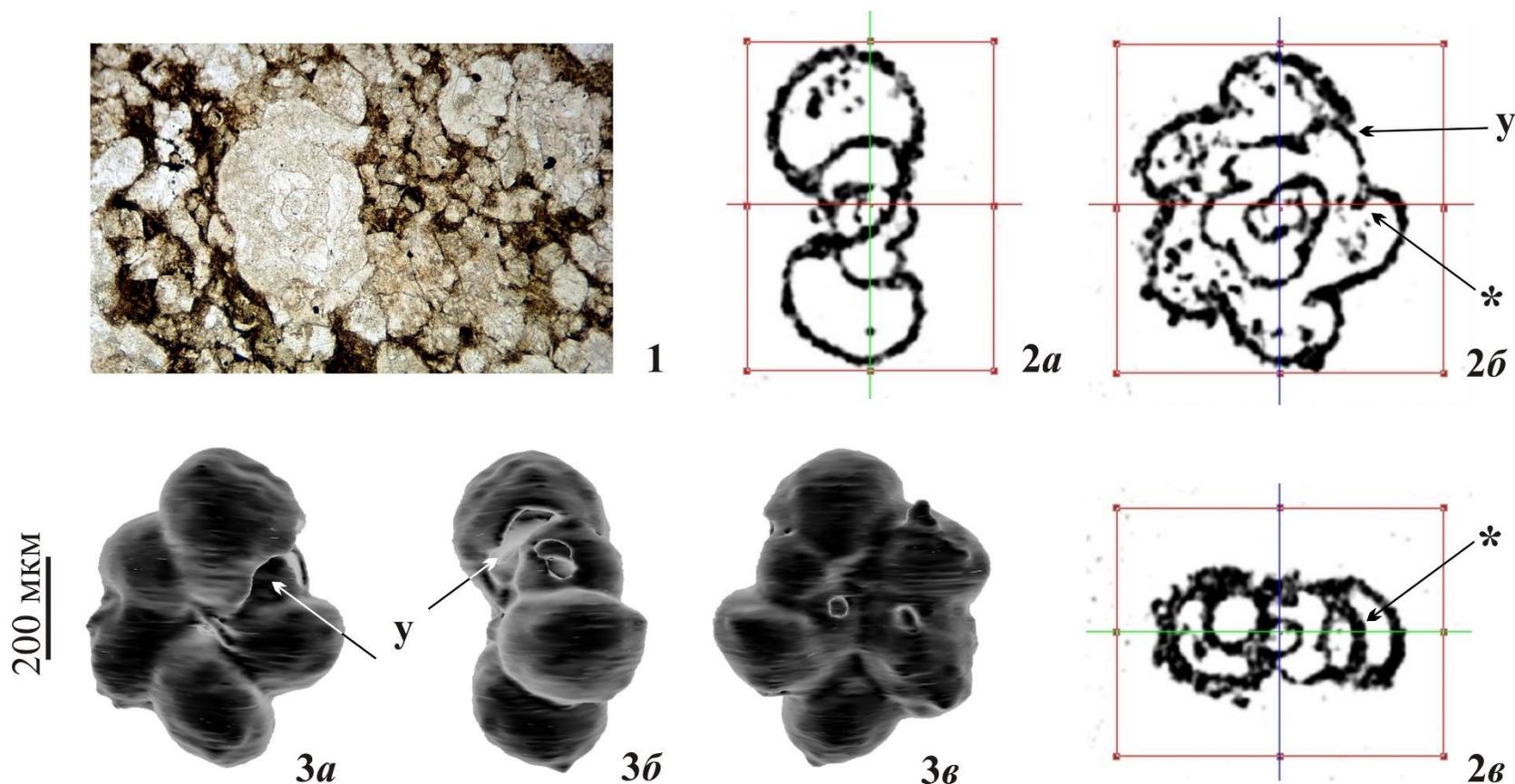


Рис. 4. Фораминиферы *Chernyshinella (Chernyshinella) glomiformis subplanispiralis* Kondratenko, 1974 из слоя 75

1 - медианное сечение раковины в шлифе; 2, 3 - целая раковина, полученная при химической дезинтеграции кремнисто-карбонатных пород на конодонты (проба АП-75-1); 2 - различные сечения целой раковины (2а - аксиальное сечение, прошедшее через начальную камеру и последнюю камеру последнего оборота, 2б - медианное сечение, 2в - аксиальное сечение раковины, демонстрирующее фрагмент начальной камеры и ложную перегородку одной из камер последнего оборота (*)); 3 - объемное изображение (3а - вид сбоку со стороны устья (у - устье), 3б - вид спереди со стороны устья, 3в - вид с другой боковой стороны).

Этот подвид впервые описан из хоревской свиты скважины Литовежской площади Львовско-Волынского бассейна [Кондратенко-Завьялова, 1974]. Чернышинеллы являются обитателями мелководной карбонатной платформы, поэтому то обстоятельство, что они найдены в известняковых песчаниках (турбидитах), говорит о том, что они являются переотложенными и возраст вмещающих отложений может быть моложе.

