



Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting

2017



Kazan Federal University  
Institute of Geology and Petroleum Technologies

# Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting – 2017

and

Fourth All-Russian Conference “Upper Palaeozoic of Russia”

**Upper Palaeozoic Earth systems  
high-precision biostratigraphy,  
geochronology and petroleum resources**

## Abstract Volume

19–23 September 2017, Kazan, Russia



Kazan Federal University  
Institute of Geology and Petroleum Technologies

**Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting – 2017**

and

Fourth All-Russian Conference “Upper Palaeozoic of Russia”

**Upper Palaeozoic Earth systems  
high-precision biostratigraphy,  
geochronology and petroleum resources**

**Abstract Volume**

19–23 September 2017, Kazan, Russia



**KAZAN**

**2017**

**UDC 551.736.3(470.4)**  
**K25**

**Scientific editors:**

Danis K. Nurgaliev,  
Vladimir V. Silantiev

**Technical editor**

Veronika V. Zharinova

**K25** **Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting – 2017** and Fourth All-Russian Conference “Upper Palaeozoic of Russia”. Upper Palaeozoic Earth systems: high-precision biostratigraphy, geochronology and petroleum resources. Abstract volume. Kazan, September, 19–23, 2017 / D.K. Nurgaliev, V.V. Silantiev (Eds.). – Kazan: Kazan University Press, 2017. – 234 p.

**ISBN 978-5-00019-855-1**

Abstract Volume was compiled for the Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting, 2017 and Fourth All-Russian Conference “Upper Palaeozoic of Russia”.

The publication was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 17-05-20511)

**UDC 551.736.3(470.4)**

**ISBN 978-5-00019-855-1**

© Kazan University Press, 2017

Казанский федеральный университет  
Институт геологии и нефтегазовых технологий

**Международная стратиграфическая конференция  
Головкинского – 2017**

и

Четвертая Всероссийская конференция  
«Верхний палеозой России»

**Планетарные системы верхнего палеозоя  
биостратиграфия, геохронология  
и углеводородные ресурсы**

**Сборник тезисов**

19–23 сентября 2017 г., Казань, Россия



**КАЗАНЬ**

**2017**



**УДК 551.736.3(470.4)  
М43**

**Научные редакторы**

Д.К. Нургалиев,  
В.В. Силантьев

**Составитель**

В.В. Жаринова

**М43** **Международная стратиграфическая конференция Головкинского – 2017** и Четвертая Всероссийская конференция «Верхний палеозой России». Планетарные системы верхнего палеозоя: биостратиграфия, геохронология и углеводородные ресурсы (19–23 сентября 2017 г., Казань, Россия) / под ред. Д.К. Нургалиева, В.В. Силантьева. – Казань: Изд-во Казан. ун-та, 2017. – 234 с.

**ISBN 978-5-00019-855-1**

Сборник тезисов составлен для Международной стратиграфической конференции Головкинского – 2017 и Четвертой Всероссийской конференции «Верхний палеозой России».

Опубликовано при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 17-05-20511)

**УДК 551.736.3(470.4)**

**ISBN 978-5-00019-855-1**

© Издательство Казанского университета, 2017

## **SEQUENCE STRATIGRAPHY OF THE APTIAN TO TURONIAN INTERVAL IN THE TAFAYA-LÂAYOUNE BASIN, SOUTHERN MOROCCO**

***Mohamed Abioui<sup>1</sup>, Danièle Grosheny<sup>2</sup>, Nourissaid Içame<sup>1</sup>, Serge Ferry<sup>3</sup>, Mohammed Benssaou<sup>1</sup>, Mohamed Aoutem<sup>1</sup>***

*<sup>1</sup> Ibn Zohr University, Department of Sciences, Geology Department, Laboratory of Applied Geology and Geo-Environmental, B.P. 8106, Cité Dakhla 80000, Agadir, Morocco*

*<sup>2</sup> University of Lorraine, Faculty of Sciences and Technology, UMR 7359 GeoRessources, BP 70239, 54506 Vandœuvre-lès-Nancy, France*

*<sup>3</sup> Retired, University of Lyon, Faculty of Sciences and Technology, 43 Bd du 11 Novembre, 69622 Villeurbanne cedex, France*

The present study focuses on the sedimentation and stratigraphic evolution of the mixed siliciclastic-carbonate Aptian-Turonian deposits cropping out in the Tarfaya-Lâayoune Basin of the Moroccan Sahara. The central purpose of this work is to document the sedimentary facies and their depositional and environmental significance, and interpret them in a sequence stratigraphic context. The study explores the possible controls on sedimentation and stratigraphic architecture during Aptian-Turonian. The Tarfaya-Laayoune Basin is an Atlantic basin of passive margin. It belongs to a series of basins developed along the northwest African margin, following the opening of the central Atlantic. It is a Meso-Cenozoic basin, considered as an oil province, which has been infuriated by oil companies, following recent discoveries. The Tarfaya-Laayoune Basin is bounded to the North by the Anti-Atlas, to the South by the Mauritanides, to the East by the Reguibats, and to the West by the Atlantic Ocean (Figure 1).

The Aptian-Turonian strata contain a wealth of sedimentary features that are applicable in fields of mixed siliciclastic-carbonate facies analysis and sequence stratigraphy. The strata are enriched in well diversified chronostratigraphically significant fossils such as ammonite and foraminifera, which allows dating of sequence stratigraphic surfaces and therefore correlation with published global sea-level curves. Macroscopic and microscopic features of sedimentary facies will be described using both field (colour, grain size, bed contacts, physical and biogenic sedimentary structures and stratigraphic position) and thin section observations particularly for carbonate deposits. The results of stratigraphic and sedimentological studies will be integrated and correlated with the available subsurface well log data. The study will help to reconstruct the Neocomian platform series of Tan-Tan offshore drilling, and to understand the turbidite system previously described from the offshore. The present study has an advantage as it provides the first comprehensive sedimentologic and sequence stratigraphic interpretations of the Aptian-Turonian strata in the Tarfaya-Lâayoune basin, Southern Morocco.

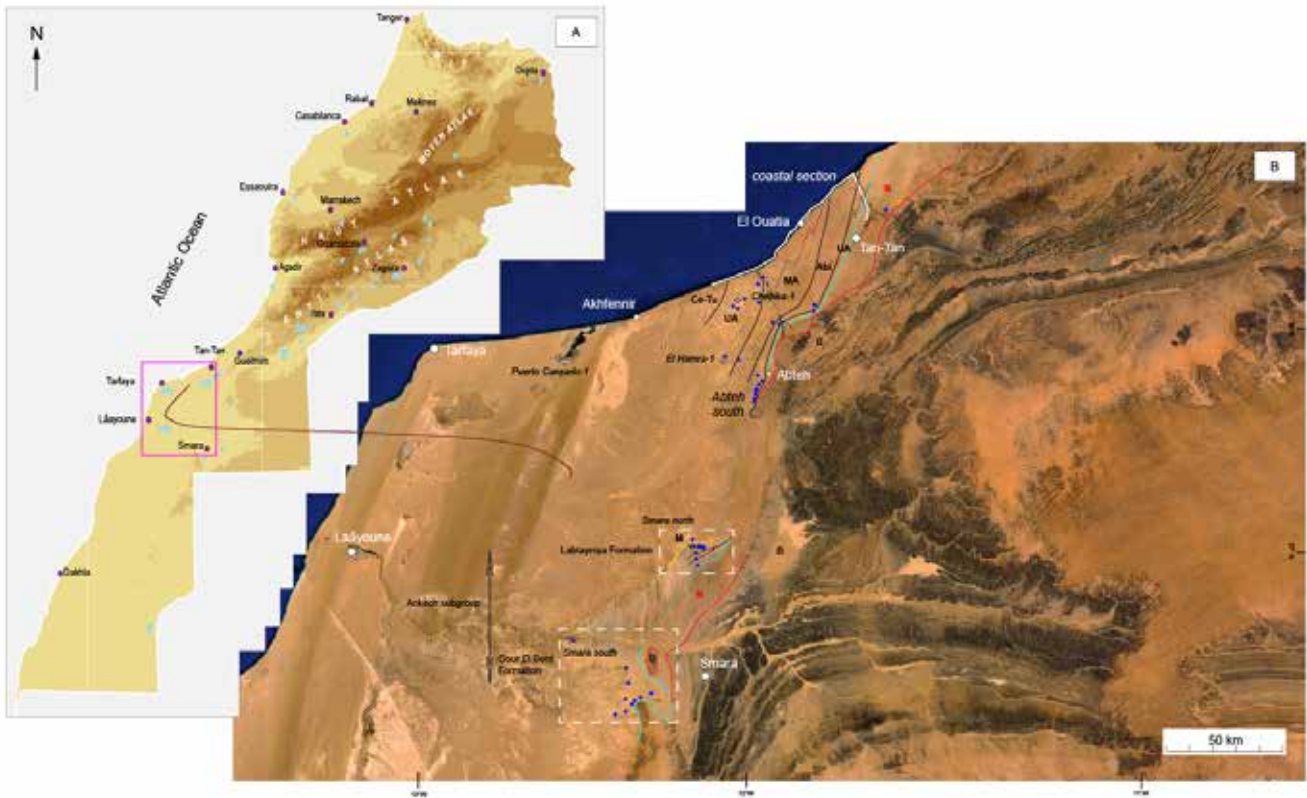


Figure 1: [A] Geographic position of Tarfaya-Laayoune Basin (Southern Morocco), indicated by a square. [B] Location of the measured sections of the Tarfaya-Lâayoune basin (Google Earth®). Geological abbreviations: B: Paleozoic basement; M: Miocene; N: Neocomian; MA: Middle Albian; UA: Upper Albian; LA: Lower Albian; Ce-Tu: Cenomano-Turonien.

**Acknowledgment:**

This work was conducted as part of the PHC Volubilis-Toubkal No. MA/14/305 (Lorraine University and Ibn Zohr University). We are indebted to the Faculty of Sciences of Agadir (Morocco) for providing field facilities.

Ferry, S. (2012): Réflexions sur la régression gargasienne (Europe, Afrique du Nord, Moyen-Orient). *Réunion Thématique du groupe Français du Cétagé: «Événements de l’Aptien-Albien»*, 3 et 4 décembre 2012, Paris, pp. 16–17 (in French).

Grosheny, D., Içame, N., Ferry, S., Malartre, F., Robert, E. & Abioui, M. (2015): The main steps of the Cretaceous onlap on the African craton (Tarfaya-Laayoune basin, South Morocco). *Réunions thématiques du Groupe Français du Crétacé (GFC), les limites d’étages et les étages du Crétacé*, 30 novembre et 1 décembre 2015, Paris, pp. 6–7.

Grosheny, D., Içame, N., Ferry, S., Bulot, L., Masrour, M., Bettar, I., Aoutem, M. & Essafraoui, B. (2012): La série Apto-albienne du bassin marginal de Tarfaya (Maroc méridional). *Réunions Thématique du groupe Français du Cétagé: «Événements de l’Aptien-Albien»*, 3 et 4 décembre 2012, Paris, pp. 23–27 (in French).

# ECO-ZONES OF EARLY PERMIAN RADIOLARIANS IN THE GREAT URALS, NORTHERN MYGODZHARY AND PRECASPIAN BASIN

**Marina S. Afanasieva, Edward O. Amon**

*Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

Detailed studies of the Early Permian radiolarians of the Southern Urals and Northern Mugodzhary ridge were started almost simultaneously by pioneering works of H. Kozur (1980–1989), B.B. Nazarov and A.R. Ormiston (1981–1993), and our research since 1986. Nazarov and Ormiston developed the radiolarian Early Permian biostratigraphic scale, counting 10 biostratons with characteristic radiolarian assemblages (see table below).

Our comprehensive study of Early Permian radiolarians of Southern Urals, Northern Mygodzhary and Northern PreCaspian regions (Afanasieva, Amon, 2014–2017) based on own and literature paleontological data for 12 reference sections.

At present, we consider as valid 18 Early Permian radiolarian assemblages (see table below), six of which are established for the first time.

Asselian radiolarians are differentiated into four characteristic assemblages: earlier known *Latentifistula crux*, *Tormentidae*, and two newly assigned: *Pseudoalbaillella* u-forma – *Ps. elegans* and *Tetragregnon sphaericus* – *Latentifistula heteroextrema*.

Sakmarian radiolarians are represented by seven assemblages: *Nazarovispongus permicus*, *Latentidiota circumfusum* – *Apophysiacus pycnoclada*, *Camptoalatus monopterygius*, *Copiellintra bispina*, *Rectortormentum fornicatum*, and three newly assigned: *Polyentactinia cisuralica* – *Pluristratoentactinia tetrasphaera* and *Arcoclathrata alekseevi* – *Apophysiacus sakmaraensis*.

Artinskian radiolarians are summarized in six assemblages: *Arcoclathrata crassiclathrata* – *Quinqueremis arundinea*, *Copicyntra acilaxa*, *Tetracircinata reconda*, *Polyentactinia lautitia*, and two newly assigned *Spongentactinia rigida* and *Entactinia pinrasensis* – *Microporosa rozhnovi*.

Kungurian radiolarians are represented by the *Pluristratoentactinia uralica* – *Pseudolithelius permicus* assemblage.

Middle and Late Permian radiolarians are unknown in the Urals, Northern Mygodzhary and PreCaspian Basin.

The stratigraphic positions of the designated radiolarian assemblages are defined according to key groups of microfauna – *Foraminifera* and *Conodonta* (see table), due to joint findings in the same beds. This enables high-precision intra- and inter-regional correlations, and the dating of key events in the development of radiolarian fauna of the regions studied. The west of the Great Urals Region belonged to the comparatively narrow and long CisUralian Paleosea at the Early Permian Epoch. This paleobasin connected the basins of Panthalassa and Paleotethys oceans, and crossed several climatic zones. The spread of radiolarians that inhabited CisUralian Paleosea was controlled and limited by fluctuations in water dynamics, temperature and salinity.

The richness and diversity of radiolarian assemblages could be due to environmental conditions and were associated with a particular location of habitat area in sea or ocean. Impoverished radiolarian assemblages were distributed within the paleocean water areas. Rich and differing in taxonomic composition associations were typical for the shelf of the inner CisUralian Sea with alternation of shallow and more deep water environments.

Thus, the taxonomic composition and features of the dominant morphotypes in the Early Permian radiolarian assemblages were indicators of environment conditions. The established radiolarian assemblages can be considered as Ecological Zones.

The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 15-05-00451).

Afanasieva M.S. *Atlas of Paleozoic Radiolarians from the Russian Platform*. Scientific World, Moscow, 2000, 480 pp. [in Russian, res. Eng.].



- Afanasieva M.S., Amon E.O. Early Asselian (Early Permian) Radiolaria from Bala-Tau section, South Urals // *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Series*, 2017, Vol. 92, part 2 [in Russian, res. Eng.].
- Afanasieva M.S., Amon E.O., Chernykh V.V. Radiolarians of Asselian-Sakmarian (Lower Permian) boundary interval in Kondurovsky Section (western slope of South Urals) // *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Series*, 2014, Vol. 89, part 4, pp. 64–82 [in Russian, res. Eng.].
- Afanasieva M.S., Amon E.O., Chernykh V.V. Artinskian (Lower Permian) radiolarians of the Aktasty reference section, Northern Mugodzhary // *Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Series*, 2015, Vol. 90, part 5, pp. 9–27 [in Russian, res. Eng.].
- Afanasieva M.S., Zamilatstaya T.K., Rukina G.A. Radiolarians and Foraminifera of Upper Paleozoic in North part of Pricaspian depression // *Izvestiya AN SSSR. Series geology*, 1986, № 9, pp. 127–131.
- Amon E.O. Zonal radiolarian scale of Carboniferous and Lower Permian of the Urals and Preduralie: Materials on stratigraphy and paleontology of the Urals, Vol. 2, pp. 85–124, Ekaterinburg [in Russian, res. Eng.].
- Amon E.O., Braun A., Chuvashov B.I. Lower Permian (Artinskian) radiolaria from Sim type section, Southern Urals: *Geologica et Palaeontologica*, Vol. 24 S., pp. 115–137.
- Amon E.O., Chuvashov B.I. Radiolarian biostratigraphy of the Sakmarian Stage (Lower Permian) in Southern Urals // *Permophiles*, 2002, Vol. 41, pp. 16–26.
- Kozur H., Mostler H. Radiolarien und Schwammskleren aus dem Unterperm des Vorurals // *Geologisch-Paläontologische Mitteilungen Innsbruck*, 1989, Sonderband 2, S. 147-275.
- Nazarov B.B. *Paleozoic Radiolarians of the Paleozoic. Practical Guide Manual onto the Microfauna of the USSR*, Vol. 2. Leningrad, Nedra: 1988, 231 pp. [in Russian].
- Nazarov B.B., Ormiston A.R. Radiolarian from Late Paleozoic of the Southern Urals, USSR, and West Texas, USA // *Micropaleontology*, 1985, Vol. 30, № 1, pp. 1–54.
- Nazarov B.B., Ormiston A.R. New biostratigraphically important Paleozoic Radiolaria of Eurasia and North America // *Micropaleontology*, 1993, Spec. publ. 6, pp. 22–60.

Table

Early Permian radiolarian Ecological Zones

Stage	Regional Substage	Foraminifera Zonation		Conodont Zonation		Radiolarian Eco-Zonation							
		Chuvashov et al., 1999, 2002; Amon, Chuvashov, 2002, 2004		Chernykh, 2002, 2005, 2006, 2012		Nazarov, 1981, 1988; Nazarov, Ormiston, 1984, 1985, 1990, 1993; Isakova, Nazarov, 1986		Afanasieva, 1986, 2000; Amon, 1999; Amon, Chuvashov, 2002, 2004		Afanasieva, Amon, 2014, 2016, 2017			
Kungurian	Irenian	Parafusulina aff. solidissima – Nodosaria sexangulata		Neostreptognathodus imperfectus				Ruzhencevispongus uralicus		Pluristratoentactinia uralica – Pseudolithelius permicus			
	Filippian	Nodosaria pugioidea		Neostreptognathodus clinci				?					
	Saraninian	Hemigordius saranaensis		Neostreptognathodus pnevi									
Artinskian	Sarginian	Parafusulina solidissima		Neostreptognathodus pecuopensis		Polyentactinia lautitia		Polyentactinia lautitia		Polyentactinia lautitia			
	Irginian	Pseudofusulina juresanensis – Eoparafusulina lutugini		Neostreptognathodus clarcki – Neostreptognathodus ruzhencevi		Tetracircinata reconda		Tetracircinata reconda		Tetracircinata reconda			
	Burtsevia	Pseudofusulina pedissequa – Eoparafusulina lutugini		Sweetognathus whitei		Entactinosphaera crassilathrata – Quinqueremis arundinea		Copicyntra acilaxa – Quinqueremis arundinea		Arcoelathrata crassilathrata – Quinqueremis arundinea	Entactinia pirrasensis – Microponosa rozhnovi	Spongactinia rigida	Copicyntra acilaxa
						Rectotormentum fomicatum							
Sakmarian	Sterlitamakian	Pseudofusulina uralensis		Sweetognathus anceps	Mesogondolella bisselli	Camptolatus monopterygius		Rectotormentum fomicatum	Coptilintrina bispina	Rectotormentum fomicatum			
					Mesogondolella visibilis	Tormentum circumfusum – Entactinia pycnoclada				Camptolatus monopterygius			
					Mesogondolella lata	Haplodiactinia perforatus – Helioentactinia ikka				Tormentum circumfusum – Entactinia pycnoclada			
Tastubian	Pseudofusulina verneuili – Eoparafusulina tshernyshcevi		Sweetognathus binodosus	Mesogondolella uralensis	Copicyntra sp.		Haplodiactinia perforatus – Helioentactinia ikka		Polyentactinia cisuralica – Pluristratoentactinia tetrasphaera	Nazarovispongus permicus			
							Pseudofusulina moelleri			Sweetognathus merrilli		Tetragregnon vimineum – Coptilintrina diploacantha	
Asselian	Shihanian	Sphaeroschwagerina sphaerica – Globifusulina firma		Streptognathodus postfusum – Streptognathodus barskovi	Mesogondolella pseudostrata	Tormentidae		Copicyntra sp.		Tetragregnon sphaericus – Latentifistula heteroextrema			
				Streptognathodus fusus	Mesogondolella simulata					Tormentidae			
	Holodnolozhian	Pseudoschwagerina uddeni		Streptognathodus constrictus	Mesogondolella belladontae	Tormentidae		Tormentidae		Tormentidae			
				Streptognathodus sigmoidalis								Streptognathodus cristellaris	
				Globifusulina nux								Streptognathodus glenisteri – Streptognathodus isolatus	
Sphaeroschwagerina fusiformis		Streptognathodus glenisteri – Streptognathodus isolatus		Latentifistula crux		?		Latentifistula crux		Pseudoalbaillella u-forma (m II) – Ps. elegans			

## MORPHOLOGICAL TRENDS IN THE EVOLUTION OF THE CONODONT GENUS *LOCHRIEA* (EARLY CARBONIFEROUS)

Alexander S. Alekseev<sup>1, 2</sup>, Natalia V. Goreva<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia. E-mail: aaleks@geol.msu.ru

<sup>2</sup> Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>3</sup> Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

## МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТРЕНДЫ В РАЗВИТИИ КОНОДОНТОВ РОДА *LOCHRIEA* (РАННИЙ КАРБОН)

А.С. Алексеев<sup>1, 2</sup>, Н.В. Горева<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup> Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия

<sup>3</sup> Геологический институт РАН, Москва, Россия

Конодонты рода *Lochriea* Scott широко распространены в визейском и серпуховском ярусах Евразии. Ра-элементы имеют овально-округлую, слабо асимметричную платформу, оральная поверхность которой гладкая или орнаментирована бугорками либо ребрами. Базальная полость глубокая, занимает всю нижнюю поверхность платформы и одинакова у всех представителей рода. Повышенный интерес к развитию этого рода возник после того, группа специалистов (Skompski *et al.*, 1995) предложила использовать в качестве маркера нижней границы серпуховского яруса *Lochriea ziegleri* Nemirovskaya, Perret and Meischner 1994. Эта идея нашла широкую поддержку, однако и сейчас этот маркер не получил формального одобрения ни рабочей группы, ни международной подкомиссии по каменноугольной стратиграфии. Несмотря на то, что у этого вида наблюдается большое количество различных вариантов орнаментации платформы и значительное число переходных форм, *Lochriea ziegleri* как маркер границы визейского и серпуховского ярусов имеет преимущество по сравнению с другими видами конодонтов и его FAD международная рабочая группа планирует рассматривать как основной маркер при определении нижней границы серпуховского яруса (Richards and Task Group, 2013).

