КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ УРОВНИ В ВЕРХНЕМ ФАМЕНЕ И ТУРНЕ СЕВЕРА УРАЛА И ГРЯДЫ ЧЕРНЫШЕВА

А. Н. Плотицын

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар

anplotitzyn@rambler.ru

В связи с перспективностью верхнедевонско-нижнекаменноугольного стратиграфического интервала севера Урала и Предуралья для поиска углеводородов и ряда других полезных ископаемых актуальным является создание детальной стратиграфической основы и выявление уровней, обладающих наибольшим корреляционным потенциалом. Охарактеризованы границы биостратиграфических подразделений по конодонтам (*expansa*, *praesulcata*, *sulcata*, *duplicata*, *sandbergi*, *quadruplicata*, *isosticha*) и следы глобальных событий (Дасберг, Хангенберг и Среднетурнейское событие) в разрезах верхнего фамена и турне севера Урала и гряды Чернышева (разрезы рр. Кожим, Сывью, Изъяель и Малая Уса). В результате выявлены уровни, обладающие наибольшим коррелятивным потенциалом (нижняя граница зоны *sulcata*, нижняя граница зоны *quadruplicata*, трангрессивные фазы Среднетурнейского и Хангенбергского глобальных событий). Детальные исследования распределения конодентов в пограничном девонско-каменноугольном интервале позволили установить, что таксоны *Polygnathus purus* Voges и *Pseudopolygnathus primus* Branson et Mehl начинают свое распространение от уровня первого появления *Siphonodella sulcata* (Huddle) и, следовательно, могут определять положение границы между системами в разрезах севера Урала и гряды Чернышева.

Ключевые слова: конодонты, фамен, турне, корреляционные уровни, биостратиграфия, события.

CORRELATION LEVELS IN UPPER FAMENNIAN – TOURNAISIAN DEPOSITS OF THE NORTH OF URALS AND CHERNYSHEV SWELL

A. N. Plotitsyn

Institute of Geology Komi SC UB RAS, Syktyvkar

The Upper Devonian — Lower Carboniferous stratigraphic interval of the North of Urals and Urals Foredeep is promising for search of hydrocarbons and other mineral deposits. So urgent is the establishment of a detailed stratigraphic framework and the identification of levels with the high correlation potential. Conodont biostratigraphic boundaries (*expansa*, *praesulcata*, *sulcata*, *duplicata*, *sandbergi*, *quadruplicata*, and *isosticha* zones) and global events (Dasberg, Hangenberg, and Lower Alum Shale) in the Upper Famennian — Tournaisian of the North Urals and Chernyshev Swell (Kozhim River section, Syvyu River section, Izyael River section and Malaya Usa River section) are characterized. As a result the levels having the highest correlation potential (base of the *sulcata* Zone, base of the *quadruplicata* Zone, transgressive phases of the Hangenberg Event and Lower Alum Shale Event) are identified. Detailed studies of the distribution of conodonts in the Devonian-Carboniferous boundary interval revealed that taxa *Polygnathus purus* Voges and *Pseudopolygnathus primus* Branson et Mehl begin its spread on the level of the first appearance of *Siphonodella sulcata* (Huddle). Consequently, they are on a par with *Siphonodella sulcata* (Huddle) can determine the position of the boundary between the systems in the sections of the North Urals and Chernyshev Swell.

Keywords: conodonts, Famennian, Tournaisian, correlation levels, biostratigraphy, events.

Введение

В настоящее время ведущее значение при сопоставлении пространственно разобщенных стратон имеет палеонтологический метод. Однако, как показывает практика, не все границы биостратиграфических подразделений, установленных в изучаемых разрезах, изохронны, что сказывается на точности корреляционных построений. Более высокую достоверность при корреляции частных разрезов удаленных территорий показывают глобальные геологические события [8], но их следы имеют различную степень выраженности в зависимости от региона и не обеспечивают той степени детальности, которую показывают биостратиграфические подразделения, в частности по конодонтам.