Комплекс конодонтов этого биостратиграфического подразделения достаточно богат и включает следующие таксоны: *Bispathodus stabilis* (Branson et Mehl) M1, *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl), *Siphonodella quadruplicata* (Branson et Mehl), *Siph. obsoleta* Hass, *Siph. belkai* Dzik, *Siph. bransoni* Ji, *Siph. carinthiaca* Schonlaub, *Siph. isosticha* (Cooper), *Siph. cooperi* Hass, *Siph. lobata* (Branson et Mehl), *Siph. mehli* Ji, *Siph. crenulata* (Cooper), *Siph. sandbergi* Klapper, *Siph. sulcata* (Huddle), *Siph. duplicata* (Branson et Mehl), *Siph. hassi* Ji, *Siph. uralica* Zhuravlev, *Polygnathus proprius* Kononova et Pistshikova, *Pol. purus* Voges, *Pol. inornatus inornatus* Branson, *Pol. inornatus rostratus* Rhodes, Austin et Druce, *Pol. omala* Cooper, *Pol. distortus* Branson et Mehl, *Pol. radina* Cooper, *Pol. bischoffi* Rhodes, Austin et Druce, *Pol. symmetricus* Branson, *Pol. sp. D sensu* Corradini, Barca, Spalletta, 2003, *Pol. tenuiserratus* Corradini et Spalletta, *Pol. fornicatus* Ji et Xiong, *Pol. zikmundovae* Zhuravlev, *Pseudopolygnathus oxyrageus* Lane, Sandberg et Ziegler., *Ps. dentilineatus* Branson, *Ps. fusiformis* Branson et Mehl, *Ps. linguiferus* Branson, *Ps. marginatus* (Branson et Mehl), *Ps. multistriatus* Mehl et Thomas, *Ps. primus* Branson et Mehl, *Eotaphrus simplex* Zhuravlev, а так же *Ligonodina* sp. и «*Spathognathodus*» sp. Кроме вышеперечисленных таксонов встречен ряд заведомо переотложенных конодонтов *Palmatolepis gracilis sigmoidalis* Ziegler (слой с пробой 83а), *Bispathodus stabilis* (Branson et Mehl) M2, *Siphonodella praesulcata* Sandberg и *Protognathodus meischneri* Ziegler (слой с пробой TZ-79-1), которые характеризуют верхнефаменский интервал или распространены в нижнем турне.

Зона isosticha характеризуется исчезновением всех сифоноделид, кроме последнего, «доживающего» вида *Siphonodella isosticha* (Cooper) и, возможно, некоторых *Siph. obsoleta* Hass. В отличие от нижележащих подразделений, которые характеризуются как филозоны, зона isosticha выделяется по другому принципу (заключена между уровнями исчезновения таксонов) и именуется интервал-зоной согласно Стратиграфическому кодексу России [Стратиграфический кодекс..., 2006]. Вымирание большинства сифоноделл на этом стратиграфическом уровне происходит на фоне общего обеднения конодонтовых комплексов [Журавлев, 2019]. В разрезах севера Урала это биостратиграфическое подразделение надежно распознается лишь в разрезе р. Кожим [Sobolev, Zhuravlev, Tsyganko, 2000, 2002, Плотицын, 2016б]. Зона isosticha соответствует кизеловскому горизонту.

Нижняя граница зоны isosticha в разрезе р. Кожим условно проводится в основании

слоя с образцом 86 (см. рис. 3). Верхняя граница не установлена ввиду того, что зона *isosticha* венчает обнажение. В этом стратиграфическом интервале наблюдается значительное таксономическое обеднение. Комплекс конодонтов представлен редкими *Bispathodus aculeatus aculeatus*, *Eotaphrus bultyncki* (Groessens), *Eot. evae* Lane, Sandberg et Ziegler *Neopolygnathus communis*, *Neop. carinus*, *Neop. porcatus*, *Siphonodella isosticha*, *Pseudopolygnathus pinnatus* Voges и «*Spathognathodus*» sp.

Информация о характере распределения конодонтов по разрезу согласно авторскому материалу содержится в таксономической таблице (Приложение 1).

Обсуждения и выводы

В настоящее время в опорном разрезе турнейского яруса на р. Кожим конодонтами охарактеризованы зоны/подзоны *expansa*, *sulcata*, нижняя *duplicata*, верхняя *duplicata-sandbergi* (нерасчлененные), *quaduplicata* и *isosticha*. По положению в разрезе верхняя часть слоя 56 и слой 57 (см. рис. 3) крайне условно сопоставляются с нижней подзоной и частью средней подзоны зоны *praesulcata*. Отсутствие верхней части средней и верхней подзон зоны *praesulcata* объясняется перерывом на границе девона и карбона. В результате ревизии относительно самых последних вариантов биостратиграфического расчленения [Sobolev, Zhuravlev, Tsyganko, 2000, 2002; Журавлев, 2012a] сдвинуты границы почти всех зональных подразделений, за исключением основания зоны *sulcata* и основания зоны *duplicata*. При этом достоверно диагностированные границы зональных подразделений (основание зон *sulcata*, *duplicata*, *quaduplicata*) установлены в основаниях карбонатных градационных циклитов (турбидитов). Подобная картина отмечается в других глубоководно-шельфовых разрезах региона (например, [Плотицын, Груздев, 2016]). Как наглядно демонстрируется на рис. 3 каждая новая ревизия и (до-) переопробование разреза приводит к сдвигу почти всех нижних границ зональных подразделений вниз по разрезу от одного турбидита к другому. При этом фоновые автохтонные или близкие к автохтонным отложения содержат крайне индифферентные комплексы, которые характеризуются зачастую таксонами широкого стратиграфического распространения. Таким образом, встает вопрос о точности биостратиграфического расчленения, что порождает некоторые сомнения в изохронности границ биостратиграфических подразделений в географически разобщенных разрезах. При этом не совсем ясно, можно ли использовать подобные разрезы в качестве опорных для региона.