С середины визейского века у Ра-элементов конодонтов рода *Lochriea* наблюдалась устойчивая тенденция к усложнению орнаментации платформы. *Lochriea ziegleri* является конечным членом эволюционной последовательности *L. commutata* → *L. monodosa* → *L. nodosa* → *L. ziegleri*. В этом морфогенетическом ряду происходило постепенное увеличение числа и размера бугорков на боковых сторонах платформы: от гладкой у первого вида, с одним бугорком у второго, с одним бугорком на каждой стороне у третьего члена и, наконец, *L. ziegleri* характеризуется распадом бугорков на сторонах платформы с образованием группы, слившейся их основаниями, вытянутой косо по отношению к осевому гребню. Одновременно происходило асимметричное расширение платформы. Во второй филогенетической линии (*L. commutata* → *L. monocostata* → *L. costata* → *L. cruciformis*) платформа была орнаментирована не более или менее изометричными бугорками, а сначала одним, а затем двумя косо расположенными удлиненными ребрами, которые соединяются с осевым гребнем у *L. cruciformis*. Ребра могут нести слабую зазубренность. Другая точка зрения связана с происхождением *L. ziegleri* от *L. costata* путем развития на ребрах дополнительных бугорков и изгиба ребер в заднебоковом направлении (Пазухин, 2011). Для окончательного решения вопроса об эволюционных связях необходимо переизучение голотипов *L. nodosa* и *L. ziegleri*. Помимо морфологических преобразований, связанных с орнаментацией, высказано мнение, что на рубеже визейского и серпуховского ярусов происходила редукция структур из альбидной ткани в свободном листе (*L. costata*, *L. senckenbergica* и *L. cruciformis*) и переход от II к III классу симметрии правых и левых Ра-элементов, что может иметь определенный корреляционный потенциал (Журавлев, 2017).

Среди потенциальных кандидатов на роль GSSP серпуховского яруса обсуждаются два разреза – Нацин (Южный Китай) и Верхняя Кардаилловка (Россия). Распространение представителей *Lochriea* вместе с фораминиферами, аммонитами и остракодами делает глубоководный карбонатный разрез Верхняя Кардаилловка (восточный склон Урала, Южная Башкирия) наиболее перспективным для фиксации границы. Для более детального изучения изменчивости в разрезе Верхняя Кардаилловка (Richards *et al.*, in press) из пограничного интервала визейского и серпуховского ярусов мощностью 1 м отобрано 10 бороздовых проб весом около 30 кг каждая. Это позволило получить достаточно большую выборку Ра-элементов рода *Lochriea* — свыше 4000 экземпляров. К сожалению, среди них преобладают ювенильные формы. Подтвержден процесс усложнения орнаментации платформы, постепенное увеличение среди взрослых экземпляров доли скульптурированных элементов. Первое появление типичных *L. ziegleri* в эволюционной линии *L. nodosa*–*L. ziegleri* отмечено в между 19.53 и 19.63 м. Примитивные переходные формы от *L. nodosa* к *L. ziegleri*, у которых один из бугорков начинает расщепляться, встречены в инт. 19.35–19.63 м. На одном уровне выявлен «возврат» к более примитивному состоянию орнаментации, который был зафиксирован в образце ниже. Дополнительным осложнением являются четко выраженные онтогенетические изменения: почти у всех видов ювенильные экземпляры имеют гладкую или очень слабо орнаментированную платформу, поэтому определение могут получать только взрослые и старческие экземпляры, длина которых превышает 0,7 мм. Первое нахождение *Lochriea cruciformis* (Clarke, 1960) отмечено в интервале 19.63–19.72 м. Во многих разрезах *L. cruciformis* появляется почти одновременно с *L. ziegleri*, что делает его хорошим дополнительным маркером границы (Skompski *et al.*, 1995; Пазухин, 2011).

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ, проект 15-05-00214.

- Журавлев А.И. Морфогенез конодонтов рода *Lochriea* Scott и определение границы визейского и серпуховского ярусов // Интегративная палеонтология: перспективы развития для геологических целей. Материалы LXIII сессии Палеонтологического общества при РАН (3–7 апреля 2017 г., Санкт-Петербург). СПб., 2017. С. 63–64.
- Пазухин В.Н. Поздневизейские и серпуховские конодонты Южного Урала // Геологический сборник ИГ Уфа РАН, 2011. № 9. С. 63–73.
- Richards B.C. Report of the Task Group to establish a GSSP close to the existing Viséan-Serpukhonian boundary // Newsletter on Carboniferous Stratigraphy. 2013. Vol. 30. Pp. 35–39.
- Skompski S., Alekseev A., Meischner D., Nemirovskaya T., Perret M.F., and Varker V.J. Conodont distribution across the Viséan/Namurian boundary. Courier Forschungsinstitut Senckenberg, 1995. Vol. 188. Pp. 177–209.

## **DOLOMITIZATION OF THE FRASNIAN LIMESTONES (KOIVA RIVER SECTION, MIDDLE URALS)**

**Artemiy L. Anfimov**

*Institute of Geology and Geochemistry, Ekaterinburg, Russia*

## **ДОЛОМИТИЗАЦИЯ НА ГРАНИЦЕ МЕЖДУ ИЗВЕСТНЯКАМИ НИЖНЕ-СРЕДНЕФРАНСКОГО И ВЕРХНЕФРАНСКОГО ПОДЪЯРУСОВ ФРАНСКОГО ЯРУСА ДЕВОНА В РАЗРЕЗЕ Р. КОЙВА СРЕДНЕГО УРАЛА**

**А.Л. Анфимов**

*Институт геологии и геохимии, Екатеринбург, Россия*

Описываемый разрез был изучен автором во время полевых работ 2013 года (Анфимов, Ворошилов, 2014). В мире и Европе хорошо известно Кельвасерское событие на границе известняков франского и фаменского ярусов девонской системы палеозоя (Вейрман, Корнеева, 2007). Это биотическое событие отмечено не только массовыми вымираниями морской фауны палеозоя, но и прослоями черных аргиллитов, фиксирующих это аноксидное событие (рис. 1). В разрезе на р. Койва отмечены две такие возрастные границы внутри карбонатных пород, установленные по микрофауне фораминифер (рис. 2, 3). Одна из таких границ установлена при описании Богатского Камня (Анфимов, Ворошилов, 2014). Другая одновозрастная граница – на правом берегу р. Койва напротив туристической базы Затерянный мир. На местности здесь развиты скальные коренные выходы известняков пятнистых за счет неравномерной доломитизации, обусловленной, вероятно, неравномерным прогревом известняков и деятельностью нагретых растворов, богатых ионами Mg и Fe (рис. 4). Такая же доломитизация наблюдается по всему разрезу на р. Койва. По сути эта доломитизация – одно из последствий уже упомянутого Кельвасерского события вблизи границы франского и фаменского веков. По комплексу раковин фораминифер все известняки отнесены автором к франскому ярусу (Анфимов, 2012).

Одной из причин Кельвасерского вымирания морской фауны, вероятно, послужило резкое понижение уровня моря: на западном склоне Урала это событие привело к формированию брахиоподовых ракушняков – барминских слоев (Артюшкова и др., 2011), на восточном склоне в разрезах на р. Реж эта граница выражена слабо и распознается только по смене комплексов фауны и проявлению гематитизации (вероятно, результата деятельности бактерий, окисляющих железо). В результате изменения физико-географических условий осадконакопления в начале фаменского века из разрезов исчезают многие зеленые и красные водоросли, некоторые цианобактерии, т. е. имеет место деградация в развитии альгофлоры (Анфимов, 2015). Многие представители палеозойской альгофлоры Урала описаны в монографии (Чувашов, Шуйский, 1988).

Анфимов А.Л. Этапы развития известковых водорослей девона на Урале // Литосфера. 2015. № 5. С. 57–68.

Анфимов А.Л. Биостратиграфия девонских карбонатных отложений Волго-Уральской области и Урала на основе фораминифер // Ежегодник-2011. Тр. ИГГ УРО РАН, 2012. Вып. 159. С. 3–7.

Анфимов А.Л., Ворошилов А.И. Неравномерность развития известковой альгофлоры в фране и позднефранский этап развития (разрез на левом берегу р. Койва у пос. Кусье-Александровский Пермского Края) // Ежегодник-2013. Тр. ИГГ УРО РАН, 2014. Вып. 161. С. 3–6.

Артюшкова О.В., Маслов В.А., Пазухин В.Н. и др. Типовые разрезы девона и нижнего карбона на западном склоне Южного Урала. Путеводитель полевой экскурсии перед международной конференцией «Биостратиграфия, палеогеография и события в девоне и раннем карбоне» (Уфа, Стерлитамак, Россия, 20–25 июля 2011). Уфа, 2011. 92 с.

Вейрман А.Б., Корнеева Г.А. Глобальные геологические события на рубеже франского и фаменского веков // Бюллетень МОИП. Отд. геол. 2007. Т. 82. Вып. 1. С. 48–68.

Чувашов Б.И., Шуйский В.П. Стратиграфические и фацциальные комплексы известковых водорослей палеозоя Урала. Известковые водоросли и строматолиты (систематика, биостратиграфия, фацциальный анализ). Новосибирск: Наука, 1988. С. 98–125.





Рис. 1. Черные прослойки кремневых аргиллитов вблизи подножия горы Шайтан-Камень

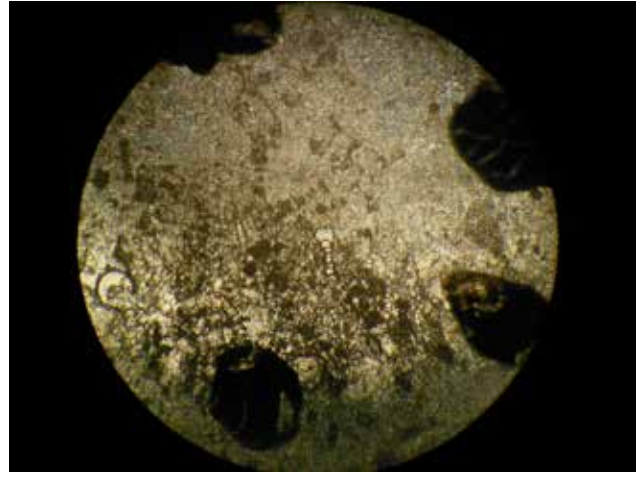


Рис. 2. Раковина фораминиферы *Eotournaella jubrae*, типичной только для известняков верхнефранского подъяруса



Рис. 3. Раковина фораминиферы *Frondilina sorogis*, встреченная в известняках того же верхнефранского возраста



Рис. 4. Пятнистая доломитизация известняков на правом берегу р. Койва. Известняк биоморфно-детритовый с округлыми желваками массивных строматопорат

# JUSTIFICATION OF THE UNIT BOUNDARIES BY ISOTOPE DATA IN THE GZHELIAN-SAKMARIAN CARBONATE MASSIF IN THE SUBPOLAR URALS

**Anna I. Antoshkina**

*Institute of Geology of Komi Sciences, Ural Branch of the RAS*

The Gzhelian–Sakmarian carbonate massif up to 330 m thickness from the Kozhym river in the western slope of the Subpolar Urals is an organic structure like a skeletal mound. In the Gzhelian of the skeletal mound, brachiopod coquinas up to 3 cm in thickness are composed by sharply unsorted shells and their fragments from 1 to 5.5 cm. The boundary of the Carboniferous and Permian is designated on an irregular-bedding limestone top of 65 cm in thickness. A lamination is marked by pyrite and microbial clots and characterizes sedimentation in semi isolated lagoon environments. The Asselian brachiopod fauna is very diverse and forms layers up to 50 cm and small banks of 20–60 cm of length with shells and their fragments. Foraminifers are most common in the Upper Asselian (Remizova, 2000). In the Sakmarian, brachiopod banks do not show a great diversity of species and sizes of shells (0.3–4 cm) compared to the Asselian. Carbon-oxygen isotopic data obtained from the least altered of the middle part of brachiopod shells allowed quite clearly to diagnose the boundaries of the Carboniferous-Permian as Asselian, Asselian and Sakmarian together with lithological indicators and dating by foraminifers, brachiopods (Figure). An analysis of the foraminifera permits an interval between 267–293 levels to be dated as Upper Asselian fusulinid Zone (*Sphaeroschwagerina sphaera*–*Globifusulina firma* Zone). Higher 295–303 levels correspond to Lower Sakmarian. Thus, a middle part and completely lower part of the Asselian Stage are partially absent in the skeletal mound. A similar situation is noted in the depression facies of the Kozhym River (Saldin, 2002). The results of brachiopod shells isotopic analysis from the skeletal mound show that the carbon isotope composition is characterized by higher values of  $\Delta^{13}\text{C}$ , 3.2...7.0‰ and  $\Delta^{18}\text{O}$  of 22.5...30.1‰ in brachiopod shells compared to normal marine carbonate (–2...2‰ and 28...30‰ accordingly). These data suggest that the samples studied did not show the isotope composition of brachiopods of normal marine conditions during various stages of the skeletal mound formation, suggesting unusual settings in which the brachiopods existed. Deviations greater than 1–2‰ in the isotopic composition of carbon and oxygen may be caused by changes in the carbon isotopic composition of atmospheric CO<sub>2</sub> during that time. The increased amount of heavy oxygen isotopes can be related both to a marine water regression-transgression and to aridization-humidization of the climate. The eustatic sea level drop on the Gzhelian–Asselian boundary caused by Gondwana glaciation, the Uralian stage of the Hercynian orogeny, and regional tectonic events resulted in the appearance of extensive erosional areas. This, in turn, led to a change in paleolandscapes, paleoecology, and increased continental washout.

Remizova, S.T. (2000). Lower Permian fusulinoids in the Kozhym River section (Subpolar Urals) // Pan-Arctic Palaeozoic Tectonics, Evolution of Basins and Faunas. Ichthyolith Issues Special Publication 6, Syktyvkar, Geoprint: 93–97.

Saldin, V.A. (2002). New data on geology of Lower Permian deposits in the Kozhym River, Subpolar Urals. In: Antoshkina, A.I. (ed.), *Lithogenesis and geochemistry of sedimentary formations of the Timan–Urals region*: Is. Institute of Geology Komi Science Centre RAN, 111: 11–33 [in Russian].

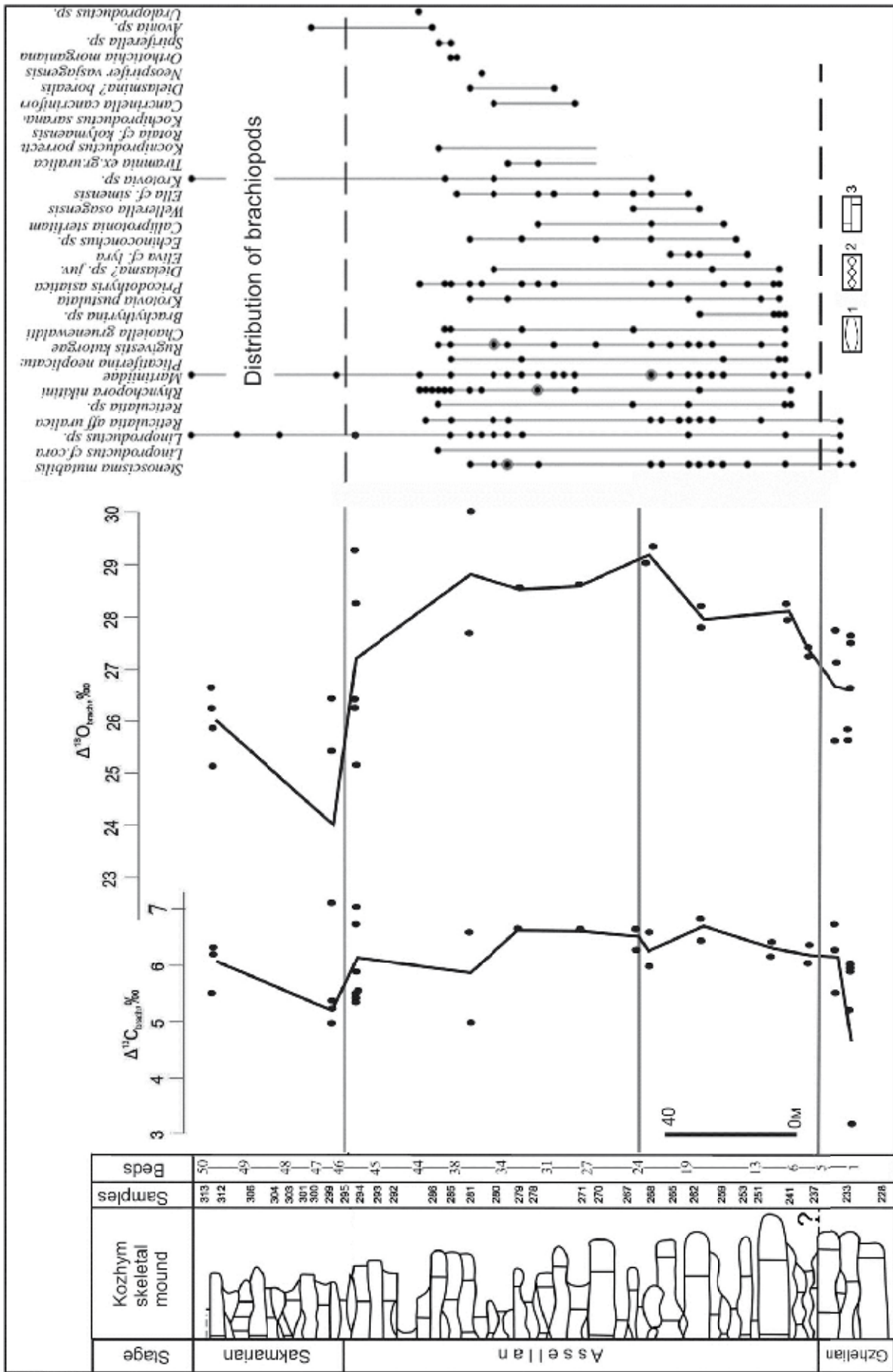


Figure. A relationship between an isotope and brachiopods data in the Kozhym skeletal mound of the Subpolar Urals. Key: 1—3 — limestones. 1 — massive bioclastic, 2 — cloddy mud-grained, 3 — biohermal.

## THE INDIAN HUMIDIZATION WITHIN MOSCOW SYNECLISE: EVIDENCE AND POSSIBLE CAUSES

**Mikhail P. Arefiev<sup>1, 3</sup>, Vladimir N. Kuleshov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> *Geological Institute of RAS, Moscow, Russia*

<sup>2</sup> *Kazan Federal University, Kazan, Russia*

<sup>3</sup> *Museum of Natural History of St. Alexius, Yaroslavl Region, Russia*

Geological, paleontological and isotope-geochemical data suggest that, against the background of global warming, the arid and semi-arid climate that existed in Perm, on the Moscow syncline in the Induan time (Early Triassic), changed and became more humid.

This can be evidenced by:

1. On the Permian-Triassic boundary, in the Induan, in the northern part of the Moscow syncline, a sharp activation of the Ural feeding province was noted. At this time, the thickness of the conglomerates at the base of the river incisions increases sharply, and an increase in the thickness and length of alluvial sand lenses takes place. The data indicate a maximum activation (peak energy) of the Ural rivers in the Induan, which could be a consequence of humidization.

2. In the Induan, most often there are neorachitiform labyrinthodont *Tupilakosaurus sp.* (Ivakhnenko *et al.*, 1997). Their universal distribution may indicate the widespread development in the Induan of permanent bodies of water suitable for habitation. Hydromorphic lycopsids *Pleuromeia rossica* and their spores (Yaroshenko, Lozovsky, 2004) widely distributed, which allows us to assume a periodically-intensive watering of their ecotopes, associated with seasonal humidization of the climate.

3. The values of  $\delta^{18}\text{O}$  in pedogenic carbonates of the Induan are on average lower in comparison with Permian carbonates.  $\delta^{18}\text{O}$  fluctuates mainly from 21.5 to 25 ‰, SMOW (the basin of the Vetluga river). This indicates the cessation of evaporation processes typical for the Permian time, and indicates a more stable hydrological and climatic regime. The distribution of the fluvial system of the Ural feeding province at the end of Perm correlated with a progressive decrease in  $\delta^{18}\text{O}$  values in continental carbonates. This is also interpreted as a consequence of regional humidization.

Specific features of variations in oxygen isotope composition of carbonate deposits in the marine sequences of China, Iran, Austria and Italy (Heydari *et al.*, 2001) indicate warming at the Permian-Triassic boundary. There is evidence of warming at the Permian and Triassic boundaries, obtained from the isotopic composition of oxygen of conodonts (Chen *et al.*, 2013; Sun *et al.*, 2012). The cause for the regional humidization of the climate of the Moscow syncline, which was in the middle latitudes at the beginning of the Triassic, could have been the Late Herzian orogenesis of the Ural mountain system and the seasonal increase in precipitation of the middle latitudes as a result of global warming.

This work was supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 16-05-00706-a).

Chen B., Joachimski M.M., Sun Y. *et al.* (2013) Permian ice volume and palaeoclimate history: oxygen isotope proxies revisited. // *Gondwana Research*, Vol. 24, pp. 77–89.

Heydari, E., Wade, W.J., Hassanzadeh, J. (2001). Diagenetic origin of carbon and oxygen isotope compositions of Permian–Triassic boundary strata. *Sediment. Geol.* 143, 191–197.

Ivakhnenko M.F., Golubev V.K., Gubin Yu.M. *et al.* (1997) Permian and Triassic tetrapods of Eastern Europe. *Tr. Paleontol. Inst. Russian Akad. Nauk*, Vol. 268, pp. 1–216 (in Russian).

Sun Y., Joachimski M.M., Wignall P.B. *et al.* (2012) Lethally hot temperatures during the Early Triassic greenhouse. // *Science*, Vol. 338, pp. 366–370.

Yaroshenko, O.P., Lozovsky, V.R. (2004). Palynological assemblages of continental Lower Triassic in Eastern Europe and their interregional correlation. Paper 1: Palynological assemblages of the Induan Stage. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 12: 275–285.



# THE TOURNAISIAN (EARLY CARBONIFEROUS) BRACHIOPODS FROM THE MOBAREK FORMATION, (SHOTORGARDAN SECTION, WEST OF DAMGHAN) EASTERN ALBORZ (NORTH IRAN)

Maryamnaz Bahrammanesh<sup>1</sup>, Hamzeh Rezaee<sup>2</sup>, Hossein Mossadegh<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Geological Survey of Iran, Assessment and Research Center, Ph.D. Paleontology and Stratigraphy

<sup>2</sup> MS.C. Paleontology and Stratigraphy from Kharazmi University, Iran-Tehran

<sup>3</sup> Ph.D. Paleontology, Kharazmi University, Iran-Tehran

Following detailed stratigraphic work on the Mississippian marlstone and bioclastic limestone of the Mobarak Formation of the Alborz Mountains in North Iran, twenty nine of the most important brachiopod taxa are here systematically described and illustrated. The ranges of the taxa are given along the Kuh-e-Shotorgardan stratigraphic section, located west of Damgham. The examined brachiopod species date the base of the Mobarak Formation to the Tournaisian. Brachiopod occurrence is instead scanty at its top.

The Brachiopods are as follows: *Leptagonia analoga* (Phillips, 1836), *Buxtonia* sp. ind., *Marginatia* sp. ind., *Marginatia vaughani* (Muir-Wood, 1928), *Tomiproductus* sp. ind., *Tomiproductus elegatulus* (Tolmatchoff, 1924), *Tomiproductus* cf. *vaughani* (Muir-Wood) *Schellwienella* sp., *Rhipidomella michelini* (Leveille, 1934), *Hemiplethorhynchus* aff. *H. crussus* Gaetani, 1968, *Septemirostellum?* aff. *S. tereticostu* Roberts, 1971, *Rossirhynchus adamantinus* Gaetani, 1968, *?Athyris* sp. ind., *Lamellosathyris lamellosa* (Leveille, 1934), *Cleiothyridina* sp. ind., *Cleiothyridina kusbassica* Beznosova in Sarytcheva, Sokolskaya, Beznosova and Maksimova, 1963; *Cleiothyridina* aff. *C. obmaxima* (McChesney, 1861), *Gerankalasiella* sp. ind., *Composita* sp. ind., *?Densalvus* sp. ind., *?Martinia* sp. ind., *Parallelora* sp. ind., *Unispirifer* spp. ind., *Unispirifer (Unispireifer)* aff. *U. striatoconvolutus* Benson and Dun in Benson, Dun and Brown, 1920, *?Atylephorus* sp. ind., *Tylothyris* aff. *T. transversa* Roberts, 1971, *Torynifer* sp. ind., *Syringothyris carteri* (Hall, 1857), *Cranaena* sp. ind.