В связи с вышеизложенным перспективным представляется выявление стратиграфических уровней, обладающих наибольшим коррелятивным потенциалом. Для достижения этой цели необходимо комплексное рассмотрение и оценка границ биостратиграфических подразделений и следов глобальных геологических событий в разрезах севера Урала и гряды Чернышева.

В основу работы положены данные, полученные при изучении разрезов Приполярного Урала (рр. Сывью, Кожим), Полярного Урала (р. Малая Уса) и гряды Чернышева (р. Изъяель) (рис. 1), а также данные предшествующих исследований по разрезам Приполярного Урала (рр. Сывью, Кожим и

Рис. 1. Схема расположения изученных разрезов:

1 — р. Малая Уса; 2 — р. Кожим; 3 — р. Сывью; 4 — р. Изъяель

Fig. 1. Locality map of the studied sections:

1 — Malaya Usa River section; 2 — Kozhim River section; 3 — Syvyu River section; 4 — Izyael River section

руч. Константинов), гряды Чернышева (р. Вангыр) и Печорской гряды (р. Каменка) [3, 4, 6, 13, 16, 18, 23, 26, 32].

Биостратиграфические корреляционные уровни

В верхнефаменско-турнейских глубоководно-шельфовых отложениях севера Урала и гряды Чернышева установлено присутствие семи стандартных зональных биостратиграфических подразделений по конодонтам [24, 33]: *expansa*, *praesulcata*, *sulcata*, *duplicata*, *sandbergi*, *quadruplicata*, *isosticha* (рис. 2). Ниже приводится краткая характеристика границ выделенных конодонтовых зон и подзон и оценивается их корреляционный потенциал.

Нижние границы верхнефаменских зон *expansa* и *praesulcata* достоверно не определены ни в одном из исследуемых разрезов. Зональный вид зоны *expansa* (*Palmatolepis gracilis expansa* Sandberg et Ziegler) встречается довольно редко, и границы зоны чаще всего проводятся по присутствию видов, чье распространение начинается с основания или ограничено пределами этой зоны (например: *Polygnathus experplexus* Sandberg et Ziegler, *Bispathodus stabilis* M2 (Branson et Mehl), *Pseudopolygnathus marburgensis marburgensis* Bischoff et Ziegler). Проблема выделения зоны *praesulcata* связана со значительным таксономическим обеднением конодентов на этом уровне во всех исследуемых разрезах региона. Зональный вид *Siphonodella praesulcata* Sandberg встречается либо совместно с *Siphonodella sulcata* (Huddle) уже в турне (разрез р. Кожим), либо незначительно ниже уровня границы между девоном

и карбоном после интервала, не охарактеризованного конодонтовыми остатками (разрезы рр. Сывьё, Изъяель). Таким образом, нижние границы вышеописанных биостратиграфических подразделений обладают низким корреляционным потенциалом.

Нижняя граница зоны *sulcata* установлена в разрезах рр. Кожим, Сывьё и Изъяель по немногочисленным находкам вида *Siphonodella sulcata* (Huddle). В целом, несмотря на спорадические находки зонального вида, уровень основания зоны *sulcata* хорошо выделяется при биостратиграфическом анализе и характеризуется всплеском видового разнообразия после кризиса, вызванного последствиями Хангенбергского глобального геологического события (рис. 3). Этот уровень хорошо прослеживается в разрезах севера Урала и гряды Чернышева и может выступать в качестве надежного корреляционного биостратиграфического уровня.

Основание зоны *duplicata* удалось биостратиграфически обосновать лишь в разрезах рр. Кожим и Изъяель. Эта граница в исследуемом регионе палеонтологически обосновывается лишь редкими находками зонального вида *Siphonodella duplicata* (Branson et Mehl) и вида *Siphonodella bransoni* Ji, на уровне первого появления которых явного повышения таксономического разнообразия не наблюдается. В целом этот уровень в разрезах региона характеризуется низким корреляционным потенциалом.