Разрез на р. Кожим рассматривается в качестве опорного разреза структурно-фациальной зоны (2-ая категория) и стратиграфической границы (3-я категория) в соответствии с инструкцией межведомственного стратиграфического комитета

[Предтеченский, 1983]. Согласно неопубликованному отчету В.А. Чермных с соавторами (1984 г.) разрез на р. Кожим является опорным для структурно-формационной зоны некомпенсированного прогиба (впадины на шельфе с конденсированным осадконакоплением, которая получила название Кожимской), имеющего субуральское простирание. Кожимская внутришельфовая впадина прослеживается в серии разрезов Приполярного Урала и юга гряды Чернышева, а также в скважинах Джебольской и Кочмесской площадей. По формальным признакам опорный разрез на р. Кожим может выступать в качестве опорного разреза второй категории, так как в настоящий момент он является лучшим по степени изученности, условиям обнаженности и доступности выходов в пределах развития глубоководно-шельфовых отложений Кожимской палеовпадины.

Главными требованиями при выборе опорных разрезов стратиграфических границ является наличие полной последовательности отложений без перерывов осадконакопления и резкой смены фаций, а также присутствие максимального разнообразия органических остатков, типичных для пограничных стратонов [Предтеченский, 1983]. Верхняя и нижняя границы турнейского яруса при современном состоянии изученности не соответствуют этим требованиям. В самых верхах фаменского яруса отмечается наличие размыва, что доказывается достаточно резкой (литологически контрастной) границей фаменских и турнейских отложений, многократно установленными фактами диахронного переотложения фаменской фауны в турнейские отложения (см. рис. 3, красные стрелки), а также наличием в регионе стратиграфически более полных разрезов на рр. Сывью и Изьяель [Плотицын, Соболев, Груздев, 2014; Плотицын, Груздев, 2016]. Пограничные отложения турнейского и визейского ярусов характеризуются крайне редкими конодонтами *Gnathodus typicus* Cooper, *Scaliognathus anchoralis* Branson et Mehl и *Mestognathus beckmanni* Bischoff, а межъярусная граница установлена внутри нортнической свиты по первому появлению *Mestognathus beckmanni* Bischoff [Sobolev, Zhuravlev, Tsyganko, 2002].

Наличие перерыва на границе между девонской и каменноугольной системами в разрезе на р. Кожим дополнительно подтверждается достаточной резкой сменой таксономического и количественного состава комплекса палеонтологических остатков (прежде всего конодонтов). Именно поэтому межсистемная граница, установленная в слое 58 (см. рис. 3), остается на том же уровне, что и 40 лет назад [Чермных и др., 1980]. Однако в настоящее время проходит выбор нового лимитотипа и биостратиграфического маркера границы девон-карбон (см. обзорные работы [Becker, Kaiser, Aretz, 2016; Corradini et al., 2016]). Согласно предварительному голосованию на совещании Международной Рабочей группы по этому вопросу (Монпелье, Франция, сентябрь 2016 г.) в качестве рабочего варианта границы выбрано первое появление конодонтов *Protognathodus kockeli* (основание

подзоны верхняя praesulcata) и начало трансгрессии в фазе поздняя praesulcata [Николаева и др., 2016]. В случае утверждения *Protognathodus kockeli* в качестве глобального маркера основания каменноугольной системы положение границы в разрезе на р. Кожим не изменится, учитывая размыв, который охватывает часть средней и верхнюю подзоны зоны praesulcata.

Литература

Деулин Ю.В. Конодонты и корреляция продуктивных на нефть верхнедевонских отложений севера Тимано-Печорской провинции. – Архангельск: Правда Севера, 2006. – 253 с.

Журавлев А.В. Фациально-стратиграфические аналоги сланцев и известняков Хангенберг на Приполярном Урале // Известия вузов. Геология и разведка. – 1990. – № 8. – С. 121–123.

Журавлев А.В. Позднедевонское (Хангенбергское) событие // Использование событийно-стратиграфических уровней для межрегиональной корреляции фанерозоя России: Метод. пособие. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. – С. 41–46.

Журавлев А.В. Седиментационная модель области сочленения елецкой и лемвинской формационных зон Приполярного Урала в пограничном девонско-каменноугольном интервале // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012а. – Т. 7. – № 4: http://www.ngtp.ru/rub/2/59_2012.pdf

Журавлев А.В. Тафономия конодонтовых элементов в позднедевонско-раннекаменноугольных турбидитах севера Урала и Пай-Хоя // Литосфера. – 2012б. – № 3. – С. 14–21.

Журавлев А.В. Динамика таксономического разнообразия конодонтов в позднем девоне – раннем карбоне (фаменский-серпуховский века) // Литосфера. – 2019. – Т. 19. – № 1. – С. 81–91.

Иванов К.С. Современные методики выделения конодонтов (обзор) // Проблемы современной микропалеонтологии. – Л.: Наука, 1990. – С. 149–156.

Кондратенко-Завьялова Е.А. Верхнетурнейские фораминиферы Львовско-Волынского угольного бассейна // Палеонтологический сборник. – 1974. – Вып. 1. – № 10. – С. 11–15.

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. – Минск: Наука и техника, 1988. – С. 157–166.

Кулагина Е.И., Степанова Т.И., Зайцева Е.Л., Горожанина Е.Н., Гибшман Н.Б., Иванова Р.М., Вевель Я.А., Пономарева Г.Ю., Филимонова Т.В. Атлас фораминифер и микрофаций верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений Северной Евразии. Фаменский и турнейский ярусы. – М.: ПИН РАН, 2018. – 220 с.

Николаева С.В., Гатовский Ю.А., Кулагина Е.И., Зайцева Е.Л. Граница девона и карбона: новые решения старой проблемы (совещание международной рабочей группы в Монпелье, 20–22 сентября 2016 г.) // Бюллетень московского общества испытателей природы. Отд. геол. – 2016. – Т. 91. – Вып. 6. – С. 66–74.

Плотицын А.Н. Конодонты и стратиграфия верхнефаменско-турнейских отложений севера Урала и гряды Чернышева // Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук. – Сыктывкар: Геопринт, 2016а. – 19 с.