The palaeobiogeographic affinity of the Tournaisian brachiopods from North Iran indicates a closer relationship to North America, Western Europe and the Russian Platform than to cold-water Australian faunas, confirming the affinity of the other biota of the Alborz Mountains. This can be explained by the occurrence of warm surface-current gyres widely distributing brachiopod larvae across the Paleo-Tethys Ocean, where North Iran as other peri-Gondwanan blocks acted as staging-posts.

Angiolini, L., Gaetani, M., Muttoni, G., Stephenson, M.H., & Zanchi, A., (2007). Tethyan oceanic currents and climate gradients 300 m.y. ago. *Geology*. 35 (12): 1071–1074.

Bahrammanesh, M. 2008. *Brachiopods from the Early Carboniferous of North Iran: Classification, Biostratigraphy and Paleobiogeography*. Ph.D. Thesis, Milan University.

Bahrammanesh, M., Angiolini, L., Antonelli, A. A., Aghababalou, B. & Gaetani, M. (2011). Tournaisian (Mississippian) brachiopods from the Mobarak Formation, North Iran. *GeoArabia*, Vol.16, № 3, pp. 129–192, Gulf Petro

## CHANGES IN MIDDLE AND LATE PERMIAN RAY-FINNED FISH FAUNAS OF EUROPEAN RUSSIA – CAUSES, SIGNIFICANCE, GLOBAL CORRELATION

**Alexandr S. Bakaev**

*Kazan Federal University, Kazan, Russia*

## ИЗМЕНЕНИЯ В СРЕДНЕ- И ВЕРХНЕПЕРМСКИХ ФАУНАХ ЛУЧЕПЕРЫХ РЫБ ВОСТОЧНОЙ ЕВРОПЫ: ПРИЧИНЫ, СЛЕДСТВИЯ, ГЛОБАЛЬНАЯ КОРРЕЛЯЦИЯ

**А.С. Бакаев**

*Казанский федеральный университет, Казань, Россия*

На данный момент широко используется схема зонального расчленения, предложенная А.В. и М.Г. Миних (2009). Однако впервые подобную схему предложили Д.Н. Есин и Н.Л. Машин (1998). До недавнего времени эти схемы представляли альтернативные варианты зонального расчленения. Однако эти схемы имеют и принципиальное сходство – в обоих случаях выделяются два очень больших этапа развития фауны: с индексами родами *Platysomus* и *Toyemia*. Распространение данных таксонов охватывает среднюю и верхнюю пермь соответственно. Так, А.В. и М.Г. Миних проводили границу в основании северодвинского яруса, а Д.Н. Есин – примерно в середине верхнесеверодвинского подъяруса.

Изучение собственных сборов из средне- и верхнепермских отложений Восточной Европы позволило провести синтез существующих зональных схем и уточнить границы зон.

Суперзона *Platysomus* характеризует нижнюю пермь, казанский и уржумский ярусы, а также нижнюю половину северодвинского яруса.

Суперзона *Toyemia* характеризует верхнюю часть северодвинского яруса. Нижняя граница проводится примерно в средней части стрельненской пачки на реке Сухоне, то есть там, где ее проводил Д.Н. Есин. Индекс роды *Platysomus* и *Toyemia* никогда не встречаются в местонахождениях совместно.

Северодвинская смена ихтиофаунистических группировок примерно совпадает по времени с крупными переменами в комплексах других элементов биоты. Интересно то, что в конце раннесухонского времени водный блок тетрапод перестроился и приобрел «позднепермский» облик: появились хронизухиды, двинозавры, микрофоны. Наземный комплекс тетрапод изменился одновременно с комплексами лучеперых рыб (Голубев и др., 2015). Сообщества рыб почти не претерпели изменений с уржумского времени. Практически совпадает по времени крупнейшая перестройка сообществ двустворчатых моллюсков (Силантьев, 2015). Чуть раньше (в начале северодвинского времени) произошли значительные перестройки в фауне остракод (Molostovskaya, 2005). Примерно в это же время происходят важнейшие перестройки во флористических сообществах (Есаулова, 1998). Правда, основные перемены в сообществах насекомых произошли несколько позже, в ранневятское время (Aristov, 2013). Таким образом, мы можем говорить о северодвинском восточноевропейском биотическом кризисе. Есть две гипотезы, объясняющие смену состава ихтиокомплексов. Первая гипотеза: смена характера водоемов – замыкание их в бессточные мелкие, изолированные и, возможно, периодически пересыхающие озера. Вторая гипотеза: внутрибиоценотические перестройки и разрушение коадаптивных пар «хищника и жертвы». В пользу первой гипотезы говорит то, что после кризиса очень широко распространяются *Toyemia* – засадные хищники и, по мнению автора, предки современных *Polypterus*. Из нижнего и среднего триаса известны еще два близких к *Toyemia* рода, вероятно, являющиеся его потомками: *Evenkia* и *Oshia* (Sytchevskaya, 1999). Данные по строению скелетов *Evenkia* и *Oshia* указывают, что они не были прямыми предками *Polypterus*, но формировали близкородственную ветвь (Sytchevskaya, 1999). Вероятно, *Toyemia*, *Evenkia* и *Oshia* могли дышать атмосфер-

ным кислородом (как и *Polypterus*) и были преадаптированы к эвтрофикации водоемов. В пользу второй гипотезы говорит значительно изменившаяся трофическая структура водоема – среди рыб вымерли (или стали очень малочисленными) практически все склерофаги, бентосклерофаги и планктофаги.

Наибольшее сходство средне- и позднепермской ихтиофаун Восточной Европы наблюдается между западноевропейским цехштейном и казанскими прибрежно-морскими отложениями Восточно-Европейской платформы (Aldinger, 1937). Есть и несколько общих видов: *Acrolpholis stensioei*, *Palaeoniscum freieslebeni*, *Acrolepis sedgwicki*, *Boreolepis jenseni*, *Muensterichthis buergeri* (?), и общих родов: *Elonichthys*, *Pygopterus*, *Platysomus* (Есин, 1995). Кроме того, нами в литературе (Schaumberg, 1996) встречены фото образцов, которые можно определить как *Kazanichthys* (Schaumberg, 1996, рис. 22a,b) и *Palaeostrugia* (Schaumberg, 1996, рис. 23). В уржумское и раннесеверодвинское время эндемизм постепенно нарастает по мере смены прибрежно-морских обстановок континентальными и, к концу уржума достигая более 70 %; появляются два эндемичных отряда – *Discordichthyiformes* и *Eurynotoidiformes*. Однако продолжают оставаться общие роды *Platysomus*, *Elonichthys*, *Acrolpholis* и появляются два рода (*Uranichthys* и *Strelnya*), очень близкие к *Palaeoniscum* и *Reticulolepis*. Переломный момент наступает во второй половине северодвинского яруса, при котором *Platysomus*, *Elonichthys*, *Uranichthys* полностью вымирают. В вятское время вновь появляется еще один общий род – *Boreolepis*. Однако в тойемиевом суперихтиокомплексе *Strelnya*, *Boreolepis*, *Acrolpholis* очень малочисленны и не играют значимой роли. До недавнего времени считалось, что на границе перми и триаса на Восточно-Европейской платформе существует большой стратиграфический перерыв, охватывающий значительную часть вучапинского и весь чансинский ярус Международной стратиграфической шкалы, а цехштейн, полностью входящий в вучапинский ярус, частично соответствует только самой верхней части вятского яруса. Из вышесказанного следует, что корреляция по ихтиофауне Восточноевропейских отложений и цехштейна не точна и даже такие крупные биоценотические перестройки, как северодвинский экологический кризис, не прослеживаются в других биогеографических провинциях.

Проблематична корреляция с Гондванской ихтиофауной. Большинство гондванских таксонов являются «генерализованными» палеонисками, имеют достаточно много плезиоморфных черт и происходят от гондванских каменноугольных актиноптеригий. Изучение литературных данных привело к выводу о том, что в позднем карбоне связи пресноводных ихтиофаун Северного и Южного полушарий нарушились, и с того момента эволюция ихтиофауны в этих регионах протекала относительно независимо. Есть только два рода, обнаруженных в средне-верхнепермских отложениях как Гондваны, так и в Лавразии – *Atherstonia* и *Elonichthys*. Вид *Elonichthys whaitsi* описан из поздней перми Южной Африки (Broom, 1913). Вид *Acrolepis adamsi*, описанный из средней перми Южной Африки (Broom, 1913), помещен в род *Acrolepis* ошибочно и, вероятно, принадлежит к роду *Elonichthys* (Gardiner, 1962). Род *Elonichthys* имеет очень широкое стратиграфическое распространение (с карбона, возможно, по триас). Его предок мог проникнуть в Южное полушарие и эволюционировать в изоляции от других таксонов рода (т. е. образовывать дизруптивный ареал). В род *Atherstonia* входят семь видов из поздней перми и раннего триаса Южной Африки, Австралии, Мадагаскара, России (Хабаков, 1928; Broom, 1913; Woodward, 1893, 1899, 1902; Takai, 1976). При этом восточноевропейская *Atherstonia razumovsky* (уржумский ярус) является наиболее ранним видом рода. Мы видим две возможных причины подобной избирательности. Либо представители рода проникли из Северного полушария (где род и возник) через морские пространства (*Atherstonia madagascariensis* известна из раннетриасовых морских отложений Мадагаскара, что косвенно свидетельствует в пользу этого предположения). Либо род сформировался в позднем карбоне, но не попал в геологическую летопись из-за малочисленности, а впоследствии так же, как и *Elonichthys whaitsi*, образовал дизруптивный ареал.

В средне- и позднепермских фаунах Китая (Lu, Chen, 2010; Poplin et al., 1991) и Казахстана (Казанцева-Селезнева, 1981) сходных с Восточноевропейской платформой таксонов видового и родового ранга нет.

# FIRST TOURNAISIAN (LOWER CARBONIFEROUS) CONODONTS FROM THE NEW SIBERIAN ISLANDS (RUSSIAN ARCTIC) AND THEIR BIOGEOGRAPHICAL SIGNIFICANCE

**Valeryi V. Baranov**

*Institute of Diamond and Precious Metals Geology, Yakutsk Research Center, Siberian Division, Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia*

To the present time, conodonts from the Tournaisian (Lower Carboniferous) deposits of the New Siberian Islands have not been known. Earlier, we described several species of conodonts from the Famennian deposits of the Belkovsky Island (Baranov *et al.*, 2016). From the limestones of the south-west Kotelny Island together with the Early Tournaisian brachiopods *Unispirifer tornacensis* (Koninck) (samples 25-v14-49/1 and 25-v14-49/2, collection by V. Yershova, 2014), we identified the conodonts *Bispathodus aculeatus aculeatus* (Branson & Mehl, 1974), *Clydagnathus unicornis* (Rhodes, Austin and Druce, 1969), *Ctenognathus* sp., *Fungulodus* sp., *Hindeodella* sp., *Ligonodina* sp., ? *Lochriea* sp. (1941), *Lonchonodina* sp., *Mitrellataxis* cf. *coronella* (Chauff & Price, 1980), *Neoprioniodus scitulus* (Branson and Mehl, 1940), *N.* sp., *Ozarkodina* sp. (1957), and *Spathognathodus* sp.

*Bispathodus aculeatus aculeatus* occurs in the Upper Devonian, Famennian–Lower Carboniferous, Tournaisian, Middle expansa – crenulatus Zones. *Clydagnathus unicornis* is found in the Lower Carboniferous, Tournaisian, Lower crenulatus–Lower typicus Zones, Poland; Tournaisian–Visean, texanus–muricatus Zones, south of Central Iran; Pennsylvanian, Gnathodus bilineatus–Declinognathodus inaequalis Zone, Hina Limestone, and Southwest Japan. The representatives of *Fungulodus* sp. appear in the Famennian of the Omolon Massif (Gagiev, 1979) and disappear in the Middle Tournaisian of north-western India (Chauff, Price, 1980). *Mitrellataxis* cf. *coronella* appears in the Upper Devonian of North America, and is known to be found in the Lipak Formation (Middle Tournaisian) of north-western India. *Neoprioniodus scitulus* appears in the Lower Carboniferous (Chester) of North America. *Ozarkodina compressa* was described from the Lower Carboniferous (Chester), Golconda, Glen Dean, Menard, and Kinkaid Formations of Illinois, Indiana, and Kentucky (U.S.A).

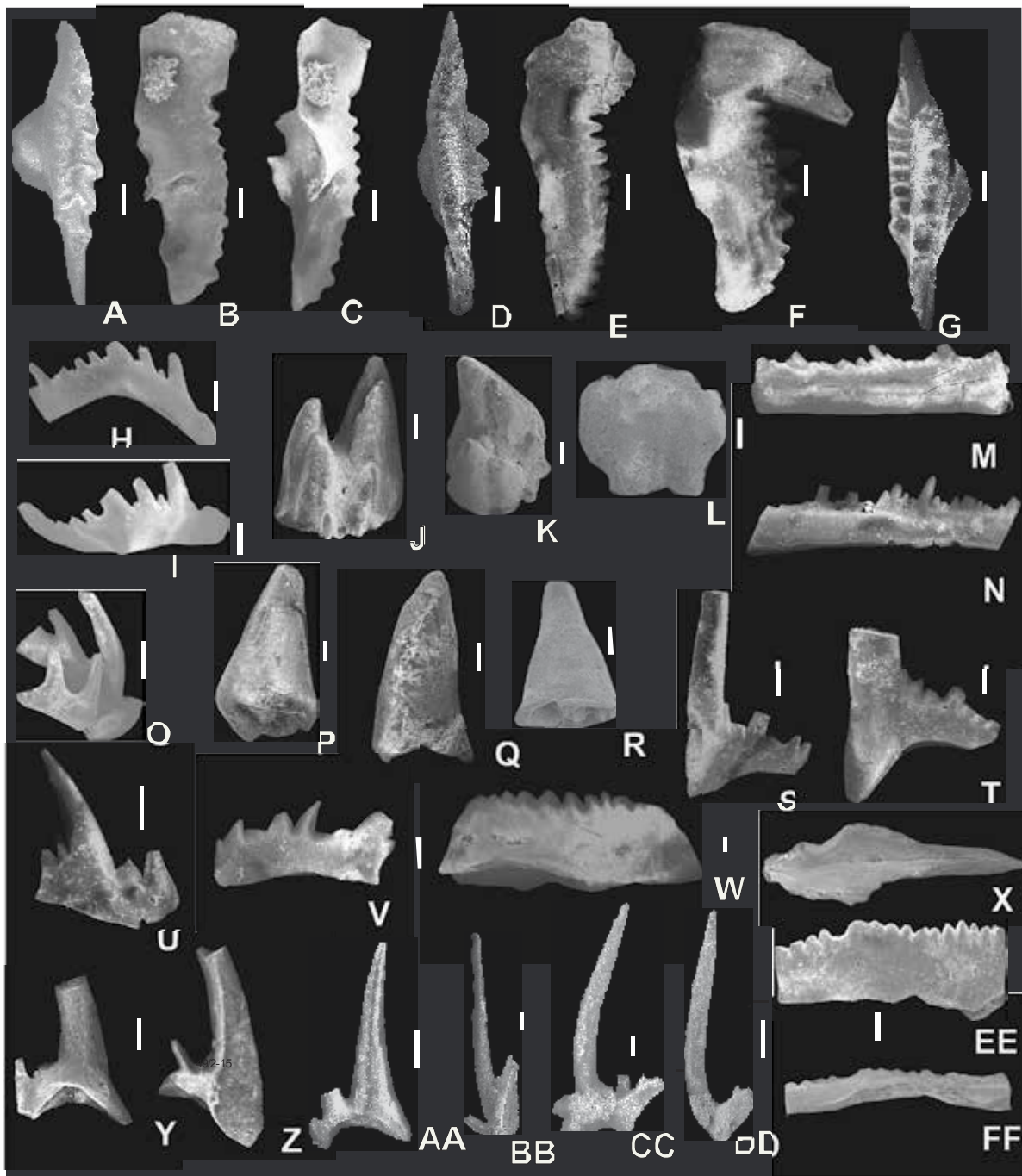
*The work was performed under the plan NIR IGABM RAS and was partly supported by the Russian Fund of Basic Researches (Grant 15-45-05024) and the Second Yakut complex expedition.*

Baranov V.V., Sokiran E.V. & Blodgett R.B. (2016): Late Devonian (Famennian) brachiopods, conodonts, biogeography and sedimentary geology of Bel'kovsky Island (Russian Arctic)–Record 5. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin, 74: 13–24.

Chauff K.M. and Price R.C. (1980): *Mitrellataxis*, a new multielement genus of Late Devonian conodont. *Micropaleontology*, 26: 177–188.

Gagiev, M.Kh. (1979). Conodonts from the Devonian/Carboniferous boundary deposits of the Omolon Massif. In: Field Excursion Guidebook for Tour Y, Biostratigraphy and Fauna of Devonian-Carboniferous Boundary Deposits. Pacific Science Congress, 14th Khabarovsk, USSR, August 1979, Supplement 2, 3–104.





**Figure 1.** *Bispathodus aculeatus aculeatus* (Branson & Mehl), **A–E** – Pa elements: **A–C** – upper, lateral and lower views, **D–E** – Pa element, upper and lateral views. *Clydagnathus unicornis* Rhodes, Austin & Druce), **H, I** – *Ctenognathus* sp., lateral views. **J–L** – Pa elements: *Fungulodus* sp., lateral views. **M, N** – *Hindiodella* sp., lateral views. **O** – *Ligonodina* sp., lateral view. **P–R** – *Mitrellataxis* cf. *coronella* Chauff & Price, lateral views. **S, T** – *Neopriniodus scitulus* (Branson and Mehl, 1940), lateral views. **U, V** – *Ozarkodina* sp., lateral views. **W, X** – ? *Lochriea* sp., lateral and lower views. **Y–AA** – *Neopriniodus* ? ssp., lateral and lower views. **BB–DD** – *Lonchodina* sp., lower views. **EE–FF** – *Spathognathodus* sp., lateral and lower views; south-west Kotelnyi Island, Russian Arctic, Lower Carboniferous, Lower Tournaisian; the length of a rule mark is 100 microns.

# GEOLOGICAL-GEOPHYSICAL MODEL OF THE STRUCTURE OF THE PRE-JURASSIC BASE OF CENTRAL PART OF THE WEST SIBERIAN PLATE

*Elena V. Belova, Sufiya F. Kulagina, Galina A. Chernova, Adelina V. Tugareva*

*V.I. Shpilman Research and Analytical Centre for the Rational Use of the Subsoil, Tyumen, Russia*

# ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ СТРОЕНИЯ ДОЮРСКОГО ОСНОВАНИЯ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ

*Е.В. Белова, С.Ф. Кулагина, Г.А. Чернова, А.В. Тугарева*

*АУ НАЦ РН им. В.И. Шпильмана, Тюмень, Россия*

В работе рассматривается геологическое строение доюрского основания центральной части Западно-Сибирской плиты (ЗСП) (территория ХМАО-Югры) вдоль субширотного регионального сейсмического профиля (рис.). Фундамент ЗСП представляет собой сегмент земной коры, сложенный осадочными, метаморфическими и магматическими формациями докембрия, палеозоя и эффузивно-осадочными толщами нижне-го-среднего триаса, которые с угловым и стратиграфическим несогласием перекрыты осадочными толщами мезозоя и кайнозоя (Бочкарев и др., 2003; Сурков и др., 1981; Иванов, 2014). Предложенная модель строения доюрского разреза вдоль профиля 13 основана на комплексном сейсмофациальном анализе волнового поля, которое отражает прежде всего степень дислоцированности пород. Вещественный состав практически не находит отображения в сейсмической волновой картине, его можно лишь предположить по сопоставлению с результатами интерпретации данных гравиметрической, магнитометрической съемок и схемой геологического строения пород фундамента, построенной с учетом данных глубокого бурения. Наиболее выразительными являются параллельнослоистые сейсмофации, характерные для триасовых грабенов. Как правило, для палеозойского сейсмокомплекса характерно отсутствие протяженных отражающих горизонтов, их амплитуды преимущественно слабые и изменчивые. Фундамент характеризуется блоковым строением, большим количеством разломов.

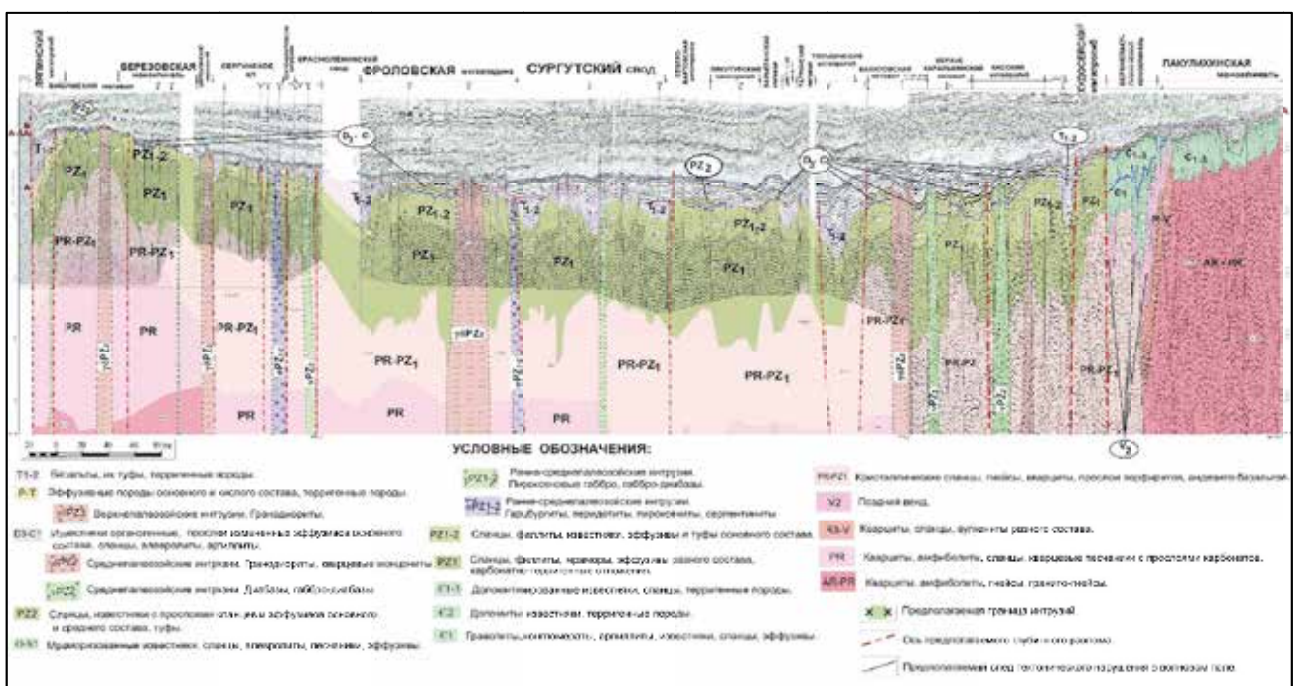


Рис. Геолого-геофизическая модель строения доюрского комплекса вдоль регионального профиля 13. Составили Е.В. Белова, С.Ф. Кулагина, Г.А. Чернова, А.В. Тугарева

Кроме того, отмечаются многочисленные интрузии от ультраосновного до кислого состава. В соответствии со структурно-тектонической картой фундамента ЗСП (2016), профиль пересекает с запада на восток 4 тектонических мегакомплекса, каждый из которых имеет сложное строение и в разной степени разбит структурами раннемезозойской рифтовой системы – грабенами, прогибами. Уральский, Ханты-Мансийский и Центрально-Западно-Сибирский блоки представлены структурами герцинской складчатости с выступами древних массивов, самый восточный блок – Енисей-Туруханский – байкалидами. Согласно геологической карте доюрских отложений Западной Сибири (Смирнов Л.В. и др., 2016), в пределах более молодых блоков (герцинских) под осадочным чехлом вскрываются отложения нижнего, среднего, частично верхнего палеозоя и триаса. Нижне-, среднепалеозойские отложения представлены преимущественно терригенными, сланцевыми образованиями, реже карбонатными, с прослоями эффузивов и их туфов. Нерасчлененные отложения верхнего девона-нижнего карбона, сложенные сланцами, эффузивами, туфами, нередко осложненные интрузиями, заполняют небольшие впадины на склонах палеоподнятий. В западной части профиль пересекает Ляпинский мегапрогиб, заполненный базальтами и терригенными породами триаса и пермо-триаса. Отложения триаса также выполняют восточный склон Сергинского куполовидного поднятия и Южно-Бобровский мегапрогиб, заполняя неглубокие депрессии в расчлененном палеозойском фундаменте. В пределах самого западного Уральского блока отложения нижнего, среднего, частично верхнего палеозоя и триаса вскрываются в пределах узких блоков, вытянутых субпараллельно Уральским горам. Ханты-Мансийский блок профиль пересекает в северной части Красноленинского свода. Здесь наблюдается глубокая грабенообразная впадина (Рогожниковская), заполненная эффузивно-терригенными породами перми и триаса. Центрально-Западно-Сибирский блок охватывает ряд крупных положительных и отрицательных структурных элементов. Здесь отложения триаса имеют значительное распространение по площади и по мощности, вскрываются многочисленными скважинами. Возраст отложений подтверждается радиологическими и палинологическими датировками. Скв. 27 Лекосская расположена в переходной зоне и, по мнению ряда исследователей, под толщей триаса вскрыла осадочный палеозой – отложения ранней перми и позднего ордовика, охарактеризованные микро- и макрофауной. Самый восточный Енисей-Туруханский блок представлен группой впадин и прогибов, выполненных древними, слабодислоцированными породами кембрия, венда и рифея (байкалидами), залегающими на более древнем, сильно дислоцированном, архей-протерозойском основании.

Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Дещеня Н.П. Палеозой и триас Западной Сибири // Геология и геофизика, 2003. Т. 44. С. 120–143.

Сурков В.С., Жеро О.Г. Фундамент и развитие платформенного чехла Западно-Сибирской плиты. М., 1981.

Иванов К.С., Конторович В.А., Пучков В.Н., Федоров Ю.Н., Ерохин Ю.В. Тектоника Урала и фундамента Западной Сибири: основные черты геологического строения и развития // Региональная геология. 2014. № 29. С. 22–35.

## FOSSIL BIOTA AND SEDIMENTARY ENVIRONMENT OF THE UPPER FRASNIAN – FAMENNIAN DEPOSITS OF NORTH TIMAN

**Pavel A. Beznosov<sup>1</sup>, Sergey M. Snigirevsky<sup>2</sup>, Sergey V. Naugolnykh<sup>3,4</sup>, Ervīns V. Lukševičs<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Geology, Komi SC, UB of RAS, Syktyvkar, Russia*

<sup>2</sup>*Saint-Petersburg State University, Saint-Petersburg, Russia*

<sup>3</sup>*Geological Institute of RAS, Moscow, Russia*

<sup>4</sup>*Kazan Federal University, Kazan, Russia*

<sup>5</sup>*University of Latvia, Riga, Latvia*

## ИСКОПАЕМАЯ БИОТА И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВЕРХНЕФРАНСКИХ–ФАМЕНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРНОГО ТИМАНА

**П.А. Безносков<sup>1</sup>, С.М. Снугиревский<sup>2</sup>, С.В. Наугольных<sup>3,4</sup>, Э.В. Лукшевич<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>*Институт геологии Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар, Россия*

<sup>2</sup>*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия*

<sup>3</sup>*Геологический институт РАН, Москва, Россия*

<sup>4</sup>*Казанский федеральный университет, Казань, Россия*

<sup>5</sup>*Латвийский университет, Рига, Латвия*

Верхнедевонские разрезы Северного Тимана в связи с их труднодоступностью до сих пор остаются слабо изученными. В результате ряда полевых выездов последних лет было проведено комплексное исследование верхнефранских (устьбезмошицкая и каменная свиты) и фаменских (покаямская свита) отложений, развитых в южной части западного склона Северного Тимана, а также собран новый богатый палеонтологический материал.

Исследованный интервал разреза характеризуется преобладанием континентальных обстановок, о чем свидетельствуют многочисленные палеопочвенные профили, корневые системы растений, сохранившиеся *in situ*, трещины усыхания на поверхностях напластования, а также целый ряд погребенных русловых и старичных врезов древних водотоков. Периодически континентальные условия сменялись обстановками мелководной сублиторали, на что указывают редкие остатки морских беспозвоночных, комплексы ихнофоссилий, породы со знаками волновой ряби, признаками приливно-отливных течений и пр.

Согласно большинству современных палеогеографических реконструкций, область Северного Тимана в позднедевонскую эпоху располагалась на северо-восточной оконечности Лавразии. Центральную часть этого палеоконтинента занимал Каледонский складчатый пояс – обширная область денудации, снос с которой в восточном направлении (в современной ориентировке) происходил в сторону Тимано-Печорского осадочного бассейна. Учитывая наряду с этим почти исключительно терригенный состав и значительную мощность (до 800 м, согласно Л.С. Коссовому (1966)) исследованной толщи, можно предположить, что на данной территории на протяжении большей части позднего девона доминировали обстановки широкой приливной речной дельты, а не лагуны, как считалось ранее большинством предшественников (Оловянишников, 2004).

На островках суши, разбросанных между рукавами северотиманской дельты, во франском веке произрастала обильная растительность, представленная археоптерисовыми (доминантами растительных сообществ), проптеридофитами, плауновидными, членисто-стебельными, риниофитами и целым рядом родов неясного систематического положения (много новых и эндемичных форм). В фаменском веке при сохранившихся палеогеографических обстановках изменяется характер растительности: доминировали кустарниковые сообщества ракофитонов (*Rhacophyton*) из проптеридофитов, меньшее значение имели археоптерисовые; на упавших в воду отмерших частях растений поселялись сапрофитные водоросли *Caudophyton*, известные также и из франских разрезов. По берегам русел и стариц, как и во фране, формировались мощные корневые системы пока что не уста-

новленных растений; осадки предыдущих стадий развития дельты подвергались активной переработке корнями.

Палеопочвы, встреченные на разных уровнях разреза, принадлежат двум основным типам. Первый, характеризующийся присутствием ризоконкреций и редких карбонатных педонодулей, представлен умеренно гидроморфными палеопочвами, подвергавшимися периодическому осушению; второй – экстремально гидроморфными, оглеенными, с большим количеством тонких, многократно ветвящихся корневых систем растений. Скорее всего, оба типа палеопочвенных профилей образовывали единую катениальную систему, в которой нижнее звено было представлено экстремально гидроморфными профилями, а верхнее звено – умеренно гидроморфными, сезонно промывными профилями. Долговременные колебания уровня воды, а также изменение профиля речной долины могли приводить к закономерной миграции звеньев катены в ту или иную сторону. Доминирующим элементом ландшафта, очевидно, и в первом, и во втором случае были прогимноспермы (археоптеридофиты), одновременно служившие и эдификаторами растительных сообществ. При этом, очевидно, в нижней части катены произрастали и многочисленные травянистые и/или кустарниковые гидрофильные растения (*Rhacophyton*).

Водные экосистемы, как прибрежно-морские, так и речные (включая пойменные водоемы), были широко заселены позвоночными. В подавляющем большинстве их сообществ ядро было образовано парой *Holoptychius–Bothriolepis*, первый из которых являлся хищником, а второй – его жертвой. В захоронениях также обычно достаточно обильны остатки различных двоякодышащих рыб и других лопастеперых, акантод, редких лучеперых, а также ряда других представителей пластинокожих, помимо ботриолепид. Для франских сообществ весьма характерны псаммоидеиды, а в фаменских недавно отмечено присутствие хорошо сохранившихся остатков примитивных тетрапод.

Таким образом, на Северном Тимане на протяжении нескольких миллионов лет сохранялся единый набор достаточно разнообразных биотопических условий, что благоприятствовало распространению и развитию здесь богатых растительных сообществ. В позднем девоне на берегах рукавов и стариц северотиманской дельты возникли одни из древнейших на планете лесов. Их полог создавал защиту от излишней инсоляции, опад давал укрытие, а интенсивная продукция фитомассы обеспечивала кормовой базой уже освоивших наземную среду членистоногих. Сочетание таких условий с наличием потенциальных пищевых объектов могло служить предпосылкой для выхода позвоночных на сушу (Retallack, 2011). Позднедевонская дельта Северного Тимана полностью отвечала этим требованиям. С учетом недавних находок здесь остатков ранних тетрапод она может рассматриваться в качестве одного из вероятных центров их террестриализации.

Коссовой Л.С. Геологическое строение Северного Тимана (стратиграфия, магматизм, тектоника и литологическая характеристика осадочных пород палеозоя). Стратиграфия. Л., 1966. Т. I. 795 с. (неопубликованный отчет)

Оловянишников В.Г. Геологическое развитие полуострова Канин и Северного Тимана. Сыктывкар, 2004. 80 с.

Retallack G.J. Woodland Hypothesis for Devonian Tetrapod Evolution // The Journal of Geology. 2011. № 119. P. 235–258.

# CORRELATION OF THE MIDDLE AND UPPER PERMIAN OF NORTHEAST ASIA AND THE INTERNATIONAL STRATIGRAPHIC SCALE (NEW DATA ON U-PB DATING, ISOTOPES OF Sr AND $\delta^{13}\text{C}_{\text{ORG}}$ )

**Alexander S. Biakov<sup>1, 2</sup>, Vladimir I. Davydov<sup>1, 2, 3</sup>, Mark Schmitz<sup>3</sup>, Micha Horacek<sup>4, 5</sup>, David Bond<sup>6</sup>, Ivan Savov<sup>7</sup>, Igor L. Vedernikov<sup>1</sup>, Tatiana V. Filimonova<sup>8</sup>, Inessa V. Bryn'ko<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute n.a. N.A. Shilo, FEB RAS, Magadan, Russia

<sup>2</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia

<sup>3</sup>Boise State University, Boise, USA

<sup>4</sup>BLT Wieselburg Research Center Francisco-Josephinum, Wieselburg, Austria

<sup>5</sup>University of Vienna, Vienna, Austria

<sup>6</sup>University of Hall, Hall, United Kingdom

<sup>7</sup>University of Leeds, Leeds, United Kingdom

<sup>8</sup>Geological Institute of the RAS, Moscow, Russia

# КОРРЕЛЯЦИЯ СРЕДНЕЙ И ВЕРХНЕЙ ПЕРМИ СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ И МЕЖДУНАРОДНОЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ (НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО U-PB ДАТИРОВАНИЮ, ИЗОТОПИИ Sr И $\Delta^{13}\text{C}_{\text{ORG}}$ )

**А.С. Бяков<sup>1, 2</sup>, В.И. Давыдов<sup>1, 2, 3</sup>, М. Шмитц<sup>3</sup>, М. Хорачек<sup>4, 5</sup>, Д. Бонд<sup>6</sup>, И. Савов<sup>7</sup>, И.Л. Ведерников<sup>1</sup>, Т.В. Филимонова<sup>8</sup>, И.В. Брынько<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН, Магадан, Россия

<sup>2</sup>Казанский федеральный университет, Казань, Россия

<sup>3</sup>Университет Бойсе, Бойсе, США

<sup>4</sup>Виссельбургский исследовательский центр Франциско-Жозефинума, Виссельбург, Австрия

<sup>5</sup>Университет Вены, Вена, Австрия

<sup>6</sup>Университет Халла, Халл, Великобритания

<sup>7</sup>Университет Лидса, Лидс, Великобритания

<sup>8</sup>Геологический институт РАН, Москва, Россия

Корреляция средне- и верхнепермских отложений Северо-Востока Азии с ярусами Международной стратиграфической шкалы (МСШ) пермской системы является одной из наиболее трудноразрешимых проблем стратиграфии региона. В последнее время в связи с широким использованием нами методов прецизионного U-Pb CA-IDTIMS и SHRIMP-II датирования цирконов из синхронных осадконакоплению туфов и исследованием трендов  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  и  $\delta^{13}\text{C}_{\text{Org}}$  глинистых пород эта проблема постепенно начинает решаться (Davydov et al., 2016; Бяков и др., 2017а, б).

Одними из наиболее перспективных разрезов, где довольно часто встречаются синхронные осадконакоплению туфы и имеются непрерывные хорошо обнаженные последовательности средне-верхнепермских отложений, являются задуговые бассейны Охотско-Тайгоносской вулканической дуги: Охотский, Аян-Юряхский и Балыгычанский. Эти разрезы ранее были изучены нами (Бяков, 2004, 2007) и достаточно хорошо охарактеризованы ископаемой фауной, преимущественно иноцерамоподобными двустворчатыми моллюсками; часть из них является стратотипическими для установленной зональной последовательности двустворчатых моллюсков, являющейся составной частью региональной стратиграфической шкалы и основанной на эволюционном развитии представителей двух родов иноцерамоподобных двустворок – *Maitaia* и *Intomodesma* (Бяков, 2010). Поэтому датирование, калибровка и корреляция выделенных бивальвиевых зон имеет большое значение для решения проблемы корреляции средне- и верхнепермских отложений.

Недавно нами методом CA-IDTIMS в Университете Бойсе (США) получен ряд важных датировок из гижигинского регионального горизонта Северо-Востока России, подтверждающих его кепитенский возраст, предполагавшийся ранее (Ganelin, Biakov, 2006) с учетом



совместного нахождения в Восточном Забайкалье характерных высокобореальных брахиопод *Canocrinelloides obrutschewi* (Licharew), двустворок *Maitaia bella* Biakov и тетических аммоноидей рода *Timorites* (Окунева, Захаров, 1992), а в Корякском нагорье – тех же брахиопод и фузулинид рода *Yabeina* (Котляр, 1984).

SHRIMP-II методом в ЦИИ ВСЕГЕИ, С.-Петербург были получены две важные датировки изотопного возраста для нижней (бивальвиевая зона *Maitaia tenkensis*) и верхней частей хивачского регионального горизонта (бивальвиевая зона *Intomodesma costatum*) верхней перми Северо-Востока Азии, составившие, соответственно  $257.1 \pm 3.0$  млн лет (нижняя часть вучапинского яруса МСШ) и  $255 \pm 2.0$  млн лет (верхи вучапинского яруса МСШ) – Бяков и др., 2017а; 2018, в печати. Параллельно в Университете Бойсе получена датировка цирконов СА-IDTIMS методом из прослоя бентонита из нижней части хивачского регионального горизонта ( $258.14 \pm 0.2$  млн лет), подтвердившая датировку, сделанную SHRIMP-II методом.

Исходя из распределения остатков фауны в изученных разрезах стратиграфического положения датированных образцов, а также в результате анализа недавно полученной непрерывной записи значений  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  в глинистых породах перми и триаса Балыгычанского бассейна (Бяков и др., 2017б) и ее корреляции с аналогичными записями ряда разрезов мира, можно с большой уверенностью предполагать следующее.

Большая часть зоны *Intomodesma costatum* (подзоны *Maitaia hurenensis*, *Intomodesma evenicum* и *I. costatum*) отвечает верхней части вучапинского яруса, а чансинскому ярусу на Северо-Востоке Азии соответствует лишь самая верхняя часть зоны *Intomodesma costatum* в объеме подзоны *I. postevenicum* и часть отоцерасовых слоев в объеме зоны *Otoceras concavum*.

Изучение соотношения  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ , выполненные в Университете Лидса преимущественно из раковин брахиопод-спириферид хорошей сохранности в 17 образцах из двух стратотипических разрезов Омолонского бассейна (руч. Водопадный и р. Русская Омолонская), также в целом подтверждает предложенную корреляцию региональных стратонав с МСШ.

Изученные образцы охватывают верхи вордского – низы чансинского (как предполагалось) интервала. В целом полученная  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  кривая повторяет известный мировой тренд стронциевого соотношения (Korte et al., 2006), отличаясь несколько заниженными (в среднем на 0.0005–0.0008) его значениями, что объясняется, по-видимому, слабым речным стоком в Омолонском бассейне вследствие его изолированности от крупных массивов суши. Минимальное вычисленное соотношение  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  оказалось равным 0.706707 и соответствует верхнекепитенскому стронциевому минимуму, что хорошо согласуется со стратиграфическим положением образца в верхней части гижигинского регионального горизонта. Максимальные значения стронциевого соотношения, полученные из нижней части бивальвиевой зоны *Intomodesma evenicum*, составляют 0.706986, что отвечает верхней части вучапинского яруса МСШ и хорошо согласуется с датировкой туфа из верхней части подзоны *Evenicum* Балыгычанского бассейна (Бяков и др., в печати). Таким образом, отложения чансинского яруса, по-видимому, отсутствуют в пределах Омолонского бассейна, где, как известно, между пермскими и триасовыми отложениями развита кора выветривания, захватывающая и нижнюю часть инда (Кашик и др., 1990).

Исследования поддержаны РФФИ, проекты №№ 15-45-05024, 17-05-00109 и ДВО РАН, проект № 17-1-1-021э, а также за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания № 5.2192.2017/4.6 в сфере научной деятельности.

Бяков А.С. Пермские отложения Балыгычанского поднятия. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2004. 87 с.

Бяков А.С. Биостратиграфия пермских отложений Северного Приохотья (Северо-Восток Азии) //

Стратиграфия. Геол. корреляция. 2007. Т. 15. № 2. С. 47–71.

Бяков А.С. Зональная стратиграфия, событийная корреляция, палеобиогеография перми Северо-

- Востока Азии (по двустворчатым моллюскам). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2010. 262 с.
- Бяков А.С., Шпикерман В.И., Ведерников И.Л., Толмачева Е.В. Первые результаты U-Pb SIMS датирования цирконов из вучапинских (верхняя пермь) отложений Северо-Востока России: значение для межрегиональных корреляций. Стратиграфия. Геол. корреляция. 2017а. Т. 25. № 3. С. 19–28.
- Бяков А.С. и др. Первая детальная запись  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  в пограничных пермо-триасовых отложениях Колымо-Омолонского региона (Северо-Восток Азии). ДАН. 2017б. Т. 474. № 3. С. 347–350.
- Бяков А.С., Горячев Н.А., Ведерников И.Л. и др. Новые результаты U-Pb SHRIMP датирования цирконов из верхневучапинских (верхняя пермь) отложений Северо-Востока России. ДАН (в печати).
- Кашик Д.С., Ганелин В.Г., Караваева Н.И. и др. Опорный разрез перми Омолонского массива. Л.: Наука, 1990. 200 с.
- Котляр Г.В. Корреляция стратиграфических шкал пермских отложений Биармийской, Тетической и Ангарской областей // Основные черты стратиграфии пермской системы СССР. Л.: Недра, 1984. С. 229–233.
- Окунева Т.М., Захаров Ю.Д. Первые находки пермских аммоноидей в бассейне р. Борзя (Забайкалье). Изв. АН СССР, сер. геол. 1992. № 4. С. 142–144.
- Davydov V.I., Biakov A.S., Crowley J.L., Schmitz M.D., Isbell J.L., Vedernikov I.L. (2016): Middle Permian U-Pb zircon ages of the «glacial» deposits of the Atkan Formation, Ayan-Yuryakh anticlinorium, Magadan province, NE Russia: Their significance for global climatic interpretations. *Gondwana Research*. 38: 74–85.
- Ganelin V.G., Biakov A.S. (2006): The Permian biostratigraphy of the Kolyma-Omolon region, Northeast Asia. *Journ. Asian Earth Sci.* 26 (3–4): 225–234.
- Korte C., Jasper T., Kozur H., Veizeret J. (2006):  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$  record of Permian seawater. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 240: 89–107.

## MARINE BIVALVES OF NORTHEAST ASIA AT THE PERMIAN-TRIASSIC BOUNDARY

**Alexander S. Biakov**

North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute n.a. N.A. Shilo of the FEB RAS, Magadan, Russia  
Kazan Federal University, Kazan, Russia

## МОРСКИЕ ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ СЕВЕРО-ВОСТОКА АЗИИ НА РУБЕЖЕ ПЕРМИ И ТРИАСА

**А.С. Бяков**

Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН,  
Магадан, Россия  
Казанский федеральный университет, Казань, Россия

Как известно, конец пермского и начало триасового периодов связаны с резким падением таксономического разнообразия всех ископаемых организмов. Не являются исключением и морские двустворчатые моллюски – наиболее распространенная группа высокобореальной биоты конца палеозоя – начала мезозоя.

В последнее время в связи с началом использования на Северо-Востоке Азии методов прецизионного U-Pb датирования и хемостратиграфии существенно повысилась точность стратиграфических корреляций региональной и международной стратиграфических шкал перми и начала триаса, что позволяет более обоснованно судить об изменении таксономического разнообразия биоты на этом рубеже.

В конце перми максимальное таксономическое разнообразие двустворок на Северо-Востоке Азии приходится на поздний вучапин, которому примерно соответствует подзона Evenicum. Отсюда известно 40 видов двустворок, относящихся к 24 родам (Бяков, 2010). Причем в Омолонском бассейне встречены 22 вида 16 родов, а из системы Верхояно-Охотских бассейнов известно 32 вида 19 родов. Однако уже в первой половине чансина (подзона Postevenicum) биоразнообразие резко падает, опускаясь до 8–10 видов 9 родов (*Phestia*, *Palaeoneilo?*, *Intomodesma*, *Maitaia*, *Claraioides*, “*Streblopteria*”, *Cunavella*, *Australomya* и *Pyramus?*). Можно предполагать также присутствие в этом интервале представителей рода *Nuculopsis*, непосредственно не встреченных в разрезах, но явно имеющего потомков в перекрывающих раннеиндских отложениях. Во второй половине чансина (зона Concautum) почти все указанные роды, кроме майтай и нукулопсисов, вымирают.

Информация о распределении двустворчатых моллюсков в переходных пермо-триасовых отложениях все еще остается отрывочной. В позднечансинской зоне Concautum пока достоверные находки двустворок не известны. По данным (Решения..., 2009), в этой зоне в Южном Верхоянье возможно присутствие *Palaeonucula exigua* Kurushin.

Биоразнообразие двустворок остается очень низким и в зоне Boreale, где впервые появляются представители типично раннетриасового рода *Claraia* (*Claraia* ex gr. *stachei* Bittner), а также *Nuculopsis setorymensis* Kurushin и, вероятно, *Dacryomya* aff. *polaris* (Kiparisova), *Palaeonucula aldanensis* Kurushin и *Sarepta modesta* Kurushin (Решения..., 2009).