Нижняя граница подзоны верхняя *duplicata* диагностирована в разрезах рр. Кожим и Изъяель. Уровень этой границы характеризуется только находками единичных *Siphonodella hassi* Ji, однако может также определяться по первому появлению *Siphonodella obsoleta*

Общая стратигр. шкала				Конодонтовая зональность			Событийные уровни	Корреляционные уровни
Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Региональная стратигр. схема Западный склон Урала, горизонты по: [15]	стандартная зональность по: [24, 33]	зональность по: [10, 14]	зональность используемая в работе	
КАМЕННОУГОЛЬНАЯ	Выше	Визейский	Верх.	радаевский		texanus		р. Кожим р. Сывьё р. Малая Уса р. Изъяель
			Ниж.					
			Верх.					
		Турнейский	Верхний	косвинский		anchoralis		
						typicus		
	Ниже	Турнейский	Верхний	кизеловский	isosticha - up. crenulata	isosticha	isosticha	
				черепетский	low. crenulata	quadruplicata	quadruplicata	
			Нижний	упинский	sandbergi	belkai	sandbergi	
					up. duplicata		duplicata	
				малевский	low. duplicata	duplicata	duplicata	
ДЕВОНСКАЯ	Верхний	Фаменский	Верхний	гумеровский	sulcata	sulcata	sulcata	
					praesulcata	praesulcata	praesulcata	
				лытвинский	expansa	expansa	expansa	
			Сред.	кушелгинский	postera	postera		

Рис. 2. Стратиграфическая схема. Светло-серым цветом отмечен рассматриваемый в работе стратиграфический интервал. В графе «Корреляционные уровни»: короткая поперечная полоска — граница зоны (подзоны)/следы события — фиксируются недостаточно уверенно; длинная поперечная полоска — граница зоны(подзоны)/следы события — распознаются надежно

Fig. 2. Stratigraphic scheme. Light gray rectangle marks the stratigraphic interval under consideration. Correlation levels: short lateral stripe — the border of zone (subzone) / event is hardly distinguished; long lateral stripe — the border of zone (subzone) / event is detected reliably

Рис. 3. Граница между девонской и каменноугольной системами в изученных разрезах:

А — р. Сывью; Б — р. Изьяель; В — р. Кожим. Условные обозначения: 1 — известняк; 2 — глинистый известняк; 3а — кремнистый известняк; 3б — стяжения кремня в известняке; 4 — известняковый песчаник; 5 — биокластовый известняк; 6 — тонкогоризонтально-слоистый известняк; 7 — перекристаллизованный известняк; 8 — аргиллит; 9 — известковистый аргиллит; 10а — конкреции и скопления пирита; 10б — прожилки кальцита

Fig. 3. Devonian/Carboniferous boundary in the studied sections

А — Syvyu River section; Б — Izyael River section; В — Kozhim River section. Legend: 1 — limestone; 2 — clayey limestone; 3 — cherty limestone; 4 — calcareous sandstone; 5 — bioclastic limestone; 6 — laminated limestone; 7 — recrystallized limestone; 8 — mudstone; 9 — calcareous mudstone; 10а — concretions and accumulations of pyrite; 10б — calcite veinlets

Hass, *Siphonodella cooperi* Hass и *Siphonodella belkai* Dzik. Спорадические находки видов, индексирующих положение основания этой подзоны, в совокупности с обедненным таксономическим составом конодонтов на этом стратиграфическом уровне в изученных разрезах обуславливают низкий корреляционный потенциал.

Основание зоны *sandbergi* биостратиграфически обосновано только в разрезе р. Кожим [26]. Этот уровень характеризуется таксономической обедненностью и редкой встречаемостью конодонтов, что обуславливает его низкий корреляционный потенциал.

Нижняя граница зоны *quadruplicata* установлена в разрезах рр. Кожим, Изъяель и Малая Уса. В разрезах рр. Кожим и Изъяель основанием для проведения границы являются находки вида *Siphonodella quadruplicata* (Branson et Mehl). В разрезе р. Малая Уса основание зоны обосновано находками вида *Hindeodus cristulus* (Youngquist et Miller), который начинает свое распространение с верхнего турне в разрезах различных регионов мира [7, 21, 22, 27 и др.]. В целом этот уровень уверенно распознается в разрезах региона и имеет высокий корреляционный потенциал.