Плотицын А.Н. Корреляционные уровни в верхнем фамене и турне севера Урала и гряды Чернышева // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. – 2016б. – № 7. – С. 46–53.

Плотицын А.Н., Груздев Д.А. Граница девонской и каменноугольной систем на р. Изъяель (юг гряды Чернышева) // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и

сопредельных территорий: Материалы VI Всерос. молодеж. конф. – Уфа, 2016. – С. 102–107.

Плотицын А.Н., Груздев Д.А., Журавлев А.В. Влияние тафономии на биостратиграфию глубоководно-шельфовых отложений по конодонтам // Труды XVII Всероссийского микропалеонтологического совещания «Современная микропалеонтология – проблемы и перспективы» / Ответственные редакторы М.С. Афанасьева и А.С. Алексеев. – М.: ПИН РАН, 2018. – С. 339–343.

Плотицын А.Н., Соболев Д.Б., Груздев Д.А. Новые данные о пограничных отложениях девона и карбона на Приполярном Урале (р. Сывью) // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. – 2014. – № 6. – С. 13–20.

Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – Вып. 34. – СПб., 2003. – 48 с.

Предтеченский Н.Н. Задачи и правила изучения и описания опорных стратиграфических разрезов. – Л., 1983. – 33 с. – (М-во геологии СССР. Всесоюз. ордена Ленина науч.-исслед. Геол. ин-т им. А.П. Карпинского. Межвед. стратиграф. ком. СССР).

Седаева К.М., Рябинкина Н.Н., Кулешов В.Н., Валяева О.В. Отражение Хангенбергского глобального геологического события рубежа девона и карбона в разрезах западного склона Приполярного (р. Кожим) и Южного (р. Сиказа) Урала // Литосфера. – 2010. – № 6. – С. 25–37.

Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Задачи дальнейших исследований: Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. – Вып. 38. – 131 с.

Стратиграфический кодекс России. Издание третье. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. – 96 с. (Межведомственный стратиграфический комитет России, ВСЕГЕИ).

Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой) / Межвед. страт. комитет России. – Екатеринбург, 1993. – 151 л. схем.

Черных В.А. Стратиграфия карбона севера Урала. – Л., 1976. – 302 с.

Черных В.А., Кононова Л.И., Пазухин В.Н., Чеусова Г.Н. Три типа разрезов отложений, переходных между девонем и карбоном на севере Уральской складчатой области // Биостратиграфия пограничных отложений девона и карбона СССР. – Магадан, 1980. – С. 1–18.

Черных В.А., Кочеткова Н.М., Пазухин В.Н., Липина О.А. Пограничные девонско-каменноугольные отложения Северного и Приполярного Урала // Граница девона и карбона на территории СССР. – Минск, 1988. – С. 145–151.

Becker R.T., Kaiser S.I., Aretz M. Review of chrono-, litho- and biostratigraphy across the global Hangenberg Crisis and Devonian–Carboniferous Boundary / Devonian Climate, Sea Level and Evolutionary Events / Ed. R.T. Becker, P. Konigshof, C.E. Brett // Geological Society. – 2016. – № 423. – P. 355–386.

Brenckle P.L. Late Tournaisian (Lower Carboniferous) foraminifers from the Middle Urals and their use in Russian Horizon Definition // Late Paleozoic Foraminifera; their biostratigraphy, evolution, and paleoecology; and the Mid-Carboniferous boundary / C.A. Ross, J.R.P. Ross, P.L. Brenckle (eds.). // Cushman Found. Forum. Res. Special Publication 36. – 1997. – P. 5–9.

Corradini C., Barca S., Spalletta C. Late Devonian–Early Carboniferous conodonts from the «Clymeniae limestones» of SE Sardinia (Italy) // Courier Forschungs-Institut Senckenberg. – 2003. – № 245. – P. 227–253.

Corradini C., Spalletta C., Mossoni A., Matyja H., Over D.J. Conodonts across the Devonian/Carboniferous boundary: a review and implication for the redefinition of the boundary and a proposal for an updated conodont zonation // Geological Magazine. – 2016. – № 1. – P. 1–15.

Kaiser S.I. Mass Extinctions, Climatic and Oceanographic Changes at the Devonian–Carboniferous Boundary: Ph. D. Dissertation. – Germany: Ruhr-University Bochum, 2005. – 156 p.

Nemirovskaya T.I., Chermnykh V.A., Kononova L.I., Pazukhin V.N. Conodonts of the Devonian–Carboniferous boundary section, Kozhim, Polar Urals, Russia // Annales de la Societe geologique de Belgique. – 1992. – V. 115. – P. 629–647.

Sandberg C.A., Ziegler W., Leuteritz K., Brill S.M. Phylogeny, speciation, and zonation of Siphonodella (Conodonta, Upper Devonian and Lower Carboniferous) // Newsletters on Stratigraphy. – 1978. – V. 7. – № 2. – P. 102–120.

Sobolev D.B., Zhuravlev A.V., Tsyganko V.S. Stop 8. Upper Devonian-Lower Carboniferous succession on the Kozhym River // Pan-Arctic Palaeozoic Tectonics, Evolution of Basins and Faunas. Subpolar Urals Field Trip Guidebook. – Syktyvkar, 2000. – P. 101–111. – (IGCP406 Special Publication 6).

Sobolev D.B., Zhuravlev A.V., Tsyganko V.S. Stop 3. Upper Devonian-Lower Carboniferous succession on the Kozhym River // Geology of the Devonian System. Subpolar Urals Field Trip Guidebook. – Syktyvkar, 2002. – P. 21–40.

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.

Zhuravlev A.V., Tolmacheva T.J. Ecological recovery of conodont communities after Cambrian/Ordovician and Devonian/Carboniferous events // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. – 1995. – № 182. – P. 313–324.