В более высоких триасовых слоях Северо-Востока Азии известны представители палеозойских родов *Myalina*, *Modiolus*, *Promytilus*, *Pteronites*(?), *Leptochondria*, *Plagiostoma*, *Megadesmus*, *Permophorus* (Дагис и др., 1996), а род *Crittendenia*, впервые описанный из нижнего триаса Невады (Newell, Boyd, 1996), встречен в аналогах ворда Омолонского бассейна. Следует, однако, отметить, что родовая идентификация упомянутых таксонов в ряде случаев вызывает определенные сомнения и требует дополнительных исследований. (Не исключено, что ряд таксонов, отнесенных к пермским родам, таковыми не являются).

Поскольку переход от перми к триасу ознаменовался глобальным развитием аноксидных и эксинных обстановок (Wignall, Hallam, 1992; Isozaki, 2007; Algeo et al., 2012; и др.), возникает вопрос, где и в каких рефугиумах представители палеозойских родов

могли пережить эти неблагоприятные условия? Для некоторых родов двустворок (*Myalina*, *Pteronites*(?), *Leptochondria*, *Plagiostoma*) можно предполагать их миграцию из бассейнов надобласти Тетис, где многие из них продолжали свое существование до конца перми в мелководных обстановках, не подверженных серо-водородному заражению. Но особенно загадочным является «возрождение» представителей типичного средне-позднепермского высокобореального рода иноцерамоподобных двустворок *Maitaia*, не известных в низкобореальных и тетических бассейнах. В нижнем триасе Северо-Востока Азии они представлены двумя видами: *Maitaia errabunda* (Popow) и *Maitaia* sp. Ранее эти виды относили к другому пермскому роду (*Atomodesma*), но, как показали наши исследования, их более правильно рассматривать в составе майтай. Последние пермские майтай известны из подзоны Postevenicum. В отоцерасовых слоях майтай не известны и появляются, по-видимому, лишь в зоне Pascoei нижнего инда вместе с представителями рода *Promyalina*, а также *Dacryomya* aff. *polaris*, *Palaeonucula aldanensis* и *Sarepta modesta*. В изобилии их остатки встречены в отложениях верхнего инда и нижнего оленека (Решения..., 2009), после чего они внезапно полностью вымирают.

В качестве возможных рефугиумов, где высокобореальные двустворки смогли пережить глобальное серо-водородное заражение, можно предполагать относительно мелководные, но достаточно аэрируемые обстановки, вероятно, существовавшие кое-где в Верхоянском и Балыгычанском бассейнах на Северо-Востоке Азии. Кроме того, следует отметить вероятную большую толерантность этих таксонов к аноксидным условиям.

Исследования поддержаны РФФИ, проекты №№ 15-45-05024 и 17-05-00109, а также за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания № 5.2192.2017/4.6 в сфере научной деятельности.

Бяков А.С. Зональная стратиграфия, событийная корреляция, палеобиогеография перми Северо-Востока Азии (по двустворчатым моллюскам). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2010. 262 с.

Дагис А.С., Дагис А.А., Ермакова С.П. и др. Триасовая фауна Северо-Востока Азии. Новосибирск: Наука, 1996. 232 с.

Решения Третьего межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России (Санкт-Петербург, 2002) / ред. Т.Н. Корень, Г.В. Котляр. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 268 с.

Algeo T., Henderson C.M., Ellwood B. et al. (2012) Evidence for a diachronous Late Permian marine crisis from the Canadian Arctic region. *GSA Bulletin* 124: 1424–1448.

Isozaki Y., Kawahata H., Ota A. (2007). A unique carbon isotope record across the Guadalupian–Lopingian (Middle-Upper Permian) boundary in mid-oceanic paleoatoll carbonates: the high-productivity «Kamura event» and its collapse in Panthalassa. *Global and Planetary Change* 55: 21–38.

Newell N.D., Boyd D.W. (1995): Pectinoid bivalves of the Permian–Triassic crisis. *Bull. American Museum of Natural History*. 227: 95 p.

Wignall P.B., Hallam A. (1992): Anoxia as a cause of the Permian/Triassic mass extinction: facies evidence from northern Italy and western United States. *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 93: 21–46

## **SUCCESSIVE VERTEBRATE, PLANT AND INSECT EXTINCTION THROUGH THE LATEST PERMIAN IN CENTRAL GONDWANALAND DURING A HUMID PLUVIAL LAKE PHASE**

***Michael E. Brookfield***

*School for the Environment, University of Massachusetts at Boston, 100 Morrissey Blvd., Boston, MA 02125, USA.*

Detailed stratigraphic sections through latest Permian to earliest Triassic sediments in Central Gondwanaland (South and East Africa, Madagascar, Australia, Antarctica) suggest a pluvial lake phase interrupted increasing aridity across the Permian-Triassic boundary. Though currently available location of fossils in stratigraphic sections are mostly insufficiently accurate to document the progressive loss of taxa, in some places accuracy is sufficient to propose an earlier vertebrate extinction with a first phase of increasing aridity, followed by survival/recovery of plant and insect faunas into the succeeding pluvial phase, during which the major plant/insect extinction occurred during a floral die-off accompanied by fungal proliferation. The two extinctions are separated by about 20 metres of palaeosol-bearing fine-grained clastic sediments which may have taken a significant time to accumulate (several thousand years). The first vertebrate extinction can plausibly be attributed to declining atmospheric oxygen levels consequent on methane hydrate outgassing and oxidation during climate warming: the second plant/insect extinction is possibly due to rapidly rising levels of carbon dioxide in the atmosphere due to not only methane hydrate oxidation but carbon dioxide outpouring from the Siberian Traps. Increased atmospheric carbon dioxide concentration affects absorption of nitrogen by plants, which is the nutrient that restricts plant growth in most land ecosystems and can also close stomata and eliminate carbon uptake.

Detailed section measurements and exact fossil locations in such sections are required to evaluate any schemes of end Permian extinction—and such studies are now being done. More precise radiometric dating may allow the synchronicity of land and sea extinctions to be better evaluated.

## THE LOWER-MIDDLE PERMIAN ICHNOFOSSILS FROM THE SOUTH-EASTERN PART OF THE OMOLON MASSIF (NORTH-EAST ASIA)

*Inessa V. Brynko, Igor L. Vedernikov*

*North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute. n.a. N.A. Shilo FEB RAS, Magadan, Russia*

## НИЖНЕ-СРЕДНЕПЕРМСКИЕ ИХНОФОССИЛИИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОМОЛОНСКОГО МАССИВА (СЕВЕРО-ВОСТОК АЗИИ)

*И.В. Брынько, И.Л. Ведерников*

*Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН, Магадан, Россия*

Изучение следов жизнедеятельности помогает при реконструкции палеоэкологических обстановок. Следы жизнедеятельности чрезвычайно разнообразны по морфологии, один и тот же след жизнедеятельности можно интерпретировать по-разному, относя их к абсолютно разным ихнородам. Приведенные в этом сообщении следы жизнедеятельности характерны для ниже-среднепермских отложений юго-восточной части Омолонского массива и его западной периферии, где отложения представлены мелководными терригенно-карбонатными породами (Кашик и др., 1990). Ранее следы жизнедеятельности лишь отмечались исследователями, но не изучались.

В разрезах юго-восточной части Омолонского массива нами были идентифицированы следующие ихнороды: *Thalassinoides*, *Phycodes*, *Teichichnus*, *Chondrites*, *Zoophycos*, *Ophiomorpha*(?), *Rhizocorallium*.

Ихнород *Thalassinoides* представлен ходами Y-образной формы, с гладкой или шероховатой внешней поверхностью нор-ходов. Ходы слегка изгибающиеся, разветвляющиеся, длина хода до 20 см, диаметр 0,5–1 см, заполнение вмещающими породами.

Единичный представитель ихнорода *Ophiomorpha* с длиной хода 25 см, диаметром 2 см, заполненный вмещающими отложениями, был встречен вместе с ихнородом *Thalassinoides*, его отличительной особенностью является бугристая стенка норки, ход не изгибается.

*Phycodes* был обнаружен совместно с *Thalassinoides* и *Ophiomorpha* igen. Представлен горизонтальными норами, которые состоят из основного туннеля и его разветвлений, состав нор идентичен вмещающим отложениям. Длина хода 10–15 см, диаметр до 2 см. Мы отнесли эти ходы жизнедеятельности к виду *Phycodes palmatum* Hall, 1847 – поскольку характерной особенностью этого ихновида является пальчатое ветвление (Fillion and Pickerill, 1990).

*Chondrites* представляет собой разветвленную систему туннелей, в поперечном сечении которых видны сближенные эллиптической формы ходы. Ветви этой системы не пересекаются, вертикальные срезы дают округлое и овальное сечение, размер систем до 5–7 см, диаметр отдельных эллиптических ходов 0,7 см. Ихнород распространен в среднепермских карбонатных фациях наиболее широко.

*Zoophycos* в поперечном сечении имеют серповидную форму, с толстым, нечетким, неравномерным менисковым заполнением. Протяженность хода 35–40 см, диаметр до 1 см. Общая форма постройки конусообразная, размер такой постройки около 25 см. В пользу отнесения этих следов к *Zoophycos* говорят встреченные нами на р. Парень (юго-восточное обрамление Омолонского массива) своеобразные конические структуры, ось которых перпендикулярна напластованию. Это наиболее часто встречающийся ихнород на изучаемой нами территории.

Ихнород *Teichichnus* представлен норками-ходами с компонентой движения по вертикали. Ходы слабоизвилистые, выполненные веществом вмещающих отложений; их длина 6 см, диаметр 4 см, в поперечном сечении имеет серповидную (U-образную) форму.



В разрезе на р. Мунугуджак обнаружены единичные находки *Rhizocorallium*; они представлены наклонными, слегка изгибающимися U-образными ходами. Диаметр норок до 5 см, шахта толщиной около 1 см, длина хода 15–20 см.

Помимо идентифицированных следов жизнедеятельности в породах часто встречаются текстуры деформативной биотурбации. Под этим термином понимается интенсивная переработка осадка донными организмами с уничтожением первичных текстур, при этом не представляется возможным выделить или идентифицировать ихнофоссилии. Значительная степень переработки осадка свидетельствует о высокой плотности заселения животными и низкой скорости седиментации в данной обстановке.

Описанные выше ихнофоссилии в основном объединяются А. Зейлахером (Seilacher, 1964) в крузиановую ихнофазию. Она развивается на плохо сортированных субстратах сублиторальной зоны выше базиса штормовых волн и ниже базиса обычных волн (Микулаш, 2006). Характерной чертой является разнообразие следов и обильная биотурбация осадка. Гидродинамический режим бассейна был спокойным. Следы жизнедеятельности *Zoophycos*, видимо, свидетельствуют об углублении бассейна. Наличие таких следов жизнедеятельности, как *Zoophycos*, *Chondrites*, *Thalassinoides*, указывает на окисные обстановки; *Thalassinoides* и *Phycodes* доказывают эрозию субстрата (Микулаш, 2006).

Кашик Д.С., Ганелин В.Г., Караваева Н.И. и др. Опорный разрез перми Омолонского массива. Л.: Наука, 1990. 200 с.

Микулаш Р., Дронов А. Палеоихнология – введение в изучение ископаемых следов жизнедеятельности. Прага: Геологический институт Академии наук Чешской Республики, 2006. 122 с.

Fillion D. and Pickerill R.K. Ichnology of the Upper Cambrian? to Lower Ordovician Beii Island and Wabana groups of eastern Newfoundland, *Palaeontographica Canadiana*, Canada, 1990. Vol. 7. P. 1–119.

Seilacher A. Biogenic sedimentary structures. In: J. Imbrie and N. Newell (eds.), *Approaches to Paleoecology*. Wiley, New York, 1964. P. 296–316.

## ON REPRESENTATIVES OF THE GENUS *NAVIPELTA* FROM THE PERMIAN OF THE SAMARA REGION (NOVY KUVAK LOCALITY)

*Liubov M. Bukhman, Nikolay S. Bukhman*

*Samara State Technical University, Samara, Russia*

## О ПРЕДСТАВИТЕЛЯХ РОДА *NAVIPELTA* ИЗ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ (МЕСТОНАХОЖДЕНИЕ НОВЫЙ КУВАК)

*Л.М. Бухман, Н.С. Бухман*

*Самарский государственный технический университет, Самара, Россия*

Род *Navipelta* Karasev, 2009 порядка Peltaspermales, введен Е.В. Карасевым (Karasev, 2009) для билатерально симметричных семенных органов (пельтоидов). К порядку Peltaspermales относится группа вымерших голосеменных растений, игравшая значительную роль в позднепалеозойских флорах всего земного шара (Гоманьков, 2010; Юрина, Орлова, Ростовцева, 2010). Пельтоиды навипельт в плане от эллиптических до округло-ромбических. Их щитки длиной 5–8 мм и шириной 4–6 мм, абаксиально слегка выпуклые или плоские, адаксиально вогнутые. Вокруг рубца ножки расположена кольцеобразная выемка, которая разделена радиальными бороздами на неотчетливые сектора. Рубец ножки эллиптический, занимающий до трети диаметра щитка. Адаксиальная поверхность щитка имеет 11, реже 6–14 семенных рубцов от опавших семян. Семенные рубцы округло-треугольные до округлых и широкоовальных, около 0,7 мм в диаметре. Края щитков ровные либо слегка волнистые. Род описан из континентальных отложений местонахождения Недуброво (с. Недуброво, Вологодская обл.), относящихся к основанию ветлужской серии (верхняя пермь – нижний триас). Введенный Е.В. Карасевым род – монотипный, с единственным видом *Navipelta resinifera* Karasev.

В местонахождении пермской флоры Новый Кувак авторами собрана коллекция макрофоссилий, датируемых нижней казанью (Бухман Л.М., Бухман Н.С., Гоманьков, 2015; Наугольных, 2014). Это местонахождение расположено на северо-востоке Самарской области вблизи границы с Татарстаном или, что то же самое, на юго-западной границе Бугульминско-Лениногорской группы местонахождений нижнеказанской флоры. Среди отобранных экземпляров авторами обнаружены отпечатки, предположительно относящиеся к роду *Navipelta*. Некоторые из отпечатков приведены на рисунке (на рис. *a* и *c* длина масштабной линейки – 1 мм, на рис. *b* – 1 см).

Размеры обнаруженных навипельт варьируются достаточно сильно – маловероятно, что все они относятся к одному виду. Тем не менее некоторые из обнаруженных отпечатков семенных органов по общей морфологии сопоставимы с семенными органами вида *Navipelta resinifera* Karasev, 2009 (размеры щитка 5–8 x 4–6 мм, количество семенных рубцов 6–14). Однако давать видовое определение навипельтам из Нового Кувака авторы не рискуют. Основная часть обнаруженных авторами навипельт пребывает в «рассеянном» состоянии (в полном соответствии с представлениями Карасева, 2009). Исключение составляют отпечатки на рис. *a*, как будто ассоциированные со спиральной осью. Можно предположить, что фертильные оси навипельт в ювенильном состоянии были свернуты в спираль и по мере созревания разворачивались в линейный побег с односторонним расположением пельтоидов.

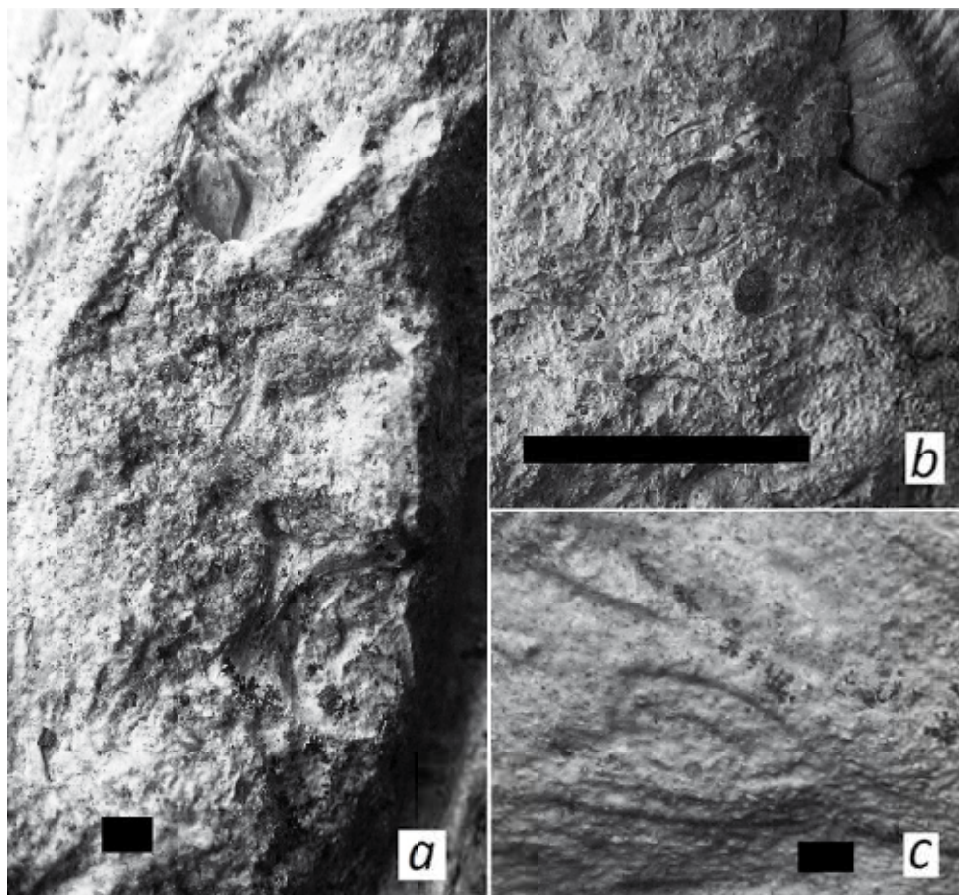


Рис.

- Karasev E.V. A New Genus *Navipelta* (Peltaspermales, Pteridospermae) from the Permian/Triassic Boundary Deposits of the Moscow Syncline // *Paleontological Journal*. 2009. Vol. 43. № 10. P. 1262–1271.
- Гоманьков А.В. О женских фруктификациях пельтаспермовых из пермских отложений Восточно-Европейской платформы // *Lethaea rossica*. Российский палеоботанический журнал. 2010. Т. 2. С. 28–44.
- Юрина А.Л., Орлова О.А., Ростовцева Ю.И. Палеоботаника. Высшие растения. М.: Издательство Московского университета, 2010. 224 с.
- Бухман Л.М., Бухман Н.С., Гоманьков А.В. Новый вид рода *Peltaspermopsis* Gomanikov из верхней перми Субангариды // *Палеоботаника*. 2015. Т. 6. С. 5–13.
- Наугольных С.В. Новый представитель рода *Peltaspermum* Harris из отложений казанского яруса (средняя пермь) Самарской области (местонахождение Новый Кувак) // *Палеонтология в музейной практике*. М., 2014. С. 91–96.

# THE UPPER BASHKIRIAN KOZLU FORMATION, ZONGULDAK COALFIELD, NORTH-WEST TURKEY: REVIEWS OF MACROFLORAL AND PALYNOLOGICAL BIOSTRATIGRAPHY

**Christopher J. Cleal<sup>1</sup>, Ellen Stolle<sup>2</sup>, Isabel M. van Waveren<sup>3</sup>, Sarah King<sup>4</sup>, Vedat Didari<sup>5</sup>**

<sup>1</sup>*Department of Natural Sciences, National Museum Wales, Cardiff, United Kingdom*

<sup>2</sup>*\*EP Research, \*EP Resources, Ennigerloh-Westkirchen, Germany*

<sup>3</sup>*Naturalis, Leiden, the Netherlands*

<sup>4</sup>*Yorkshire Museum, York, United Kingdom*

<sup>5</sup>*Department of Mining Engineering, Bülent Ecevit University, Zonguldak, Turkey*

The Zonguldak Coalfield is the only economically significant deposit of hard coals in Turkey, with numerous economically viable seams that were extensively worked in the 20<sup>th</sup> century.

As part of IGCP 575, Cleal & van Waveren (2012) published a literature review on the fossil macrofloras of the Zonguldak – Amasra Coalfield, comparing the data with the most current biostratigraphical model for the Euramerican floras of this age (Wagner, 1984; Cleal, 1991). They concluded that, despite previous assertions, the Kozlu Formation belonged exclusively to the Langsettian Substage, and probably to the lower part.

However, the available literature included very few illustrations of the fossils to verify the identifications. Since early 2015, therefore, the set of voucher specimens from the Kozlu Formation that Wilhelmus Jongmans had accumulated during the late 1930s (and now stored at Naturalis, Leiden, the Netherlands) has been the subject of a taxonomic review. The Jongmans Collection contains 99 specimens associated with the Kozlu Formation coals worked in the Zonguldak area, from a total 40 localities, mainly collieries. The main focus was recording the stratigraphically significant taxa. The results appear to confirm a Langsettian age, although there is now some evidence to suggest the middle part of the substage.



The Carboniferous (upper Bashkirian) Kozlu Formation with outcrops at Kozlu in the type area for the formation (part of the Zonguldak Coal Basin in northwest Turkey). Photograph by Jongmans from the archive of the Jongmans Collection at Naturalis, Leiden (the Netherlands).

The palynology of the Kozlu Formation has also been reviewed. After some revision, it is possible to apply the palynostratigraphic zonation of Clayton *et al.* (1977) to the deposits from north-western Turkey (Stolle, 2012). Some of the key biostratigraphical taxa were identified and these also indicate a Langsettian age, although for part of the formation there is again a tendency to appear slightly younger than early Langsettian.

The macrofloral and palynological work (still in progress) aims at showing independently the stratigraphic results for each fossil group. Where there are discrepancies, these are discussed. Discussions will also include macro- and microfloral taxonomy, environmental and depositional aspects, and the validation of the different stratigraphical and biozonal schemes.

- Clayton, G., Coquel, R., Doubinger, J., Gueinn, K. J., Loboziak, S., Owens, B. & Strel, M. (1977): Carboniferous miospores of western Europe: illustration and zonation, report of Commission Internationale de Microflore du Paléozoïque working group on Carboniferous stratigraphical palynology. *Mededelingen Rijks Geolog. Dienst* 29: 1–71.
- Cleal, C. J. (1991): *Plant fossils in geological investigation: the Palaeozoic*. Ellis Horwood, Chichester: 233 pp.
- Cleal, C. J., Stolle, E., van Waveren, I. M., King, S. & Didari, V. (2017): Carboniferous plant fossils from Northern Turkey in the Jongmans Collection, Naturalis, Leiden. *Paleontological Journal* 51: 84–91.
- Cleal, C. J. & van Waveren, I. M. (2012): A reappraisal of the Carboniferous macrofloras of the Zonguldak–Amasra Coal Basin, north-western Turkey. *Geologia Croatica* 65: 283–298.
- Stolle, E. (2012): Co-occurrence of *Sinusporites sinuatus* (Artüz) Ravn, 1986 with established palynological markers indicating younger strata: AK-1X well section (Pennsylvanian, Zonguldak Basin, NW Turkey) and the correlation to the stratigraphic system. *Geologia Croatica* 65: 375–385.
- Wagner, R. H. (1984): Megafloral zones of the Carboniferous. *Compte rendu 9e Congrès International de Stratigraphie et de Géologie du Carbonifère* (Washington, 1979) 2: 109–134.