Граница зон *isosticha* и *quadruplicata* достоверно не опознается ни в одном из изученных разрезов. Зона *isosticha* установлена в разрезе р. Кожим по исчезновению почти всех сифоноделл, кроме зонального вида *Siphonodella isosticha* (Cooper). Плохая распознаваемость нижней границы *isosticha* обуславливает невозможность использования ее в качестве корреляционного уровня.

Событийно-стратиграфические корреляционные уровни

Событийно-стратиграфическая методика как отдельный направление междисциплинарных исследований обособилась в конце 1970-х — начале 1980-х гг. и в настоящее время пользуется большой популярностью, что подтверждается многочисленными публикациями (см. обзоры [1, 29]).

Верхний фамен характеризуется несколькими критическими рубежами в развитии биоты. Наиболее крупное Хангенбергское глобальное геологическое событие (Hangenberg Global Geological Event) приурочено к пограничному девонско-каменноугольному интервалу (конодонтовая подзона средняя *praesulcata*) [28]. Стратиграфически ниже, на границе нижней и средней подзон зоны *expansa*, отмечается другое глобальное событие несколько меньшего масштаба — событие Дасберг (Dasberg Event) [19]. В пограничном нижневерхнетурнейском интервале, приблизительно на уровне первого появления вида *Siphonodella crenulata* (Cooper), в различных регионах мира отмечается присутствие следов Среднетурнейского события (Lower Alum Shale Event) [19]. Эти глобальные события прослежены и изучены в ряде североуральских разрезов [5, 9, 11, 30].

Следы события Дасберг установлены в глубоководно-шельфовых разрезах рек Кожим и Сывью, однако проявлено это событие слабо. Кратковременная трансгрессия (трансгрессивная фаза события Дасберг), на фоне которой происходило формирование пачки кремнистых аргиллитов в кремнисто-глинисто-карбонатных отложениях, диагностируется неу-

веренно, вследствие чего следы этого события обладают невысоким корреляционным потенциалом.

Следы Хангенбергского глобального геологического события установлены в разрезах рек Кожим, Сывью и Изъяель. Следы проявления Хангенбергского геологического события легко распознаются в глубоководно-шельфовых разрезах севера Урала и гряды Чернышева благодаря седиментологическому маркеру в виде темноцветной кремнисто-глинистой пачки («черные сланцы» Хангенберг), фиксирующей резкую трансгрессию моря [5, 9, 11]. Успешной диагностике этого событийного интервала способствует наличие пачки обломочных известняков, которая залегают, нередко эрозионно, на хангенбергских «черных сланцах». Сам уровень характеризуется крайне редкими, «доживающими» *Palmatolepis gracilis* ssp. и является рубежом, на котором происходит кардинальная перестройка в конодонтовых комплексах. На этом рубеже происходит вымирание палматолепид, икриодид и ряда полигнатид. Явной изотопно-геохимической аномалии как по углероду, так и по кислороду на уровне «черных сланцев» в разрезах, сформировавшихся в глубоководно-шельфовых обстановках, не отмечается. Однако, несмотря на слабую изотопно-геохимическую проявленность, следы Хангенбергского геологического события в разрезах севера Урала и гряды Чернышева успешно диагностируются благодаря резким седиментологическим и биотическим изменениям, которые позволяют рассматривать трансгрессивную фазу этого события в качестве надежного корреляционного уровня.

Следы Среднетурнейского события установлены в разрезах рек Кожим, Изъяель и Малая Уса. Это событие уверенно распознается в пределах Североуральского региона благодаря резким седиментологическим и биотическим изменениям. Литологически событийный интервал характеризуется накоплением глинистой пачки, контрастной подстилающим и перекрывающим, чаще всего обломочным, отложениям. Наиболее отчетливо это событие проявлено в разрезах, сформировавшихся на склоне внутришельфовых впадин (разрез р. Изъяель), где регрессивные фазы хорошо маркируются благодаря накоплению мощных пачек обвального-оползневых отложений, представленных преимущественно конглобрекциями и гравелитами. Диагностику положения событийного интервала существенно облегчает тот факт, что он приурочен к нижней части конодонтовой зоны *quadruplicata*, нижняя граница которой хорошо распознается и характеризуется обильными комплексами. Изотопно-геохимическая характеристика показала ряд отклонений на событийном уровне, которые в совокупности с литологическими и палеонтологическими данными позволяют наиболее детально охарактеризовать этот интервал. Хорошая распознаваемость уровня трансгрессивной фазы Среднетурнейского события позволяет использовать его в качестве надежного корреляционного уровня.