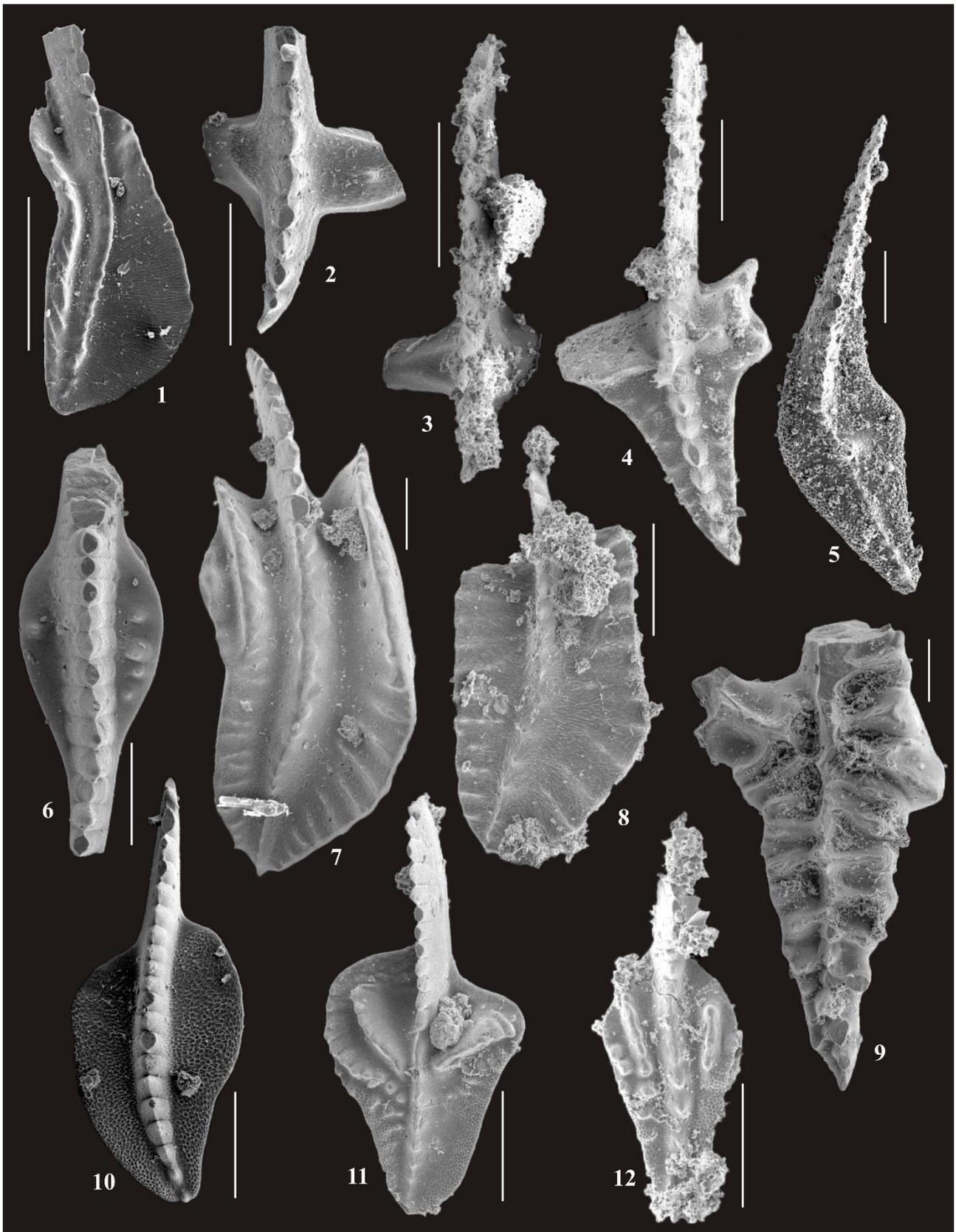
Ziegler W. Taxionomie und Phylogenie Oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung // Abhandlungen des Hessisches Landesamt für Bodenforschung. – 1962. – № 38. – P. 1–166.

Palmatolepis-based revision of upper part of standart Late Devonian conodont zonation // Conodont biofacies and provincialism / Ed. D.L. Clark // Geological Society of America. – 1984. – № 196. – P. 179–194.

Ziegler W., Sandberg C. The Late Devonian Standard Conodont Zonation // Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg. – 1990. – № 121. – 115 p.

Фототаблица 1

Стратиграфически важные и редкие конодонты из фаменско-турнейских отложений разреза на р. Кожим: **1** – *Polygnathus znepolensis* Spasov, 1965, колл. № 512/7-19, проба 50В; **2** – *Branmehla disparilis* (Branson et Mehl, 1934), колл. № 512/7-22, проба 50В; **3** – *Branmehla disparilis* (Branson et Mehl, 1934), колл. № 512/7-21, проба 55Е; **4** – *Pseudopolygnathus marburgensis trigonicus* Ziegler, 1962, колл. № 512/7-14, проба 39С; **5** – *Palmatolepis gracilis expansa* Sandberg et Ziegler, 1979, колл. № 512/7-17, проба 40А; **6** – *Polygnathus omala* Cooper, 1939, колл. № 512/7-99, проба TZ-79-1; **7** – *Polygnathus distortus* Branson et Mehl, 1934, колл. № 512/7-53, проба 80О; **8** – *Polygnathus fornicatus* Ji, Xiong et Wu, 1984, колл. № 512/7-79, проба 85В; **9** – *Pseudopolygnathus primus* Branson et Mehl, 1934, колл. № 512/7-25, проба 58А; **10** – *Polygnathus purus* Voges, 1959, колл. № 512/6-59, проба 80О; **11** – *Polygnathus postvogesi* Plotitsyn et Zhuravlev, 2017, колл. № 512/7-80, проба 85В; **11** – *Neopolygnathus porcatus* Ni, 1984, колл. № 512/7-97, проба 95В. Длина мерной линейки 0.2 мм.