# THE UPPER PALEOZOIC REFERENCE SECTION OF THE NEW SIBERIAN ISLANDS (TAS-ARY PENINSULA, KOTEL'NY IS.) AND ITS SIGNIFICANCE FOR EASTERN ARCTIC PALEOGEOGRAPHY

*Maria K. Danukalova<sup>1</sup>, Alexander B. Kuzmichev<sup>1</sup>, Yuri A. Gatovsky<sup>2</sup>, Victor G. Ganelin<sup>1</sup>, Olga L. Kossovaya<sup>3, 4</sup>, Tatiana N. Isakova<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Geological Institute of RAS, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Russia

<sup>4</sup>Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russia

## ОПОРНЫЙ РАЗРЕЗ КАМЕННОУГОЛЬНО-ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ НОВОСИБИРСКИХ ОСТРОВОВ (П-ОВ ТАС-АРЫ, О. КОТЕЛЬНЫЙ) И ЕГО РОЛЬ ДЛЯ ПОНИМАНИЯ ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКОЙ ПАЛЕОГЕОГРАФИИ ВОСТОЧНОЙ АРКТИКИ

*М.К. Данукалова<sup>1</sup>, А.Б. Кузьмичев<sup>1</sup>, Ю.А. Гатовский<sup>2</sup>, В.Г. Ганелин<sup>1</sup>, О.Л. Коссовая<sup>3, 4</sup>, Т.Н. Исакова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>Геологический институт РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>3</sup>Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского, Санкт-Петербург, Россия

<sup>4</sup>Казанский федеральный университет, Казань, Россия

Единственный на Новосибирских островах полный разрез карбона и значительной части перми расположен на п-ове Тас-Ары (запад о. Котельный). Разрез великолепно обнажен в клифе и содержит богатую фауну. Геологи НИИГА описали здесь стратотип тас-аринской свиты (С<sub>1</sub>) и наилучший выход бельковской толщи, которая считалась башкирской (Косьюко и др., 1985). Наше исследование существенно дополняет известные ранее сведения. Для карбона-перми Новосибирских о-вов характерна быстрая смена фаций с ВСВ на ЗЮЗ: от маломощных мелководных известняков в центральной части о. Котельный к глубоководным сланцам и турбидитам на о. Бельковский (Косьюко и др., 1985; Kuzmichev, 2009; Pease et al., 2015). Тас-аринский разрез является связующим звеном между ними. В докладе обсуждаются результаты его детального изучения и сопоставления с разрезами сопредельных территорий, позволяющие реконструировать палеогеографию Лаптевоморского региона в позднем палеозое. Приведенная возрастная привязка пород, возможно, будет уточнена к началу конференции. Она основана на анализе больших коллекций брахиопод, кораллов, конодонтов и для бельковской толщи фораминифер.

Разрез карбона на п-ове Тас-Ары начинается с тас-аринской свиты (турне-визе; 960–980 м), залегающей на косослоистых прибрежно-морских песчаниках фамена, сложенных обломками кварца и кремня. В нижней части свиты (130 м) существенную роль играют силикатно-карбонатные песчаники и алевролиты, в т. ч. глинистые, часто биотурбированные. Их накопление свидетельствует об углублении бассейна и уменьшении роли силикатной кластики. Выше появляются и постепенно начинают доминировать биокластические известняки; есть прослои силикатно-карбонатных гравелитов, волновая рябь. Для средней части турне характерны доломиты с песком и гравием кварца и кремня и штормовой слоистостью. Над ними присутствует пачка аргиллитов (25 м) с ритмичными прослоями песчаников, с черными сланцами в кровле. Песчаники с рябью течения и признаками подводного оползания могли отлагаться как дистальные темпеститы. Верхи турне и низы визе сложены массивными известняками и известковистыми сланцами с разнообразной бентосной фауной. Общая мощность отложений турне и самых низов визе около 440 м.

Визейский век знаменует новый этап углубления бассейна. В нижней половине визе преобладают темные биотурбированные мелко-тонкозернистые глинистые известняки



со спикулами губок, рассеянным пиритом и пачкой (20 м) черных сланцев в основании. В позднем визе накапливались преимущественно пелитоморфные спикуловые известняки с конкрециями кремня и фрагментами криноидей. Вблизи кровли тас-аринской свиты в породах много обломков фауны в перемещенном положении, увеличивается количество силикатной кластики. Визейская часть разреза имеет мощность не менее 520 м.

Разрез бельковской толщи ( $C_1^2$ -P; более 300 м) демонстрирует переход от шельфового осадконакопления к более глубоководным обстановкам. Он сложен в основном терригенными породами. Нижняя его часть (серпухов-низы башкира?) наряду с аргиллитами и силицикластическими песчаниками еще содержит карбонатные породы; но они имеют в основном турбидитовую природу. Выше известняки исчезают из разреза, фауна не встречена. В средней части толщи доминируют алевролиты и песчаники; в верхней – черные сланцы с сидеритом. Песчаники бельковской толщи интерпретированы как турбидитовые. Их состав меняется в средней ее части. Силикатная кластика в песчаниках серпухова представлена кварцем и кремнем (как и ниже по разрезу); выше много плагиоклаза, породы плохо сортированы, содержат обломки вулканитов и микроклин. Детритовые цирконы из песчаника в верхах толщи содержат 25 % нижнепермских зерен (295–270 млн л.). Следовательно, вмещающие отложения образовались не ранее начала средней перми.

Распределение возрастов цирконов из проанализированной пробы сходно с таковым из бельковской толщи на о. Бельковский и подтверждает сделанный ранее вывод о том, что основным источником кластики для этих пород являлся Северо-Таймырский ороген (Pease et al., 2015). Тас-аринский разрез демонстрирует ряд сходных черт с каменноугольно-пермскими толщами Таймыра и низовьев р. Лена. По мнению М.К. Данукаловой и А.Б. Кузьмичева, в позднем палеозое территория западной части о. Котельный и остров Бельковский располагалась на продолжении Верхоянской окраины Сибири, а мелководные фации центральных районов о. Котельный протягивались на Таймыр. При этом Новосибирские о-ва были развернуты против часовой стрелки относительно современного положения (Kuzmichev, 2009). Полученные данные не подтверждают распространенную идею о существовании океана между Сибирью и архипелагом в позднем палеозое (напр., Ershova et al., 2015).

- Косько М.К., Бондаренко Н.С., Непомилуев В.Ф. Государственная геологическая карта СССР м-ба 1:200000. Объяснительная записка / ред. В.И. Устрицкий. М.: Мин. геологии, 1985. 162 с.
- Ershova V.B., Prokopiev A.V., Khudoley A.K., Sobolev N.N. & Petrov, E.O. (2015): U/Pb dating of detrital zircons from late Palaeozoic deposits of Bel'kovsky Island (New Siberian Islands): critical testing of Arctic tectonic models // *International Geology Review*, v. 57, is. 2: 199–210.
- Kuzmichev A.B. (2009): Where does the South Anyui suture go in the New Siberian islands and Laptev Sea?: Implications for the Amerasia basin origin // *Tectonophysics*, v. 463: 86–108.
- Pease V.L., Kuzmichev A.B. & Danukalova, M.K. (2015): The New Siberian Islands and evidence for the continuation of the Uralides, Arctic Russia // *Journal of the Geological Society*, v. 172: 1–4.

# THE ALLEGHANIAN ISTHMUS AS THE TRIGGER OF THE ONSET OF THE BASHKIRIAN GLACIATION: CONSTRAINTS FROM WARM-WATER BENTHIC FORAMINIFERA

**Vladimir I. Davydov**<sup>1,2,3</sup>, **Pedro Cózar**<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Permian Research Institute, Boise State University, 1910 University Drive, Boise, ID, 83725, USA

<sup>2</sup> Kazan Federal University, Kazan, Russia

<sup>3</sup> North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute n. a. N.A. Shilo, Far East Branch of the Russian Academy of Sciences, Magadan.

<sup>4</sup> Instituto de Geociencias (CSIC-UCM), Madrid, Spain

The timing of the final collision and particularly the disappearance of the gateway between the Rheic and Tethyan oceans is quite controversial and poorly established. The accurate constraints on the gateway closure are vitally important for the understanding of global sea-level fluctuations, ocean circulation, regional and global environments, salinity and reorganization of the thermohaline circulation, enhanced deep water organic carbon production in the western Tethys and the overall decline of atmospheric CO<sub>2</sub> concentrations. Here we present a new approach by applying warm-water benthic foraminifera (WWBF) data to precisely constrain the Rheic-Tethys gateway (RTG) closure, utilizing taxonomic and statistical methods. The link between the RTG closure with the profound biotic transformations in the oceans, sea-level, and expansion of the Gondwana ice sheet is discussed herein. WWBF records in the studied regions constrain the timing of the RTG cut-off and support a linkage between the Alleghanian Isthmus appearance and the onset of the Bashkirian glaciation.

# STRATIGRAPHY AND FORAMINIFERS FROM THE UPPERMOST CARBONIFEROUS (KASIMOVIAN-GZHELIAN) OF THE JAMANTOO AND BAIBICHETOO RANGES (MIDDLE TIEN-SHAN, KYRGYZSTAN)

*Alexandra V. Dzhenchuraeva, Olga F. Getman*

*Institute of Geology of the National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic, Bishkek, 30 Erkindik Prospect*

# СТРАТИГРАФИЯ И ФОРАМИНИФЕРЫ ВЕРХНЕГО КАРБОНА (КАСИМОВСКИЙ – ГЖЕЛЬСКИЙ ЯРУСЫ) ХРЕБТОВ ДЖАМАН-ТОО И БАЙБИЧЕ-ТОО (СРЕДИННЫЙ ТЯНЬ-ШАНЬ, КЫРГЫЗСТАН)

*А.В. Дженчураева, О.Ф. Гетман*

*Институт геологии НАН КР, 720040, Бишкек, Киргизская Республика*

Верхнекаменноугольные отложения в виде узкой полосы обнажаются на южных склонах хребтов Джаман-Тоо и Байбиче-Тоо. Они несогласно залегают на визе-серпуховских или нижнемосковских отложениях и согласно перекрываются пермскими породами. Верхнекаменноугольные отложения в Срединном Тянь-Шане состоят из двух свит: минбугинская внизу и коджагульская сверху.

Литологически минбугинская свита (290 м) имеет преимущественно конгломератовый состав, а коджагульская (280–960 м) состоит из переслаивания известняков, песчаников и гравелитов. Прослои известняков составляют 60 % и содержат фаунистические остатки фораминифер, брахиопод, кораллов, мшанок, гастропод и водорослей. Однако только фораминиферы настолько широко распространены в вертикальном (возрастном) и горизонтальном (латеральном) направлении, что изучение их позволило разработать биостратиграфическую схему расчленения отложений коджагульской свиты.

Наиболее представительными разрезами через отложения этой свиты оказались два стратотипических разреза «Коджагул» и «Акбеит» (рис. 1, 2). По ним было отобрано 220 образцов, из которых изготовлено 1 200 шлифов. Изучение фораминифер в шлифах выявило, что среди 189 определенных видов 38 являются эндемичными и новыми. Было также выявлено 5 последовательно сменяющих друг друга фораминиферовых комплексов, получивших название зон по видам-индексам (снизу вверх):

- зона *Triticites komansuensis*-*Triticites procerulus*,
- зона *Schwageriniformis arpaensis*-*Triticites turkestanicus*,
- зона *Jigulites corpulentus*-*Daixina porrecta*,
- зона *Daixina vasilkovskyi*-*Quasifusulina kodzhaguluca*
- зона *Daixina (Bjsbutauella) bosbutauensis*-*Pseudodaixinoides kalcagaricus*.

Среди этих зон одна *Triticites komansuensis*-*Triticites procerulus* относится к касимовскому ярусу (учбулакскому горизонту), остальные – характеризуют гжельский ярус (дастарский горизонт). Установлен согласный контакт между касимовским и гжельским ярусами и между гжельским и ассельским ярусом перми. Таким образом, разрез «Коджагул» может считаться стратотипическим для гжельского яруса и его границ, а разрез «Акбеит» – как дополнительный для верхней зоны гжельского яруса данного региона.

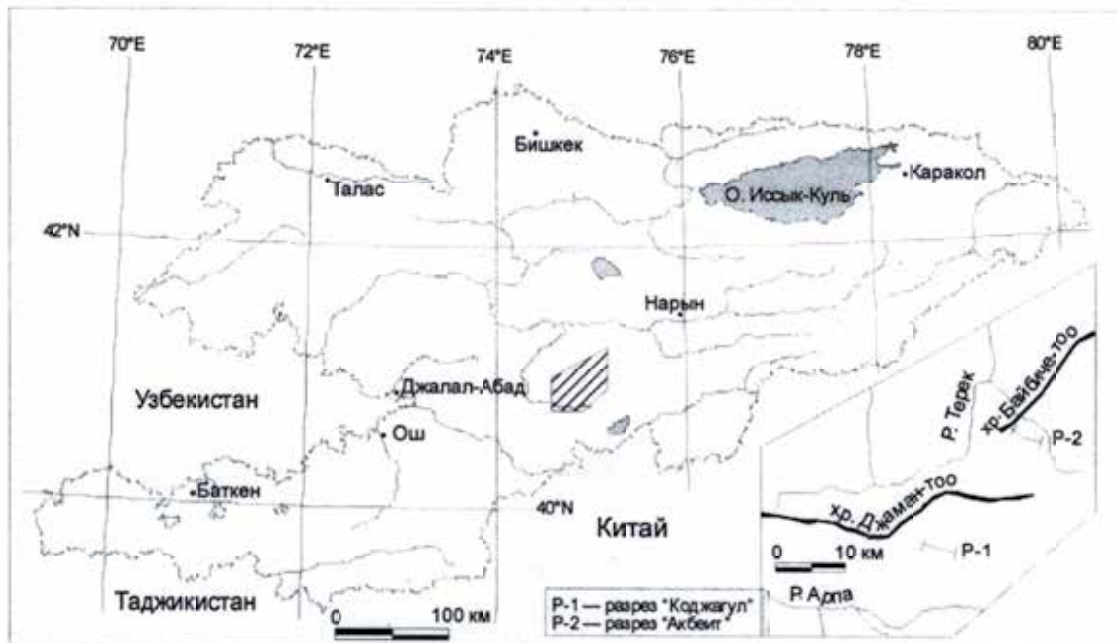


РИСУНОК 1. Схема расположения изученных разрезов

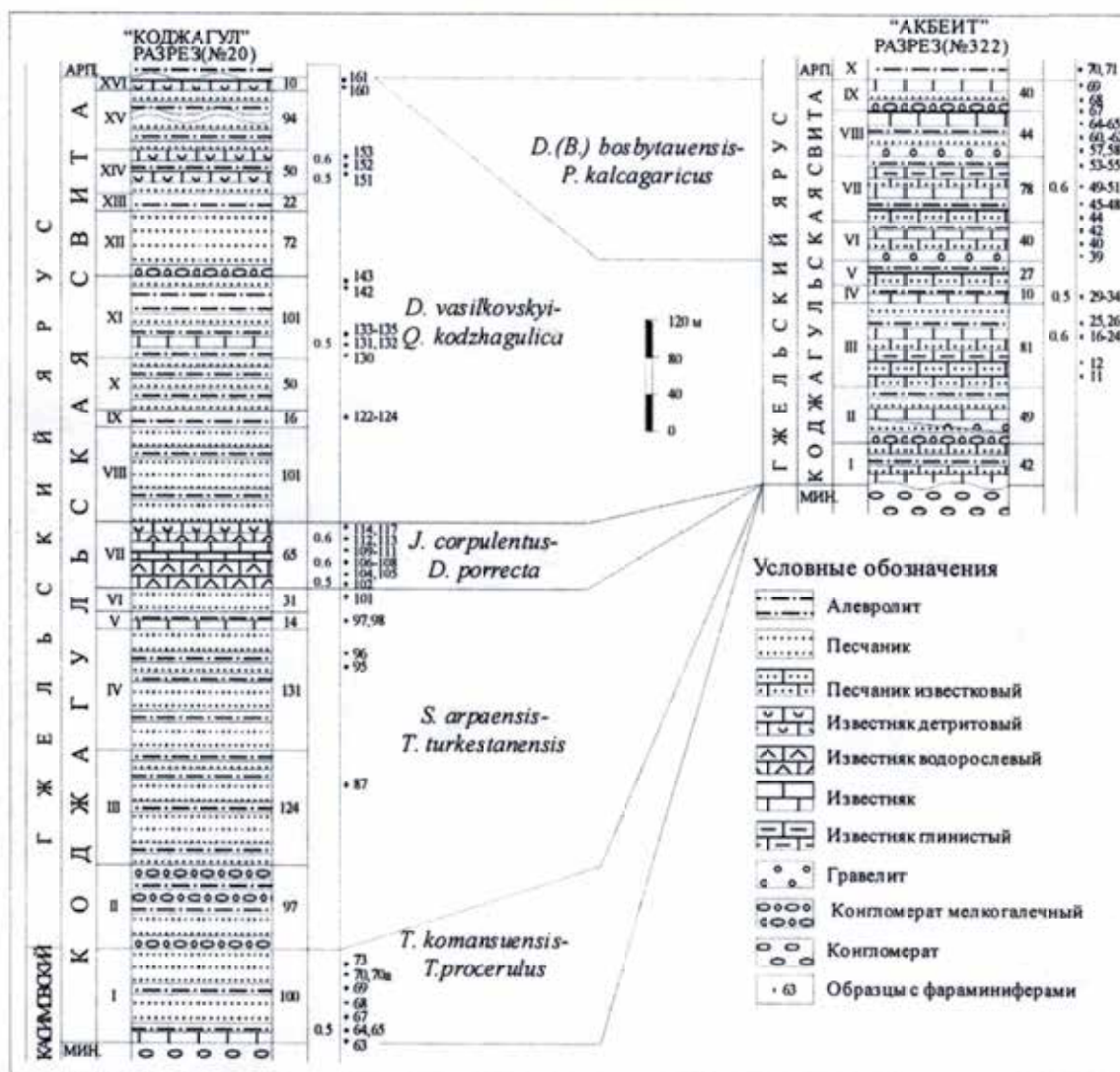


РИСУНОК 2. Корреляция биостратиграфических подразделений изученных разрезов Мин.-Минбугинская свита; АРП.-Арпинская Свита

## FORAMINIFERAL ZONATION OF THE BASHKIRIAN AND LOWER MOSCOVIAN AND THE PROBLEM OF THE BOUNDARY BETWEEN THEM

*Aleksandra V. Dzhenchuraeva*

*Institut of Geology of the National Akademy of Sciences, Bischkek, Kyrgyz Republik*

## ФОРАМИНИФЕРОВАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ БАШКИРСКОГО И НИЖНЕЙ ЧАСТИ МОСКОВСКОГО ЯРУСОВ И ПРОБЛЕМА ГРАНИЦЫ МЕЖДУ НИМИ

*А.В. Дженчураева*

*Институт геологии НАН КР, 720040, Бишкек, Киргизская Республика*

Отложения башкирского яруса и нижнемосковского подъяруса широко распространены в Алайском и Туркестанском хребтах Южного Тянь-Шаня. Тектонические движения сформировали покровно-надвиговую структуру этого района (Бискэ, 1996). Однако есть отдельные разрезы, где можно наблюдать непрерывное осадконакопление башкир-московского возрастного интервала. К таким разрезам относятся разрезы «Газ», «Ахунтау», «Кшемыш» в Туркестанском хребте и «Ходжа-Туш», «Гараты» в Алайском. Первые три являются наиболее полными, включающими отложения всего башкирского яруса и нижнемосковского подъяруса, а два последних – только верхнюю часть башкирского и нижнюю московского ярусов.

Литологически они сложены известняками водорослевыми, детритовыми с обильными органическими остатками различных групп. Особое место среди них занимают фораминиферы – наиболее быстро эволюционирующая группа. Определение видов и изучение их распространения по разрезам позволило выделить зональные комплексы, которые называются по видам-индексам (снизу вверх):

зона *Plectostaffella seslavica* – *Semistaffella inconstans*

зона *Pseudostaffella antiqua*

зона *Pseudostaffella praegorskyi*

зона *Profusulinella primitiva*

зона *Ozawainella pararhomboidalis*

зона *Verella spicata* – в пределах башкирского яруса

и зона *Aljutovella aljutovica*

зона *Priscoidella priscoidea*

зона *Fusulinella subpulchra* – в пределах московского яруса.

Для изучения фораминифер было отобрано 355 образцов известняков, из которых были изготовлены 2500 ориентированных шлифов по пяти разрезам. Изготовление шлифов производилось согласно методике Д.М. Раузер-Черноусовой (1951). Определение фораминифер осуществлялось автором на основании картотеки фораминифер (ГИН РАН), а также последних работ мировой литературы. Большинство описаний видов было выполнено автором ранее (Дженчураева, 1979, 1993).

Изучение морфологических особенностей раковин позволило выявить определенные комплексы, отличающиеся друг от друга появлением новых элементов, отражающих эволюцию данной группы. В качестве основного эволюционного репера служило первое появление новых видов.

В докладе для каждого разреза будут приведены таблицы распространения видов фораминифер по слоям, где можно наблюдать первое появление вида и окончание его развития.

Бискэ Г.С. Палеозойская структура и история Южного Тянь-Шаня. СПб.: Изд-во С.-Петербург. ун-та, 1996.

## CURRENT INSIGHTS INTO A FULL TERRESTRIAL EARLY PERMIAN ECOSYSTEM (TAMBACH FORMATION, THURINGIA, GERMANY)

**Daniel Falk<sup>1</sup>, Oliver Wings<sup>2</sup>, Ute Gebhardt<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Staatliches Museum für Naturkunde Karlsruhe, Karlsruhe, Germany. E-mail: daniel.falk.email@gmail.com; utegebhardt@gmx.de

<sup>2</sup> Central Natural Science Collections, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Halle (Saale), Germany. E-mail: oliver.wings@zns.uni-halle.de

The fossil-bearing Tambach Formation of Thuringia (Germany) yields remains of a fully terrestrial Lower Permian ecosystem, which is unique outside the USA. It was deposited in a small upland basin (graben structure), and despite several publications (e.g., Martens et al. 1981, 2009, Eberth et al. 2000), the origin of this fossiliferous site is still not fully understood.

The so-called “Bromacker Site” is situated in the northern vicinity of the small town of Tambach-Dietharz, and exposes the clastic successions of the middle to upper Tambach Formation. The area consists of several quarries which are well-known for their excellent preservation of tetrapod body fossils (articulated skeletons; e.g. *Seymouria sanjuanensis*, *Diadectes absitus*, *Orobates pabsti*, *Eudibamus cursoris*, *Dimetrodon teutonis*), as well as vertebrate and invertebrate trace fossils (e.g. *Ichniotherium cotta*, *Tambachia spiralis*, *Scoyenia gracilis*, tetrapod burrows) (Martens 2005, Martens et al. 1981, 2005, Voigt et al. 2007). Furthermore, invertebrate body fossils (conchostracans, myriapods, insects) and plant impressions have been found (leaves, fructifications, root systems) (Martens 2001, 2010). Several drill cores reveal the well-consolidated reddish sandstone, which is considered to be the hardest sandstone of Germany and is used as cut stone (Traco GmbH 2011). Typical sedimentation patterns include filled desiccation cracks, trace fossils, raindrop marks, current ripples, rip-up mud clasts, horizontal stratification, trough cross-bedding, differential grading and massive deposition (Martens et al. 1981, Eberth et al. 2000, Lützner et al. 2012). Several intercalated silty horizons yield, in addition to mud cracks and raindrop marks, the above-mentioned body fossil content (Martens 1988, Martens 2001, Eberth et al. 2000).