Граница между девонской и каменноугольной системами

Проблема установления границы между девонской и каменноугольной системами на севере Урала

primus Branson et Mehl встречаются в верхах фаменского яруса верхнего девона [20], следовательно, их стратиграфическое значение в качестве реперов границы носит региональный характер.

Выводы

Таким образом, в верхнефаменско-турнейском стратиграфическом интервале в разрезах севера Урала и гряды Чернышева выявлено и охарактеризовано шесть границ биостратиграфических подразделений (нижние границы зон *sulcata*, нижняя *duplicata*, верхняя *duplicata*, *sandbergi*, *quaduplicata* и *isosticha*) и три событийных интервала (событие Дасберг (Dasberg Event), Хангенбергское глобальное геологическое событие (Hangenberg Global Geological Event) и Среднетурнейское событие (Lower Alum Shale Event)). Анализ степени проявленности их в исследуемых разрезах позволил установить уровни, обладающие наибольшим коррелятивным потенциалом (нижняя граница зоны *sulcata*, нижняя граница зоны *quaduplicata*, трансгрессивные фазы Среднетурнейского и Хангенбергского событий). Эти уровни могут быть рекомендованы для региональных и межрегиональных корреляционных построений.

Детальные исследования распространения конодонтов в пограничном девонско-каменноугольном интервале позволили установить, что таксоны *Polygnathus purus* Voges и *Pseudopolygnathus primus* Branson et Mehl вне зависимости от появления вида *Siphonodella sulcata* (Huddle) могут определять положение нижней границы каменноугольной системы в регионе.

Автор выражает благодарность д. г.-м. н. Т. М. Безносовой, а также анонимным рецензентам за замечания и рекомендации, способствовавшие улучшению статьи.

Исследования поддержаны программой УрО РАН «Тимано-Североуральский палеобассейн в палеозое. Закономерности динамики биотических комплексов, палеобиогеография и палеоклиматология». Проект № 15-18-5-37.

Литература

1. Алексеев А. С. Глобальные биотические кризисы и массовые вымирания в фанерозойской истории Земли // Биотические события на основных рубежах фанерозоя. М.: Изд-во МГУ, 1989. С. 22—47.
2. Барсков И. С., Кононова Л. И., Мигдисова А. В. Конодонты нижнетурнейских отложений Подмосквового бассейна // Палеонтологическая характеристика стратотипических и опорных разрезов карбона Московской синеклизы. М.: Изд-во МГУ, 1984. С. 3—33.
3. Вевель Я. А., Журавлев А. В., Попов В. В. Пограничные отложения девонской и каменноугольной систем в разрезе на р. Каменка (Печоро-Кожвинский мегавал, Тимано-Печорская провинция) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2012. Вып. 7. № 1. Доступна на: http://www.ngtr.ru/rub/2/6_2012.pdf.
4. Деулин Ю. В. Конодонты и корреляция продуктивных на нефть верхнедевонских отложений севера Тимано-Печорской провинции. Архангельск: Правда Севера, 2006. 253 с.
5. Журавлев А. В. Фациально-стратиграфические аналогии сланцев и известняков Хангенберг на Приполярном

Урале // Известия вузов. Геология и разведка. 1990. № 8. С. 121—123.

6. Журавлев А. В. Конодонты верхнего девона — нижнего карбона Северо-Востока Европейской России. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2003. 85 с.

7. Журавлев А. В., Вевель Я. А., Иосифиди А. Г., Томша В. А. Разрез верхнего девона — нижнего карбона на мысе Костяном острова Вайгач // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2011. Вып. 6. № 1. Доступна на http://www.ngtr.ru/rub/2/6_2011.pdf.