Фототаблица 2

Представители рода *Siphonodella* из фаменско-турнейских отложений разреза на р. Кожим: **1** – *Siphonodella sulcata* (Huddle, 1934), колл. № 512/7-28, проба 58А; **2** – *Siphonodella sulcata* (Huddle, 1934), колл. № 512/7-31, проба 58В; **3** – *Siphonodella bransoni* Ji, 1985, колл. № 512/4-40, проба 71D; **4** – *Siphonodella duplicata* (Branson et Mehl, 1934), колл. № 512/4-39, проба 72С; **5** – *Siphonodella hassi* Ji, 1985, колл. № 512/9-25, проба АП-75-1; **6** – *Siphonodella crenulata* (Cooper, 1939), колл. № 512/4-31, проба 85D; **7** – *Siphonodella lobata* (Branson et Mehl, 1934), колл. № 512/5-75, проба 85В; **8** – *Siphonodella obsoleta* Hass, 1959, колл. № 512/6-17, проба 81А; **9** – *Siphonodella mehli* Ji, 1985, колл. № 512/9-22, проба АП-75-1; **10** – *Siphonodella quadruplicata* (Branson et Mehl, 1934), колл. № 512/4-53, проба 80О; **11** – *Siphonodella sandbergi* Klapper, 1966, колл. № 512/6-22, проба 85В; **12** – *Siphonodella isosticha* (Cooper, 1939), колл. № 512/6-34, проба 95В; **13** – *Siphonodella belkai* Dzik, 1997, колл. № 512/6-14, проба 81А. Длина мерной линейки 0.2 мм.



Plotitsyn A.N., Vevel Ya.A.

Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar, Russia, anplotitzyn@rambler.ru

CONODONTS OF THE DEVONIAN-CARBONIFEROUS BOUNDARY DEPOSITS OF THE KOZHIM RIVER KEY SECTION (SUBPOLAR URALS)

A new version of conodont biostratigraphy (based on compilation of new author's and published materials) of Tournaisian part of the Kozhim River key section is given. The zones/subzones expansa, sulcata, Lower duplicata, Upper duplicata-sandbergi, quadruplicata and isosticha are characterized. The bases of all zonal subdivisions except for sulcata and duplicata Zones are shifted (compared to the latest versions of zonal biostratigraphy). The most reliably diagnosed zones (the base of the sulcata, duplicata, and quadruplicata Zones) are established in carbonate graded cycles (calciturbidites). The deposits of the terminal Famennian are very conditionally compared with the Lower and lower part of the Middle praesulcata Zones according to the position in the section. Absence of deposits of the upper part of the Middle and Upper praesulcata Zones suggests the presence of erosion on the D/C boundary interval. The presence of erosion on the D/C boundary interval doesn't allow using the Kozhim River section as a key section of the stratigraphic boundary (in accordance with the tasks and rules of studying and describing the key stratigraphic sections developed by an interdepartmental stratigraphic committee). However, formally this section can be used as a key section of the structural-facial zone due to the fact that it is the most studied, and by the availability of outcrops, it exceeds all sections within the development of deep-shelf deposits of the Kozhim intra-shelf palaeodepression.

Keywords: conodonts, biostratigraphy, Famennian, Tournaisian, key section, Subpolar Urals.

References

Becker R.T., Kaiser S.I., Aretz M. Review of chrono-, litho- and biostratigraphy across the global Hangenberg Crisis and Devonian–Carboniferous Boundary // *Devonian Climate, Sea Level and Evolutionary Events*; Editors R.T. Becker, P. Königshof, C.E. Brett. Geological Society, 2016, no. 423, pp. 355–386.

Brenckle P.L. Late Tournaisian (Lower Carboniferous) foraminifers from the Middle Urals and their use in Russian Horizon Definition // *Late Paleozoic Foraminifera; their biostratigraphy, evolution, and paleoecology; and the Mid-Carboniferous boundary*; Editors C.A. Ross, J.R.P. Ross, P.L. Brenckle. Cushman Found. Foram. Res. Special Publication 36, 1997, pp. 5–9.

Chermnykh V.A. *Stratigrafiya karbona severa Urala* [Stratigraphy of the Carboniferous of the North of the Urals]. Leningrad, 1976, 302 p.

Chermnykh V.A., Kochetkova N.M., Pazukhin V.N., Lipina O.A. *Pogranichnye devonsko-kamennougol'nye otlozheniya Severnogo i Pripolyarnogo Urala* [Devonian-Carboniferous boundary deposits of the Northern and Subpolar Urals]. Granitsa devona i karbona na territorii SSSR, Minsk, 1988, pp. 145–151.

Chermnykh V.A., Kononova L.I., Pazukhin V.N., Cheusova G.N. *Tri tipa razrezov otlozheniy, perekhodnykh mezhdru devonom i karbonom na severe Ural'skoy skladchatoy oblasti* [Three types of sections of transitional deposits between the Devonian and Carboniferous in the North Ural folded region]. Biostratigrafiya pogranichnykh otlozheniy devona i karbona SSSR, Magadan, 1980, pp. 1–18.

Corradini C., Barca S., Spalletta C. Late Devonian-Early Carboniferous conodonts from the «Clymeniae limestones» of SE Sardinia (Italy) // *Courier Forschungs-Institut Senckenberg*, 2003, no.245, pp. 227–253.