The exposed northern slope of the “TRACO Quarry” allows an excellent view into sedimentology. The basal reddish, fine-grained sandstone shows beds of more than 1 m thickness, which decreases to dm-scale in the middle of the wall. The sandstone is assigned to lithofacies type 6 of the “Bromacker Sandstone” (cf. Martens et al. 2009). Bedding planes occur always sharp and nearly planar with silty laminae of a few mm in thickness. The cross-sections rarely show desiccation crack fillings, desiccation crack chards and/or vertebrate and invertebrate ichnia. The lower upper part consists of sandstone beds of a thickness of a few centimeters. The thickness of the beds increases to several dm.

The depositional environment of the basin-central clastics has been interpreted as sheet flood-dominated low-relief landscape with temporal lakes and ponds (Martens et al. 1981, Eberth et al. 2000). It is plausible that the source area was close to the depositional environment. The answer as to why dozens of small, often fully articulated skeletons of at least 13 taxa were embedded upright and parallel to the bedding plane, might be found in future analyses of sedimentology and taphonomy. Furthermore, it is probable that the surrounding fine-grained clastic rocks do also yield similarly preserved vertebrate fossils. A detailed mapping, rock sampling and fossil prospecting of the complete Tambach Basin are desirable.





Fig.1: The northern slope of the “TRACO Quarry” exposes several reddish beds of the full-terrestrial “Bromacker Sandstone”; right foreground: a typical lower bedding plane with desiccation cracks, vertebrate and invertebrate trace fossils; photography by Wings.

- Eberth, D. A., Berman, D. S., Sumida, S. S., & Hopf, H. (2000): Lower Permian terrestrial paleoenvironments and vertebrate paleoecology of the Tambach Basin (Thuringia, central Germany): the upland holy grail. *Palaios*, 15(4), 293–313.
- Lützner, H., Andreas, D., Schneider, J.W., Voigt, S. & Werneburg, W. (2012): Stefan und Rotliegend im Thüringer Wald und seiner Umgebung. – In: *Deutsche Stratigraphische Kommission* (Hrsg.; Koordination und Redaktion: H. Lützner & G. Kowalczyk für die Subkommission Perm-Trias): Stratigraphie von Deutschland X. Rotliegend. Teil I: Innervariscische Becken. – Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften, Heft 61: 418–487; Hannover.
- Martens, T. (1988): Die Bedeutung der Rotsedimente für die Analyse der Lebewelt des Rotliegenden. *Zeitschrift für geologische Wissenschaften*, 16(9), 933–938.
- Martens, T. (2001). Paläontologie, Biostratigraphie und Paläogeographie der Tambach-Formation (Oberrotliegend, Unterperm) im Thüringer Wald—ein Überblick. *Beiträge zur Geologie von Thüringen*, 8, 181–212.
- Martens, T. (2005). First Burrow Casts of Tetrapod Origin from the Lower Permian (Tambach Formation) in Germany. *The Nonmarine Permian: Bulletin* 30, 30, 207.
- Martens, T., Schneider, J., & Walter, H. (1981): Zur Paläontologie und Genese fossilführender Rotsedimente—der Tambacher Sandstein, Oberrotliegendes, Thüringer Wald (DDR). *Freiberger Forschungshefte C*, 363, 75–100.
- Martens, T., Berman, D. S., Henrici, A. C., & Sumida, S. S. (2005): The Bromacker quarry—the most important locality of Lower Permian terrestrial vertebrate fossils outside of North America. *New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin*, 30, 214–215.
- Martens, T., Hahne, K. & Naumann, R. (2009): Lithostratigraphie, Taphofazies und Geochemie des Tambach-Sandsteins im Typusgebiet der Tambach-Formation (Thüringer Wald, Oberrotliegend, Unteres Perm). *Zeitschrift für Geologische Wissenschaften*, 37, 81–119.
- Traco GmbH (2011): Deutsche Sandstein-Raritäten. *DBZ Deutsche BauZeitschrift*, Bauverlag BV GmbH, DBZ 09/2011.
- Voigt, S., Berman, D. S., & Henrici, A. C. (2007): First well-established track-trackmaker association of Paleozoic tetrapods based on *Ichnoterium* trackways and diadectid skeletons from the Lower Permian of Germany. *Journal of Vertebrate Paleontology*, 27(3), 553–570.

## FORAMINIFERS OF A LATE EARLY VISEAN AGE (MFZ11B), IN THE SANANDAJ-SIRJAN ZONE, IRAN

**Shirin Fassihi<sup>1</sup>, Elena Kulagina<sup>2,4</sup>, Fariba Shirezadeh Esfahani<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia, shirin.fassihi@gmail.com

<sup>2</sup> Institute of Geology, Ufa Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia

<sup>3</sup> Azad University of Tehran, North Branch, Tehran, Iran

<sup>4</sup> Kazan Federal University, Kazan, Russia

The Mississippian (Early Carboniferous) foraminiferal faunas and biostratigraphy were studied in two sections of the Shahreza–Abadeh regions, in the Sanandaj–Sirjan Zone, Iran. These sections, with a thickness of about 207–425 m, are mainly composed of siliciclastics and fossil-rich carbonates apparently deposited in a shallow-water environment. The succession consists of the Shishtu Group, and is represented by quartz arenitic sandstone, mudstone, bioclastic wackestone, packstone, grainstone, and oolitic grainstone. The sequence in question contains 68 species belonging to 26 genera within the foraminiferal zone, that is, the *Uralodiscus rotundus* - *Glomodiscus miloni* zone of a late early Visean age. This biozone is dominated by the species of *Parathuramminites*, *Pseudoammodiscus*, *Brunsia*, *Lapparentidiscus*, *Viseidiscus*, *Uralodiscus*, *Glomodiscus*, *Paraarchaediscus*, *Planoarchaediscus*, *Forschia*, *Endothyra*, *Laxoendothyra*, *Endolaxina*, *Omphalotis*, *Rhodesinella?*, *Endothyranopsis*, *Plectogiranopsis*, *Eogloboendothyra*, *Dainella*, *Bessiella*, *Pojarkovella*, *Inflatoendothyra*, *Mediocris*, *Tetrataxis*, *Valvulinella*, and *Eoparastaffella*. The foraminiferal zone and its characteristic index species allow to correlate the Mississippian sequence in the Sanandaj–Sirjan Zone with the foraminiferal biozonation acknowledged for the late early Visean in Western Europe (Mamet *et al.* 1966; Poty *et al.* 2006), Eastern European Platform (Brazhnikova and Vdovenko 1973), Urals (Malakhova 1973; Kulagina *et al.* 2003); South China (Hance *et al.* 2011), and Istanbul Terrane in northwest Turkey (Okuyucu *et al.* 2013). This new foraminiferal fauna, furthermore, shares some common species with the concurrent fauna of the Alborz, in Iran (Bozorgnia, 1973; Lys *et al.* 1978; Vachard, 1996; Brenckle *et al.* 2009; Zandkarimi *et al.* 2014). In this study, the foraminiferal assemblage of the Biozone MFZ11B of a late early Visean age is reported for the first time in the Sanandaj–Sirjan Zone. The study also presents the occurrence of the following species of foraminifers in Iran for the first time: *Brunsia spirillinoides* (Grozdilova et Glebovskaya), *Forschia parvula* (Rauser-Chernousova), *Glomodiscus miloni* (Pelhate), *Endothyra elegia* Malakhova, *Omphalotis chariessa* (Conil et Lys), *Endothyranopsis crassiformis* Vdovenko, *Plectogiranopsis convexa* Rauser-Chernousova, and *Dainella staffelloides* Vdovenko.

This study is supported by the Postgraduate Research Fund (PPP) (PG124-2013A) of the University of Malaya.

Bozorgnia, F. (1973): Paleozoic foraminiferal biostratigraphy of central and east Alborz Mountains, Iran, Tehran (No. 4): National Iranian Oil Company.

Brazhnikova, N.E., Vdovenko, M.V. (1973): Lower Viséan foraminifers from Ukraine: Vidavintsvo "Naukova Dumka", Kiev. (in Ukrainian).

Brenckle, P. L., Gaetani, M., Angiolini, L., & Bahrammanesh, M. (2009): Refinements in biostratigraphy, chronostratigraphy, and paleogeography of the Mississippian (Lower Carboniferous) Mobarak Formation, Alborz Mountains, Iran: *GeoArabia*, 14(3): 43–78.

Hance, L., Hou, H., Vachard, D., Devuyt, F. X., Kalvoda, J., Poty, E., & Wu, X. (2011): Upper Famennian to Visean Foraminifers and some carbonate Microproblematica from South China: Geological Publishing House.

Kulagina E.I. Gibshman N.B, Pazukhin V. N. (2003): Foraminiferal zonal standard for the Lower Carboniferous of Russia and its correlation with the conodont zonation // *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, Vol. 109 (2): 173–185.

Lys, M., Stampfli, G., & Jenny, J. (1978): Biostratigraphie du Carbonifère et du Permien de l'Elbourz oriental (Iran du NE): *Note du Laboratoire de Paléontologie de l'Université de Genève*, 10: 63–78.

- Mamet, B.L., Choubert B., Hottinger, L. (1966): Notes sur le Carbonifère du Djebel Ouarkiz; étude du passage du Viséen au Namurien d'après les foraminifères. *Notes du Service Géologique du Maroc*, 27(198), 7–21.
- Malakhova, N. P.: (1973): On the age and stratigraphic position of the Gusikhinskaya Formation of the South Urals. In: *Kamennougol'nye otlozheniya vostochnogo sklona Yuzhnogo Urala*. Magnitogorskii sinklinorii. IGI UNTs AN SSSR, Sverdlovsk, pp. 127–185 (in Russian).
- Okuyucu, C., Vachard, D., & Cemal Concuoglu, M. (2013): Refinements in biostratigraphy of the foraminiferal zone MFZ11 (late early Viséan, Mississippian) in the Cebeciköy Limestone (İstanbul Terrane, NW Turkey) and palaeogeographic implications: *Bulletin of Geosciences*, 88(3).
- Poty, E., Devuyst, F.-X., & Hance, L. (2006): Upper Devonian and Mississippian foraminiferal and rugose coral zonations of Belgium and northern France: a tool for Eurasian correlations. *Geological Magazine*, 143(06): 829–857.
- Vachard, D. (1996): Iran. In: *The Carboniferous of the World III: The Former USSR, Mongolia, Middle Eastern Platform, Afghanistan and Iran*, pp. 491–513. Instituto Tecnológico GeoMinero de España, Madrid.
- Zandkarimi, K., Najafian, B., Vachard, D., Bahrammanesh, M., & Vaziri, S. H. (2014): Latest Tournaisian–late Viséan foraminiferal biozonation (MFZ8–MFZ14) of the Valiabad area, northwestern Alborz (Iran): geological implications. *Geological Journal*, 51(1): 125–142.

# MISSISSIPPIAN–ASSELIAN (EARLY CARBONIFEROUS–EARLY PERMIAN) FORAMINIFERAL FAUNAS AND BIOSTRATIGRAPHY OF THE SHAHREZA-ABADEH REGIONS (THE SANANDAJ-SIRJAN ZONE), IRAN

**Shirin Fassihi<sup>1</sup>, Fariba Shirezadeh Esfahani<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia. E-mail: shirin.fassihi@gmail.com

<sup>2</sup> Azad University of Tehran, North Branch, Tehran, Iran

The Mississippian–Asselian (Early Carboniferous–Early Permian) foraminiferal faunas and biostratigraphy were studied in three sections of the Shahreza–Abadeh regions, in the Sanandaj–Sirjan zone, Iran. These sections with a thickness of about 528–1180 m are mainly composed of the siliciclastics and carbonates. The succession consists of the Shishtu and Sardar groups of the Carboniferous and the Anarak Group of the uppermost Carboniferous–Lower Permian. The sequence under study contains 217 species belonging to 75 genera within the six foraminiferal zones, namely, (1) the *Uralodiscus rotundus* - *Glomodiscus miloni* zone of a Visean age, (2) the *Plectostaffelle jakhensis* - *Eostaffella pseudostruvei* zone of a Voznesenian (earliest Bashkirian) age, (3) the *Tikhonovichiella tikhonovichi* - *Profusulinella (Depratina) prisca* - *Aljutovella* spp. zone of a Melekessian–Vereian (latest Bashkirian–earliest Moscovian) age, (4) the *Beedeina* ex gr. *samarica* - *Taitzeoella mutabilis* zone of a late Kashirian age, (5) the *Fusulinella (Fusulinella) pseudobocki* zone of an early Podolskian age, and (6) the *Praepseudofusulina kljasmica* zone of a latest Gzhelian–Asselian age. Among the identified foraminifers, 21 genera and 39 species are reported for the first time in the Sanandaj–Sirjan Zone. The foraminiferal zones and their characteristic index species allow to correlate the Mississippian–Asselian sequence in the Sanandaj–Sirjan Zone with the foraminiferal biozonation acknowledged for the Mississippian–Asselian in the Russian Platform, Southern and Northern Urals, South China; Istanbul Terrane and Central Taurides (Turkey), and the Western Europe (e.g. Brazhnikova & Vdovenko 1973; Malakhova, 1973; Makhlina et al., 1984; Chernykh & Reshetkova, 1987; Davydov et al., 1992; Vachard & Maslo, 1996; Isakova, 2001; Ivanova, 2002; Altiner & Özgül, 2001; Kulagina et al., 2001; Kulagina et al., 2003; Poty et al., 2006; Okuyucu et al., 2013; Leven & Gorgij, 2011c). These new foraminiferal faunas, furthermore, share some common species with the concurrent faunas of the Alborz, East Iran, and Central Iran (Bozorgnia, 1973; Lys et al., 1978; Leven & Taheri, 2003; Leven & Gorgij, 2006b; Gaetani et al., 2009; Brenckle et al., 2009; Leven & Gorgij, 2011b,c; Zandkarimi et al., 2014). In this study, the foraminiferal assemblages of the Voznesenian (earliest Bashkirian) age, the Melekessian–Vereian (latest Bashkirian–earliest Moscovian) age, and also the Biozone MFZ11B (late early Visean) are reported for the first time in the Sanandaj–Sirjan Zone. The study also presents the occurrence of 19 species of foraminifers for the first time in Iran.

This study is supported by the Postgraduate Research Fund (PPP) (PG124-2013A) of the University of Malaya.

Altiner, D., and Özgül, N. (2001): Carboniferous and Permian of the allochthonous terranes of the Central Tauride Belt, Southern Turkey. Paper presented at the PaleoForams 2001, International Conference of Paleozoic Benthic Foraminifera, Ankara, Guidebook.

Bozorgnia, F. (1973): Paleozoic foraminiferal biostratigraphy of central and east Alborz Mountains, Iran, Tehran (№ 4): National Iranian Oil Company.

Brazhnikova, N.E., Vdovenko, M.V.(1973): Lower Viséan foraminifers from Ukraine: Vidavintsvo “Naukova Dumka”, Kiev. (in Ukrainian).

Brenckle, P. L., Gaetani, M., Angiolini, L., & Bahrammanesh, M. (2009): Refinements in biostratigraphy, chronostratigraphy, and paleogeography of the Mississippian (Lower Carboniferous) Mobarak Formation, Alborz Mountains, Iran: *GeoArabia*, 14(3): 43–78.

Chernykh, V., & Reshetkova, N. (1987): Biostratigraphy and conodonts of the Carboniferous-Permian boundary beds of the western slope of the southern and central Urals. Uralian Branch, USSR Academy of Sciences, Sverdlovsk.

- Davydov, V., Barskov, I., Bogoslovskaya, M., Leven, E. Y., Popov, A., Akhmetshina, L., & Kozitskaya, R. (1992): The Carboniferous-Permian boundary in the former USSR and its correlation. *International Geology Review*, 34 (9), 889–906.
- Gaetani, M., Angiolini, L., Ueno, K., Nicora, A., Stephenson, M. H., Sciunnach, D., Sabouri, J. (2009): Pennsylvanian–Early Triassic stratigraphy in the Alborz Mountains (Iran). *Geological Society*, London, Special Publications, 312 (1), 79–128.
- Isakova, T. N. (2001): Fusulinids, in Middle Carboniferous of Moscow Syncline (Southern part), Biostratigraphy. Alekseev, A.S. & Shik, S. M. (Eds), *Scientific Word*, Moscow 2, 10–32.
- Ivanova, R. M. (2002): Fusulinid zones of the Moscovian Stage in Urals. Carboniferous stratigraphy and paleogeography in Eurasia. Institute of Geology and Geochemistry of UBRAS, 127–138.
- Kulagina, E. I., Pazukhin, N., Kochetkova, N. M., Sinitsyna, Z. A., & Kochetova, N. N. (2001): Stratotypes and key sections of the Bashkirian stage, Carboniferous of southern Urals). Rossiiskaya Akademiya Nauk, Ufimskii Nauchnyi Tsentr. Institut Geologii, Moskva.
- Kulagina E.I. Gibshman N.B, Pazukhin V. N. (2003): Foraminiferal zonal standard for the Lower Carboniferous of Russia and its correlation with the conodont zonation // *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, Vol. 109 (2): 173–185.
- Leven, E. J., & Taheri, A. (2003): Carboniferous-Permian stratigraphy and fusulinids of East Iran. Gzhelian and Asselian deposits of the Ozbak-Kuh region. *Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia*, Vol. 109 (3), 399–415.
- Leven, E. J., & Gorgij, M. (2006b): Upper Carboniferous–Permian stratigraphy and fusulinids from the Anarak region, central Iran. *Russian Journal of Earth Sciences*, 8, 1–25.
- Leven, E. J., & Gorgij, M. N. (2011b): First record of Gzhelian and Asselian fusulinids from the Vazhnan Formation (Sanandaj-Sirjan zone of Iran). *Stratigraphy and Geological Correlation*, 19 (5), 486–501.
- Leven, E. J., & Gorgij, M. N. (2011c): Fusulinids and stratigraphy of the Carboniferous and Permian in Iran. *Stratigraphy and Geological Correlation*, 19 (7), 687–776.
- Lys, M., Stampfli, G., & Jenny, J. (1978): Biostratigraphie du Carbonifère et du Permien de l'Elbourz oriental (Iran du NE). *Note du Laboratoire de Paléontologie de l'Université de Genève*, 10: 63–78.
- Makhlina, M. K., Isakova, T., & Julitova, V. (1984): The Upper Carboniferous in the region of the Moscow Basin. The Upper Carboniferous of the USSR. *Transactions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee of the USSR*, 13, 5–14.
- Malakhova, N. P.:(1973): On the age and stratigraphic position of the Gusikhinskaya Formation of the South Urals. In: *Kamennougol'nye otlozheniya vostochnogo sklona Yuzhnogo Urala. Magnitogorskii sinklinorii*. IGI UNTs AN SSSR, Sverdlovsk, pp. 127–185. (in Russian).
- Okuyucu, C., Vachard, D., & Cemal Concuoglu, M. (2013): Refinements in biostratigraphy of the foraminiferal zone MFZ11 (late early Viséan, Mississippian) in the Cebeciköy Limestone (İstanbul Terrane, NW Turkey) and palaeogeographic implications. *Bulletin of Geosciences*, 88(3).
- Poty, E., Devuyt, F.-X., & Hance, L. (2006): Upper Devonian and Mississippian foraminiferal and rugose coral zonations of Belgium and northern France: a tool for Eurasian correlations. *Geological Magazine*, 143 (06): 829–857.
- Vachard, D., & Maslo, A. (1996): Précisions biostratigraphiques et micropaléontologiques sur le Bashkiriien d'Ukraine (Carbonifère moyen). *Revue de Paléobiologie*, 15, 357–383.
- Zandkarimi, K., Najafian, B., Vachard, D., Bahrammanesh, M., & Vaziri, S. H. (2014): Latest Tournaisian–late Viséan foraminiferal biozonation (MFZ8–MFZ14) of the Valiabad area, northwestern Alborz (Iran): geological implications. *Geological Journal*. 51(1): 125–142.

## NEW DATA ON FORAMINIFERS FROM THE MECHETLINO SECTION – THE GSSP CANDIDATE FOR THE KUNGURIAN STAGE

*Tatiana V. Filimonova, Tatiana N. Isakova*

*Geological Institute of Russian Academy of Sciences (GIN RAS), Moscow, Russia*

## НОВЫЕ ДАННЫЕ К ФОРАМИНИФЕРОВОЙ ХАРАКТЕРИСТИКЕ РАЗРЕЗА МЕЧЕТЛИНО – ПОТЕНЦИАЛЬНОГО КАНДИДАТА GSSP КУНГУРСКОГО ЯРУСА

*Т.В. Филимонова, Т.Н. Исакова*

*Геологический институт РАН, Москва, Россия*

Разрез Мечетлино является потенциальным кандидатом GSSP кунгурского яруса последние 15 лет. В свете новых требований было решено провести дополнительные исследования, в том числе и фораминиферовых ассоциаций, не в промоине, а в расширенном по мощности разрезе бывшего карьера. Это стало возможным в результате полевых работ 2016 года, когда была сделана канава, позволившая изучить отложения более низких уровней (около 10 м ниже предполагаемой границы кунгурского яруса). В полевых исследованиях принимали участие Г. Мизенс, В. Черных, Г. Сунгатуллина, Р. Сунгатуллин, Р. Кутыгин, В. Давыдов, Т. Филимонова. Комплексный отбор материала на литологию, изотопию, геохимию, магнитную восприимчивость, палинологию, брахиоподы, аммоноидеи, конодонты и фораминиферы проводился с одних и тех же уровней (Kotlyar et al., 2016). Двадцать образцов на фораминиферы собраны Т. Филимоновой в 2015–2016 гг. Ориентированные шлифы для изучения фузулинид сделаны Т. Исаковой и Т. Филимоновой, мелкие фораминиферы изучались как в ориентированных, так и в неориентированных петрографических шлифах (всего 240 шлифов).

Мелкие фораминиферы обнаружены на 19 уровнях. Фузулиниды – на 9, на четырех из них – образуют разнообразные сообщества. На 5 уровнях встречаются крайне редко, в виде небольших единичных фрагментов, что затрудняет их видовые и родовые определения. Ранее в разрезе промоины фораминиферы были обнаружены только в трех слоях (Chernykh et al., 2015).

В слоях м1-1н, м1-1, м1-3-1, м1-3-2 обнаружены 30 видов 21 рода мелких фораминифер. В слое м8 комплекс по родовому и видовому составу практически идентичен. В целом в слоях м1-м8 комплекс характеризуется следующими видами: *Protonodosaria proceriformis*, выделен из артинских отложений севера России, *Nodosinelloides cubanicus elongatus* – установлен в верхах яхташского-низах болорского яруса в тетических разрезах Памира и Турции, *Howchinella sossipatrovae*, *Endothyranella protracta maxima*, *Bradyina* ex gr. *majoraeformis*, *Deckerella elegans kamaica* – в бурцевских и нижеартинских отложениях Приуралья, *Elesmerella rara* – в кунгурских отложениях Нью-Мехико, *Tolypammia tchikalensis solida* – бурцевских и саранинских Приуралья, *Howchinella inflata* – горизонт песчаных фораминифер – гладких фрондикулярий севера России (нижняя-средняя пермь), *Hemigordius permicus*, *H. longus*, *H. ovatus* – в саранинском горизонте Приуралья и гжельских – болорских отложениях Западного Тетиса, *Endothyranella tersa* – артинских и кунгурских Приуралья и Печорского края. Помимо указанных видов комплекс насыщен представителями семейств Ammodiscidae, Tolypamminidae, Pseudo-ammodiscidae, Calcivertellidae, Meandrospiridae и др., требующих последующего изучения. Таким образом, в комплексе присутствует больше артинских (точнее бурцевских и иргинских) компонентов, но наличие *Nodosinelloides cubanicus elongatus* и многочисленных *Geinitzina* и *Hemigordius* позволяет сопоставлять комплекс и с саранинским горизонтом Приуралья.