8. Корень Т. Н. Методические основы событийной стратиграфии // Использование событийно-стратиграфических уровней для межрегиональной корреляции фанерозоя России: Методическое пособие. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. С. 7—17.

9. 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.

10. Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 34. СПб., 2003. 48 с. + 1 вкл.

11. 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.

12. Соболев Д. Б. Остракоды и биостратиграфия турнейского яруса севера Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2005. 113 с.

13. Соболев Д. Б., Журавлев А. В. Конодонты и остракоды пограничных отложений девона и карбона на р. Вангыр // Обоснование границ стратиграфических подразделений, Сыктывкар, 1994. С. 35—44. (Труды Института геологии Коми научного центра УрО РАН, вып. 82).

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

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

16. Цыганко В. С. Девон западного склона севера Урала и Пай-Хоя (стратиграфия, принципы расчленения, корреляция). Екатеринбург: УрО РАН, 2011. 356 с.

17. Черных В. А. Стратиграфия карбона севера Урала. Л.: Наука, 1976. 304 с.

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.

19. Becker R. T. Anoxia, eustatic changes, and Upper Devonian to lowermost Carboniferous global ammonoid diversity // The Ammonoidea: Environment, Ecology and Evolutionary Change, M. R. House (ed.). 1993. P. 115—163.

20. 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. P. 1—15.

21. Draganits E., Mawson R., Talent J. A., Krystyn L. Lithostratigraphy, conodont biostratigraphy and depositional environment of the Middle Devonian (Givetian) to Early

Carboniferous (Tournaisian) Lipak Formation in the Pin Valley of Spiti (NW India) // *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*. 2002. 108. P. 7–35.

22. Habibi T., Corradini C., Yazdi M. Conodont biostratigraphy of the Upper Devonian–Lower Carboniferous Shahmirzad section, central Alborz, Iran // *Geobios*. 2008. 41. P. 763–777.

23. Nemirovskaya T. I., Chernnykh 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*. T. 115. 1992. P. 629–647.

24. 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.

25. 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).

26. 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.

27. Stevens C. H., Klingman D. S., Sandberg C. A., Stone P., Belasky P., Poole F. G., Snow J. K. Mississippian Stratigraphic Framework of East central California and Southern Nevada with Revision of Upper Devonian and Mississippian Stratigraphic Units in Inyo County, California // *U. S. Geological Survey Bulletin*. 1988. J. 39 p.

28. Walliser O. H. Geologic processes and global events // *Terra cognita*. 1984. № 4. P. 17–20.

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

30. Zhuravlev A. V. The Mid-Tournaisian Event in the Northern Urals and conodont dynamics // *Proceedings of Geologists Association*. 109. 1998. P. 161–168.

31. Zhuravlev A. V., Sobolev D. B. Uppermost Famennian and Tournaisian Conodonts of the North Urals // *ECOS—6. Abstracts*. 1996. P. 69.

32. Zhuravlev A. V., Tolmacheva T. J. Ecological recovery of conodont communities after Cambrian/Ordovician and Devonian/Carboniferous events // *Courier Forschungsinstitut Senckenberg*. 182. 1995. P. 313–324.

33. Ziegler W., Sandberg C. A. Palmatolepis-based revision of upper part of standard Late Devonian conodont zonation // *Conodont biofacies and provincialism: Geological Society of America Special Paper*. 196. 1984. P. 179–194.

References

1. Alekseev A. S. *Globalnyie bioticheskie krizisy i massovyye vyimiriya v fanerozoyskoy istorii Zemli* (Global biotic crises and mass extinctions in Phanerozoan). *Bioticheskie sobyitiya na osnovnyih rubezhah fanerozoia*. Moscow, MGU, 1989, pp. 22–47.

2. Barskov I. S., Kononova L. I., Migdisova A. V. *Konodonty nizhneturneyskikh otlozheniy Podmoskovnogo basseyna* (Conodonts from Lower Tournaisian sediments of Moscow basin). *Paleontologicheskaya harakteristika stratotipicheskikh i opornyih razrezov karbona Moskovskoy sineklizy*. Moscow, MGU, 1984, pp. 3–33.