Corradini C., Spaletta C., Mossoni A., Matyja H., Over D.J. Conodonts across the Devonian/Carboniferous boundary: a review and implication for the redefinition of the boundary and a proposal for an updated conodont zonation // *Geological Magazine*, 2016, no. 1, pp. 1–15.

Deulin Yu.V. *Konodonty i korrelyatsiya produktivnykh na neft' verkhnedevonskikh otlozheniy severa Timano-Pechorskoy provintsii* [Conodonts and correlation of oil-producing Upper Devonian

deposits in the north of the Timan-Pechora province]. Arhangel'sk: Pravda Severa, 2006, 253 p.

Ivanov K.S. *Sovremennye metodiki vydeleniya konodontov (obzor)* [Modern methods for isolating conodonts (review)]. Problemy sovremennoy mikropaleontologii, Leningrad: Nauka, 1990, pp. 149–156.

Kaiser S.I. Mass Extinctions, Climatic and Oceanographic Changes at the Devonian-Carboniferous Boundary: Ph. D. Dissertation. Germany: Ruhr-University Bochum, 2005, 156 p.

Kochetkova N.M., Reytlinger E.A., Pazukhin V.N., Avkhimovich V.I. *Granitsa devona i karbona na Yuzhnom Urale* [The Devonian-Carboniferous boundary in the Southern Urals]. Granitsa devona i karbona na territorii SSSR. Minsk: Nauka i tekhnika, 1988, pp. 157–166.

Kondratenko-Zav'yalova E.A. *Verkhneturneyskie foraminifery Lvovsko-Volynskogo ugol'nogo basseyna* [Upper Tournaisian Foraminifera of the Lviv-Volyn coal basin]. Paleontologicheskii sbornik, 1974, vol. 1, no. 10, pp. 11–15.

Kulagina E.I., Stepanova T.I., Zaytseva E.L., Gorozhanina E.N., Gibshman N.B., Ivanova R.M., Vevel' Ya.A., Ponomareva G.Yu., Filimonova T.V. *Atlas foraminifer i mikrofaciy verkhnedevonskikh i nizhnekamennougol'nykh otlozheniy Severnoy Evrazii. Famenskiy i turneyskiy yarusy* [Atlas of foraminifers and microfacies of the Upper Devonian and Lower Carboniferous deposits of the Northern Eurasia. Famennian and Tournaisian stages]. Moscow: PIN RAN, 2018, 220 p.

Nemirovskaya T.I., Chermnykh V.A., Kononova L.I., Pazukhin V.N. Conodonts of the Devonian-Carboniferous boundary section, Kozhim, Polar Urals, Russia // Annales de la Societe geologique de Belgique, 1992, vol. 115, pp. 629–647.

Nikolaeva S.V., Gatovskiy Yu.A., Kulagina E.I., Zaytseva E.L. *Granitsa devona i karbona: novye resheniya staroy problemy (soveshchanie mezhdunarodnoy rabochey gruppy v Monpel'e, 20-22 sentyabrya 2016 g.)* [The Devonian–Carboniferous boundary: new solutions of old problem (meeting of the international working group in Montpellier, September 20-22, 2016)]. Bulletin of Moscow society of naturalists. Geological series, 2016, vol. 91, no. 6, pp. 66–74.

Palmatolepis-based revision of upper part of standart Late Devonian conodont zonation // Conodont biofacies and provincialism / Editor D.L. Clark. Geological Society of America, 1984, no. 196, pp. 179–194.

Plotitsyn A.N. *Konodonty i stratigrafiya verkhnefamensko-turneyskikh otlozheniy severa Urala i gryady Chernysheva* [Conodonts and stratigraphy of the Upper Famennian–Tournaisian of the North Urals and Tchernyshev Swell]. Avtoreferat dissertatsii na soiskanie uchenoy stepeni kandidata geologo-mineralogicheskikh nauk. Syktyvkar: Geoprint, 2016a, 19 p.

Plotitsyn A.N. *Korrelyatsionnye urovni v verkhnem famene i turne severa Urala i gryady Chernysheva* [Correlation levels in Upper Famennian-Tournaisian of the North Urals and Tchernyshev Swell]. Vestnik IG Komi SC UB RAS, 2016b, no. 7, pp. 46–53.

Plotitsyn A.N., Gruzdev D.A. *Granitsa devonskoy i kamennougol'noy sistem na r. Iz'yael' (yug gryady Chernysheva)* [Devonian-Carboniferous boundary in the Izyayel River section (south of the Tchernyshev Swell)]. Geologiya. geoekologiya i resursnyy potentsial Urala i sopredelnykh territoriy: Proceedings of the VI All-Russian youth conf. Ufa, 2016, pp. 102–107.

Plotitsyn A.N., Gruzdev D.A., Zhuravlev A.V. *Vliyanie tafonomii na biostratigrafiyu glubokovodno-shel'fovykh otlozheniy po konodontam* [Taphonomical influence on the biostratigraphy of the deep-water deposits]. Trudy XVII Vserossiyskogo mikropaleontologicheskogo soveshchaniya «Sovremennaya mikropaleontologiya – problemy i perspektivy». Moscow: PIN RAS, 2018, pp. 339–343.

Plotitsyn A.N., Sobolev D.B., Gruzdev D.A. *Novye dannye o pogranichnykh otlozheniyakh devona i karbona na Pripolyarnom Urale (r. Syv'yu)* [New data on the Devonian and Carboniferous boundary deposits in the Subpolar Urals (Syvyu River)]. Vestnik IG Komi SC UB RAS, 2014, no. 6, pp. 13–20.

Postanovleniya Mezhhvedomstvennogo stratigraficheskogo komiteta i ego postoyannykh komissiy [Resolutions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee and its standing committees]. St. Petersburg: Izd-vo VSEGEI, 2003, vol. 34, 48 p.