3. Vevel Ya. A., Zhuravlev A. V., Popov V. V. *Pogranichnyie otlozheniya devonskoy i kamennougolnoy sistem v razreze na r.*

Kamenka (Pechoro-Kozhivinskiy megaval, Timano-Pechorskaya provintsiya) (Boundary sediments of Devonian and Carboniferous systems in the section of Kamenka river). *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2012, vyp. 7, No. 1 http://www.ngtp.ru/rub/2/6_2012.pdf.

4. Deulin Yu. V. *Konodonty i korrelyatsiya produktivnyih na neft verhnedevoevskikh otlozheniy severa Timano-Pechorskoy provintsii* (Conodonts and correlation of oil productive Upper Devonian sediments of northern Timan Pechora province). Arhangelsk: Pravda Severa, 2006, 253 pp.

5. Zhuravlev A. V. *Fatsialno-stratigraficheskie analogi slantsev i izvestnyakov Hangenberg na Pripolyarnom Urale* (Facies-stratigraphical analogues of shales in Hangenberg limestones in Subpolar Urals). *Izvestiya vuzov. Geologiya i razvedka*. 1990, No. 8, pp. 121–123.

6. Zhuravlev A. V. *Konodonty verhnego devona — nizhnego karbona severo-vostoka Evropeyskoy Rossii* (Conodonts from Upper Devonian–Lower Carboniferous north-eastern part of European Russia). St. Petersburg, VSEGEI, 2003, 85 pp.

7. Zhuravlev A. V., Vevel Ya. A., Iosifidi A. G., Tomsha V. A. *Razrez verhnego devona — nizhnego karbona na myise Kostyanom ostrova Vaygach* (Upper Devonian–Lower Carboniferous section in Kostyanoy Mys of Voygach Island). *Neftegazovaya geologiya. Teoriya i praktika*. 2011, vyp. 6, No. 1, http://www.ngtp.ru/rub/2/6_2011.pdf

8. Koren T. N. *Metodicheskie osnovy sobyitiynoy stratigrafii* (Methodical basics of eventual stratigraphy). *Ispolzovanie sobyitiynoy-stratigraficheskikh urovney dlya mezhregionalnoy korrelyatsii fanerozoia Rossii. Metodicheskoe posobie*. St. Petersburg, VSEGEI, 2000, pp. 7–17.

9. Plotitsyn A. N., Sobolev D. B., Gruzdev D. A. *Novyye dannyye o pogranichnyih otlozheniyah devona i karbona na Pripolyarnom Urale (r. Syiv'yu)* (New data about boundary sediments of Devonian and Carboniferous in Subpolar Urals (Sivvyu River)). *Vestnik of Institute of geology KSC UB RAS*, 2014, No. 6, pp. 13–20.

10. *Postanovleniya Mezhdovedstvennogo stratigraficheskogo komiteta i ego postoyannykh komissiy* (Decisions of stratigraphical committee and its commissions). Vyip. 34. St. Petersburg, 2003, 48 pp

11. Sedaeva K. M., Ryabinkina N. N., Kuleshov V. N., Valyaeva O. V. *Otazhenie Hangenbergskogo globalnogo geologicheskogo sobyitiya rubezha devona i karbona v razrezah zapadnogo sklona Pripolyarnogo (r. Kozhim) i Yuzhnogo (r. Sikaza) Urala* (Reflection of Hangenberg global geological event in Devonian–Carboniferous boundary in sections of Subpolar (Kozhim river) and South (Sikaza River) Urals). *LITOSFERA*, 2010, No. 6, pp. 25–37.

12. Sobolev D. B. *Ostrakody i biostratigrafiya turneyskogo yarusy severa Urala* (Ostracodes and biostratigraphy of Tournaisian stage of northern Urals). Ekaterinburg, UB RAS, 2005, 113 pp.

13. Sobolev D. B., Zhuravlev A. V. *Konodonty i ostrakody pogranichnyih otlozheniy devona i karbona na r. Vangyir* (Conodonts and ostracodes of boundary sediments of Devonian and Carboniferous in Vangyr river). *Obosnovanie granits stratigraficheskikh podrazdeleniy*, Syktyvkar, 1994, pp. 35–44.

14. *Sostoyaniye izuchennosti stratigrafii dokembriya i fanerozoia Rossii. Zadachi dalneyshih issledovaniy* (Precambrian and Phanerozoic Russian stratigraphy). *Postanovleniya Mezhdovedstvennogo stratigraficheskogo komiteta i ego postoyannykh komissiy*. Vyp. 38. St. Petersburg, VSEGEI, 2008, 131 pp.

15. *Stratigraficheskie shemy Urala (dokembriy, paleozoy)*. (Stratigraphical maps of Urals) *Mezhved. Strat. Komitet Rossii*. Ekaterinburg, 1993, 151

16. Tsyganko V. S. *Devon zapadnogo sklona severa Urala i Pay-Hoya (stratigrafiya, printsipy raschleneniya, korrelyatsiya)*

(Devonian western slope of Northern Urals and Pay-Khoy (stratigraphy, division, correlation). Ekaterinburg, UB RAS, 2011, 356 pp.

17. Chermnykh V. A. *Stratigrafiya karbona severa Urala* (Stratigraphy of Carboniferous sediments of Northern Urals). Leningrad, Nauka, 1976, 304 pp.

18. Chermnykh V. A., Kochetkova N. M., Pazuhin V. N., Lipina O. A. *Pogranichnyie devosnko-kamennougolnyie otlozheniya Severnogo i Pripolyarnogo Urala* (Boundary Devonian-Carboniferous sediments of Northern and Subpolar Urals). Granitsa devona i karbona na territorii SSSR. Minsk, 1988, pp. 145–151.

19. Becker R. T. Anoxia, eustatic changes, and Upper Devonian to lowermost Carboniferous global ammonoid diversity. The Ammonoidea: Environment, Ecology and Evolutionary Change, M. R. House (ed.), 1993, pp. 115–163.

20. 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, pp. 1–15.

21. Draganits E., Mawson R., Talent J. A., Krystyn L. Lithostratigraphy, conodont biostratigraphy and depositional environment of the Middle Devonian (Givetian) to Early Carboniferous (Tournaisian) Lipak Formation in the Pin Valley of Spiti (NW India). Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 2002, 108, pp. 7–35.

22. Habibi T., Corradini C., Yazdi M. Conodont biostratigraphy of the Upper Devonian–Lower Carboniferous Shahmirzad section, central Alborz, Iran. Geobios, 2008, 41, pp. 763–777.

23. 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, V. 115, 1992, pp. 629–647.

24. 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, No.2, pp. 102–120.

25. 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).

26. 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.

27. Stevens C. H., Klingman D. S., Sandberg C. A., Stone P., Belasky P., Poole F. G., Snow J. K. Mississippian Stratigraphic Framework of East central California and Southern Nevada with Revision of Upper Devonian and Mississippian Stratigraphic Units in Inyo County, California. U. S. Geological Survey Bulletin, 1988, 39 p.

28. Walliser O. H. Geologic processes and global events. Terra cognita. 1984, No. 4, pp. 17–20.

29. Walliser, O. H. 1996. Global events in the Devonian and Carboniferous. Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic. Springer, Berlin, 225–250.

30. Zhuravlev A. V. The Mid-Tournaisian Event in the Northern Urals and conodont dynamics. Proceedings of Geologists Association, 109, 1998, pp. 161–168.

31. Zhuravlev A. V., Sobolev D. B. Uppermost Famennian and Tournaisian Conodonts of the North Urals. ECOS–6, Abstracts, 1996, pp. 69.

32. Zhuravlev A. V., Tolmacheva T. J. Ecological recovery of conodont communities after Cambrian/Ordovician and Devonian/Carboniferous events. Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 182, 1995, pp. 313–324.

33. Ziegler W., Sandberg C. A. Palmatolepis-based revision of upper part of standard Late Devonian conodont zonation. Conodont biofacies and provincialism: Geological Society of America Special Paper, 196, 1984, pp. 179–194.