Predtechenskiy N.N. *Zadachi i pravila izucheniya i opisaniya opornykh stratigraficheskikh razrezov* [Tasks and rules for studying and describing key stratigraphic sections]. Leningrad, 1983, 33 p. (M-vo geologii SSSR. Vsesoyuz. ordena Lenina nauch.-issled. Geol. in-t im. A.P. Karpinskogo. Mezhd. stratigraf. kom. SSSR).

Sandberg C.A., Ziegler W., Leuteritz K., Brill S.M. Phylogeny, speciation, and zonation of Siphonodella (Conodonta, Upper Devonian and Lower Carboniferous) // *Newsletters on Stratigraphy*, 1978, vol. 7, no. 2, pp. 102–120.

Sedaeva K.M., Ryabinkina N.N., Kuleshov V.N., Valyaeva O.V. *Otrazhenie Khangenbergskego global'nogo geologicheskogo sobytiya rubezha devona i karbona v razrezakh zapadnogo sklona Pripolyarnogo (r. Kozhim) i Yuzhnogo (r. Sikaza) Urala* [The Hangenberg global geological event on the Devon-Carbon boundary strata on the western slope of Prepolar (the Kozhim riser) and Southern (the Sikaza River) Urals]. *Litosfera*, 2010, no. 6, pp. 25–37.

Sobolev D.B., Zhuravlev A.V., Tsyganko V.S. Stop 3. Upper Devonian-Lower Carboniferous succession on the Kozhym River // *Geology of the Devonian System. Subpolar Urals Field Trip Guidebook*. Syktyvkar, 2002, pp. 21–40.

Sobolev D.B., Zhuravlev A.V., Tsyganko V.S. Stop 8. Upper Devonian-Lower Carboniferous succession on the Kozhym River // *Pan-Arctic Palaeozoic Tectonics, Evolution of Basins and Faunas. Subpolar Urals Field Trip Guidebook*. Syktyvkar, 2000, pp. 101–111. (IGCP406 Special Publication 6).

Sostoyanie izuchennosti stratigrafii dokembriya i fanerozoya Rossii. Zadachi dal'neyshikh issledovaniy: Postanovleniya Mezhd. komiteta stratigraficheskogo komiteta i ego postoyannykh komissiy [The state of knowledge of Precambrian and Phanerozoic stratigraphy of Russia. Tasks for further research: Decisions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee and its standing committees]. St. Petersburg: Izd-vo VSEGEI, 2008, vol. 38, 131 p.

Stratigraficheskie skhemy Urala (dokembriy, paleozoy) [Stratigraphic schemes of the Urals (Precambrian, Paleozoic)]. Mezhd. strat. komitet Rossii. Ekaterinburg, 1993, 151 p. of schemes.

Stratigraficheskiy kodeks Rossii. Izdanie tret'e [Stratigraphic code of Russia. Third Edition.]. St. Petersburg: Izdatelstvo VSEGEI, 2006, 96 p. (Mezhd. komitet stratigraficheskogo komiteta Rossii. VSEGEI).

Walliser O.H. Global events in the Devonian and Carboniferous // *Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic* // Editor O.H. Walliser. Berlin: Springer, 1996, pp. 225–250.

Zhuravlev A.V. *Dinamika taksonomicheskogo raznoobraziya konodontov v pozdnem devone – rannem karbone (famenskiy-serpukhovskiy veka)* [Dynamics of the conodont diversity in the Late Devonian–Early Carboniferous (Famennian–Serpukhovian)]. *Litosfera*, 2019, vol. 19, no. 1, pp. 81–91.

Zhuravlev A.V. *Fatsial'no-stratigraficheskie analogi slantsev i izvestnyakov Khangenberg na Pripolyarnom Urale* [Facial-stratigraphic analogs of Hangenberg shales and Hangenberg limestones in the Subpolar Urals]. *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*, 1990, no. 8, pp. 121–123.

Zhuravlev A.V. *Pozdnedevonskoe (Khangenbergske) sobytie* [Late Devonian Hangenberg event]. *Ispol'zovanie sobytiyno-stratigraficheskikh urovney dlya mezhd. korrelyatsii fanerozoya Rossii: Metod. posobie*. St. Petersburg: Izd-vo VSEGEI, 2000, pp. 41–46.

Zhuravlev A.V. *Sedimentatsionnaya model' oblasti sochleneniya Eletske i Lemvinskoy formatsionnykh zon Pripolyarnogo Urala v pogranichnom devonsko-kamennougol'nom intervale* [Sedimentation model of the transitional zone from the Elets to Lemva formation belts (Devonian-Carboniferous boundary, Cis-Polar Urals)]. *Neftegazovaya Geologiya. Teoriya i Praktika*, 2012, vol. 7, no. 4, available at: http://www.ngtp.ru/rub/2/59_2012.pdf

Zhuravlev A.V. *Tafonomiya konodontovykh elementov v pozdnedevonsko-rannekamennougol'nykh turbiditakh severa Urala i Pay-Khoya* [Conodont element taphonomy in the Late Devonian–Early Carboniferous turbidities of the north of Urals and Pay-Khoy]. *Litosfera*, 2012b, no 3, pp. 14–21.

Zhuravlev A.V., Tolmacheva T.J. Ecological recovery of conodont communities after Cambrian/Ordovician and Devonian/Carboniferous events // *Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg*, 1995,

no. 182, pp. 313–324.

Ziegler W. Taxionomie und Phylogenie Oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung // Abhandlungen des Hessisches Landesamt für Bodenforschung, 1962, no. 38, pp. 1–166.

Ziegler W., Sandberg C. The Late Devonian Standard Conodont Zonation // Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg, 1990, no. 121, 115 p.

© Плотыцын А.Н., Вевель Я.А., 2019