Фузулинидами охарактеризованы более высокие слои разреза – м3-1, м3-2, м4-2 и м5. Наиболее многочисленный и разнообразный в видовом отношении комплекс определен в слоях м3-1, м3-2. В составе комплекса массово преобладают виды группы *Pseudofusulina*

*urasbajevi* Raus. – *Ps. urasbajevi speciosa* Raus., *Ps. seleukensis* Raus., широко распространенные в иргинском и саргинском горизонтах на западном склоне Урала, а также морфологически близкий этой группе вид *Pseudofusulina nucula* Tchuv., описанный из отложений саргинского горизонта. Реже присутствуют формы, определенные как ?*Parafusulina* cf. *cara* Grozd., представленные только параксиальными сечениями неполных (четыре оборота) раковин, но известные из саргинского горизонта. Состав комплекса дополняют единичные *Uralofusulinella arkaulensis* Tschuv. В слое м4-2 комплекс обедненный. Единичные параксиальные сечения (три оборота раковины), схожих с ?*Parafusulina* cf. *cara* Grozd. В основном присутствуют *Pseudofusulina* sp., представленные вздуто-веретеновидными укороченными формами, имеющими наибольшее сходство с *Ps. urdalensisiformis* Kir., но отличающиеся мелкими размерами. В слое м5 фузулиниды малочисленны, раковины разрушены или сильно корродированы. Присутствуют *Pseudofusulina* sp., предположительно относящиеся к *Ps. seleukensis* Raus., и *Uralofusulinella* sp. В целом фузулиниды изученного интервала разреза характерны для саргинского горизонта Урала. Полученные с вышеуказанных уровней разреза ассоциации фузулинид имеют более древний облик по сравнению с сообществами фузулинид, из слоя 1 разреза Мечетлино опубликованными ранее (Chernykh et al., 2015).

В слое м10-1 появляются мелкие фораминиферы видов *Howchinella impolita* (Crespin), а в слое м11 и *Nodosinelloides* sp. 1, характерные для саранинского горизонта Приуралья (Чикали). Комплекс слоя м12 дополняется *Howchinella* aff. *minutissima* (Paalzow) и *Howchinella semiovalis* (Zolotova et Sossipatrova) и разнообразными *Nodosinelloides* и *Geinitzina*, также характерными для саранинского горизонта (разрез Чикали). Комплекс слоя м14 свидетельствует о возможном переотложении, в нем обнаружены *Endothyranella tersa* Igonin, *Bradyina* sp., Palaeotextulariidae, неопределимые Fusulinida.

В комплексе слоя м15 появляется *Nodosinelloides pugioidea* Igonin – вид филипповского горизонта, но обнаруженный нами и в саранинских отложениях разреза Чикали, а также формы с ребристыми боками раковин. Этот морфологический признак характерен для кунгурских видов Австралии. Неопределимые остатки раковин Fusulinida говорят о размыве более древних толщ, т. к. для саранинских отложений Урала фузулиниды не характерны.

Работа выполнена по теме госзадания № 0135-2-14-0070 и частично при поддержке гранта РФФИ № 16-05-00306а (руководитель Г.В. Котляр).

Kotlyar G., Sungatullina G., Sungatullin R. (2016): GSSPs for the Permian Cisuralian Series stages. Permophiles. Newsletter of SCPS 63: 32–37.

Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Schmitz M.D. (2015): Mechetlino section. – (In: Southern Urals. Deep water succession of the Carboniferous and Permian. A Field Guidebook of XVIII International Congress on Carboniferous and Permian. Pre-Congress A3 Trip, August, 6-10, 2015. Kazan). Academy of Sciences of the Republic of Tatarstan Press: 5–19.



## **MIDDLE PALEOZOIC VOLCANISM OF THE OMOLON MASSIF (NORTHEASTERN ASIA): THE AGE AND VOLUME OF THE KEDON GROUP**

**Aina M. Gagieva**

*North-Eastern Interdisciplinary Scientific Research Institute, Magadan, Russia*

## **СРЕДНЕПАЛЕОЗОЙСКИЙ ВУЛКАНИЗМ ОМОЛОНСКОГО МАССИВА (СЕВЕРО-ВОСТОК АЗИИ): О ВОЗРАСТЕ И ОБЪЕМЕ КЕДОНСКОЙ СЕРИИ**

**А.М. Гагиева**

*Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт ДВО РАН, Магадан, Россия*

Среди структурных элементов Северо-Востока Азии Омолонский массив (ОМ) выделяется наличием кристаллического фундамента, несогласно перекрытого чехлом рифейских, палеозойских и нижнемезозойских осадочных и вулканогенных отложений. В истории формирования чехла наиболее яркое событие составил среднепалеозойский вулканизм, охвативший не менее трети площади массива. Уже первые исследователи ОМ (30-е гг. XX в.) зафиксировали, что в центральной – наиболее приподнятой части ОМ (названа Юкагирской глыбой), развиты континентальные вулканы, в периферических Коркодонской и Намындыкано-Моланджинской зонах – прибрежно-морские вулканогенно-осадочные отложения. В 1957 г. континентальные вулканогенные накопления были выделены в кедонскую серию среднего – верхнего девона.

Выходы кедонской серии образуют субизометричные ареалы, реже – приразломные зоны, в целом составляя вытянутую на северо-запад полосу с параметрами около 250–300 x 400 км. При некоторых вариациях ареалов по размеру и мощности стратонивы устанавливается общая направленность эволюции вулканизма: от лав и туфов преимущественно среднего и основного состава, через кислые породы (лавы, игнимбриты, туфы) к лавам и туфам андезитов с прослоями туфопесчаников. Сложность внутреннего строения ареалов, фациальная изменчивость разрезов, их бедность органическими остатками не позволили выработать единого мнения о нижней границе кедонской серии и ее общем стратиграфическом объеме. Геологически нижняя граница определяется несогласным налеганием вулкаников на раннепалеозойские щелочные и гранитоидные интрузии, верхняя – присутствием гальки эффузивов в терригенной крестикской свите (верхний девон – нижний карбон). Редкие находки остатков флоры и фауны (в т. ч. конодонтов) ограничивают возраст кедонской серии второй половиной среднего – концом позднего девона (Гагиев и др., 2000). В серийной легенде Госгеолкарты-200/2 возраст нижних базальтоидов кедонской серии, на основании находок эмской фауны в низах разреза Намындыкано-Моланджинской зоны, принят как ранне-среднедевонский. Однако сопоставление истории развития обеих структур показывает, что излияние позднеэмских базальтов в Намындыкано-Моланджинской зоне напрямую с кедонским вулканизмом Юкагирской глыбы не связано. Согласно результатам геохронометрии (K-Ar, Rb-Sr методы, U-Pb SHRIMP-датирование цирконов), формирование кедонской серии началось на рубеже раннего и среднего девона, около 400 млн лет назад (Гагиева, Жуланова, 2011).

Предметом дискуссии остается вопрос о верхней границе кедонской серии. Принято считать, что девонский вулканизм завершился формированием трахиандезитов – трахиандезибазальтов кубакинской толщи (вмещает самое крупное на ОМ золоторудное месторождение Кубака), вслед за чем накапливались вулканогенно-терригенные отложения позднего девона – раннего карбона. Согласно И.Н. Котляру (2000), кубакинская толща знаменует новый этап, когда гомодромный ход эволюции вулканизма был нарушен излиянием трахиандезитов-трахитов-трахириодацитов. Подтверждением тому служат данные по изотопии Sr, указывающие на смену корового магматизма мантийным (Котляр, 2000). Изложенное

позволяет произвести корректировку возраста нижних толщ кедонской серии с нижнего и среднего девона нерасчлененных до среднего девона. Определение верхней границы требует официальной конвенции, какие из стратонов, венчающих среднепалеозойский разрез Юкагирской глыбы, включать в состав кедонской серии, какие нет.

Гагиев М.Х., Шутьгина В.С., Гагиева А.М. Новые данные по стратиграфии палеозоя юга Омолонского массива // Очерки по стратиграфии Северо-Востока Азии. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН. 2000. С. 57–98.

Гагиева А.М., Жуланова И.Л. Геохронометрия среднепалеозойских вулканитов Омолонского массива: сопоставление K-Ar, Rb-Sr, U-Pb данных, геологическая интерпретация // Тихоокеан. геология. 2011. Т. 30. № 3. С. 3–20.

Котляр И.Н. Возраст золотых руд месторождения Кубака // Магматизм и метаморфизм Северо-Востока Азии. Матер. IV регион. петрограф. совещ. Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2000. С. 156–159.

## NEW CONODONT SPECIES OF THE GENUS *PALMATOLEPIS* IN THE MEMORY OF PROFESSOR V.G. KHALYMBADZHA

Yury A. Gatovsky, Georgy E. Shinkarev

Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

## НОВЫЙ ВИД КОНОДОНТОВ РОДА *PALMATOLEPIS* В ПАМЯТЬ ПРОФЕССОРА В.Г. ХАЛЫМБАЖДИ

Ю.А. Гатовский, Г.Е. Шинкарев

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Род *Palmatolepis* описан палеонтологами Е. Ульрихом и Р. Басслером из верхнедевонских отложений Северной Америки (Ulrich, Bassler, 1926). За типовой вид рода принят *Palmatolepis perlobata*. Род характеризуется большой морфологической изменчивостью и в настоящее время насчитывается более 200 видов и подвидов (Becker, Hartenfels, 2016). На основе эволюционной последовательности видов этого рода построена стандартная зональная шкала для верхнего девона (Ziegler, Sandberg, 1984; 1990).

При изучении конодонтов рассматриваемого рода часто встречаются переходные формы, которые имеют морфологические признаки обоих близко родственных видов. Если переходная форма имеет ряд устоявшихся признаков, то в данном случае можно выделить новый таксон. В нашем случае мы как раз имеем промежуточное положение нового вида между двумя известными таксонами.

Новый вид происходит из николаевской свиты верхнедевонских отложений Рудного Алтая (Восточный Казахстан). Г.Е. Шинкаревым в 1992 г. на Николаевском карьере были отобраны 20 образцов на конодонты. Карьер расположен в Шемонаихинском районе Восточно-Казахстанской области. Конодонты получены в 11 образцах из серых мелкозернистых, средне-слоистых, органогенных известняков. Комплекс конодонтов охарактеризован следующими видами *Palmatolepis r. rhenana* Bischoff, 1956, *Pa. rhenana nasuta* Müller, 1956, *Pa. gigas extensa* Ziegler et Sandberg, 1990, *Pa. jamieae* Ziegler et Sandberg, 1990, *Ancyrodella nodosa* Ulrich et Bassler, 1926, *A. lobata* Branson et Mehl, 1934, *A. curvata* (Branson et Mehl, 1934), *Ancyrognathus ubiquitous* (Sandberg, Ziegler et Dreesen, 1988), *Polygnathus lodinensis* Pölsler, 1969, *Po. evidens* Klapper et Lane, 1985, *Po. krestovnikovi* Ovnatanova, 1969, *Icriodus a. alternatus* Branson et Mehl, 1934, *Belodella devonica* (Stauffer, 1940). На основании присутствия таких видов, как *Palmatolepis r. rhenana*, *Pa. rhenana nasuta*, *Pa. gigas extensa* и *Pa. jamieae* возраст отложений устанавливается как верхний фран, конодонтовые зоны Lower и Upper rhenana. Среди конодонтов рода *Palmatolepis* был обнаружен новый вид *Palmatolepis khalymbadzhai* sp. nov.

Представленный вид *Palmatolepis khalymbadzhai* sp. nov. (рис. 1, Б) обладает следующими признаками: платформа плоская, четко трапециевидная, вытянутая в средней части; с боковой стороны лопасть длинная, треугольная, расположенная на уровне главного зубца; осевой гребень сигмоидально изогнут; задний конец платформы тупо-заостренный, иногда слегка округлый; главный зубец отчетливый, средних размеров; задний гребень короткий, не достигает заднего конца платформы; свободный лист короткий; роостры отсутствуют или слабо развиты; края платформы приподняты и скульптурированы бугорками; присутствует парапет; боковой гребень отсутствует; поверхность платформы скульптурирована мелкими бугорками.

Новый вид по своим морфологическим характеристикам, приведенным выше, похож на *Palmatolepis jamieae* и *Pa. juntianensis* и является переходным звеном между ними (рис. 2). О филогенетической связи видов *Palmatolepis jamieae* и *Pa. juntianensis* указывалось в работе В. Циглера и Ч. Сандберга (Ziegler, Sandberg, 1990), где отмечалось, что последний вид является потомком первого. В нашем материале имеются переходные формы

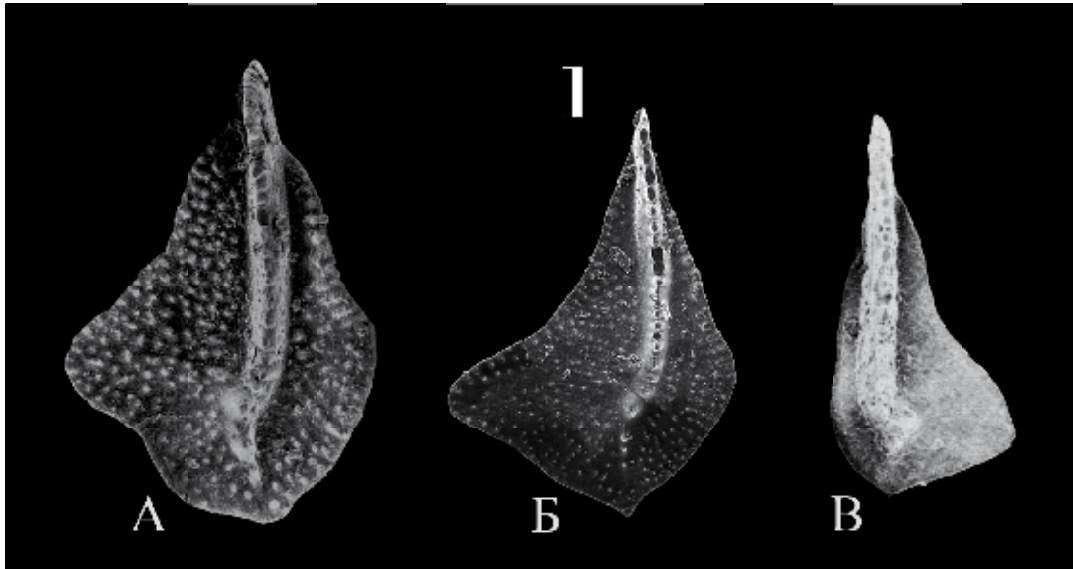


Рис. 1. Изображения голотипов изученных видов: А–*Palmatolepis jamieae* Ziegler et Sandberg, 1990; Б–*Palmatolepis khalymbadzhai* sp. nov.; В–*Palmatolepis juntianensis* Han, 1987

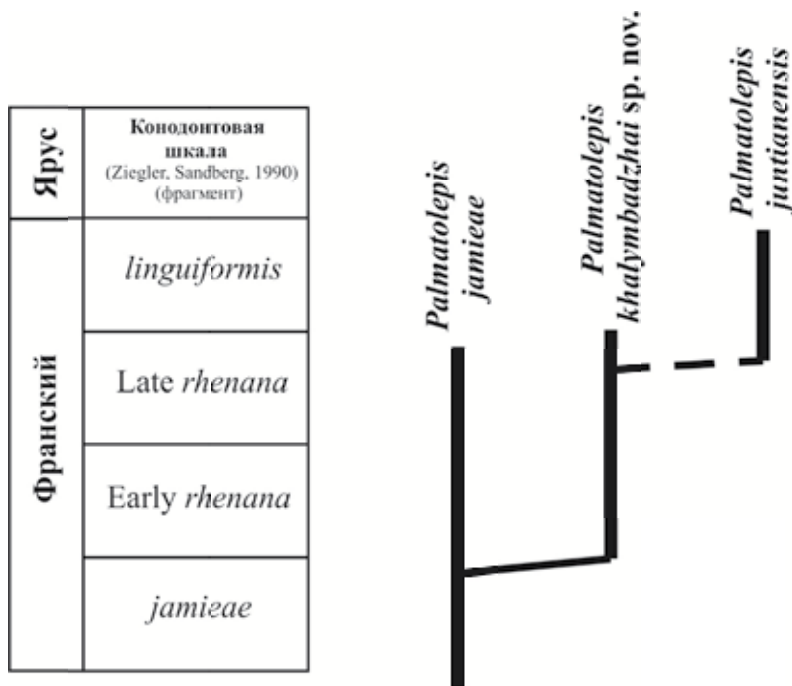


Рис. 2. Стратиграфическое распространение *Palmatolepis khalymbadzhai* sp. nov. и его предполагаемые эволюционные связи

от *Palmatolepis jamieae* к *Pa. khalymbadzhai* sp. nov. Переходные формы сохраняют основные морфологические признаки предка и в то же время приобретают новые. У этих форм трапециевидные очертания платформы, менее вытянутая лопасть, отчетливо выраженный парапет и бугорковая скульптура. К новым приобретенным признакам относятся редукция заднего гребня и выпрямление осевого гребня. Платформа *Pa. khalymbadzhai* sp. nov. становится более вытянутой, боковая лопасть удлиняется вбок, смещается к заднему концу на уровень главного зубца. У вида сохраняется бугорчатая скульптура платформы, наследуется от предка отчетливо выраженный зубчатый парапет. Округло-заостренный задний конец платформы становится тупо-заостренным. Передний конец платформы меняет свою форму с прямой (у *Palmatolepis jamieae*) на острую (у *Pa. khalymbadzhai* sp. nov.).

Осевой гребень сохраняет свою сигмоидальность, унаследованную от предка. Задний гребень делается короче и не достигает заднего конца платформы. Далее мы можем предположить возможный переход в эволюционном ряду от *Palmatolepis khalymbadzhai* sp. nov. к *Pa. juntianensis*. В нашем материале имеются некоторые переходные формы этого ряда, но сам вид *Palmatolepis juntianensis* не обнаружен. Мы предполагаем, что процесс образования *Palmatolepis juntianensis* от *Palmatolepis khalymbadzhai* sp. nov. шел следующим образом: платформа последнего уменьшалась в размерах, сильно вытягивалась в длину, расширялась в задней части, наружный край по ширине становится уже внутреннего края платформы. Боковая лопасть расширяется и становится короче. Задний конец платформы притупляется. Осевой гребень выпрямляется. Главный зубец отчетливо выделяется и несколько смещается вбок от осевого гребня. Задний гребень исчезает или сохраняется в виде 1–2 зубчиков. Поверхность платформы утрачивает бугорчатую скульптуру и становится гладкой или тонко шагреновой. Рассматриваемый эволюционный переход, на наш взгляд, скорее всего, проходил в зоне Upper rhenana, где были обнаружены изученные формы конодонтов.

- Becker, R.T., Hartenfels, S. (2016): Species of *Palmatolepis* // SDS Newsletter, 31: 35–44.
- Ulrich, E.O., Bassler, R.S. (1926): A classification of the toothlike fossils, conodonts, with descriptions of American Devonian and Mississippian species // Proc. U. S. Nat. Mus. 68(12): 1–63.
- Ziegler, W., Sandberg, C.A. (1984): *Palmatolepis*-based revision of upper part of standard Late Devonian conodont zonation. In: Clark, D.L. (ed.), Conodont biofacies and provincialism. Geological Society of America, Special Paper 196: 179–194.
- Ziegler, W. & Sandberg, C.A. (1990): The Late Devonian standard conodont zonation // Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 121: 1–115.

# THE HANGENBERG EVENT AS A MARKER OF THE DEVONIAN-CARBONIFEROUS BOUNDARY IN THE EGOR SECTION (WESTERN SLOPE OF THE MIDDLE URALS)

*Yury A. Gatovsky*

*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia*

# ХАНГЕНБЕРГСКОЕ СОБЫТИЕ КАК МАРКЕР ГРАНИЦЫ ДЕВОНА И КАРБОНА В РАЗРЕЗЕ ЕГОР (ЗАПАДНЫЙ СКЛОН СРЕДНЕГО УРАЛА)

*Ю.А. Гатовский*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

Хангенбергское событие является крупным биособытием, которое произошло в конце фаменской эпохи (поздний девон) во многих регионах мира и ассоциируется с массовым вымиранием организмов (Walliser, 1984, 1996; Kaiser, 2015; Becker et al., 2016). Причиной вымирания многих групп фауны могло послужить глобальное падение уровня мирового океана, связанного с кратковременным похолоданием в Южном полушарии (Isaacson et al., 2008). Это событие отмечено черными сланцами, образовавшимися в аноксидных условиях (Walliser, 1996). К этому событию приурочена граница девона и карбона. По решению Международной подкомиссии по стратиграфии девона эта граница проводилась по первому появлению конодонтов *Siphonodella sulcata*. Глобальным стратотипом границы (GSSP) был выбран разрез Ла-Серр в Южной Франции (Paproth et al., 1991). В данный момент в связи с тем, что в стратотипе зональный вид-индекс обнаружен стратиграфически ниже своего первого появления и была нарушена эволюционная последовательность *Siphonodella praesulcata* – *Si. sulcata*, стратотип границы пересматривается (Kaiser, 2009; Corradini et al., 2016). За последние годы пограничный интервал девона и карбона продолжал изучаться, в результате чего получено много новых данных (Becker et al., 2016).

На последнем заседании Международной рабочей группы по границе девона и карбона, проходившем в конце сентября 2016 г. в Монпелье (Франция), рассматривались новые уровни положения границы. Среди них были: (1) первое появление *Protognathodus kuehni/Siphonodella sulcata* (верхняя часть штокумского известняка); (2) первое появление *Protognathodus kockeli* (в подошве штокумского известняка) и верхняя часть Хангенбергского песчаника (конец глобальной регрессии); (3) массовое вымирание организмов в основании черных Хангенбергских сланцев. Большинство голосов был выбран второй вариант, который предложен в качестве рабочего варианта границы.

Аналоги Хангенбергского события были обнаружены в разрезе Егор, расположенном на левом берегу р. Косьвы, рядом с г. Губаха (Пермский край). Разрез приурочен к северной части Кизеловского прогиба западного склона Среднего Урала. Представляет собой хорошее обнажение с коренными выходами пограничных отложений девона и карбона. Разрез сложен доманиковыми отложениями депрессионного типа верхней части губахинской свиты. В нем выделено 18 слоев, каждый из которых характеризуется своими литологическими особенностями. Мощность разреза составляет 6,5 м. Нижняя часть разреза (слои 1–6, мощность 2,5 м) представлена ритмичным переслаиванием аргиллитов, известняков и сланцев. Встречаются отдельные прослои с известковистыми и фосфоритовыми конкрециями, а также тонких кремней. Средняя часть разреза (слои 7–10, мощность 2,5 м) сложена в основном сланцами, с единичными прослоями алевролитов и известняков. Верхняя часть (слои 11–18, мощность 1,5 м) характеризуется увеличением карбонатной составляющей и завершается разрез мощным пластом биокластового известняка. По всему разрезу встречаются маломощные туфовые прослои. В слое 7 наблюдается большое скопление двустворок *Guerichia* sp. и аммоноидей *Postclymenia evoluta*. По данным Р.Т. Беккера, данный вид аммоноидей встречается в нижней части Хангенбергских черных сланцев, зона VI-E (Becker et al., 2016). Фаменские конодонты определены во 2-м и 4-м слоях: *Palmatolepis*

*g. gracilis*, *Pa. gracilis sigmoidalis*, *Polygnathus vogesi*, *Po. inornatus*, *Po. communis communis*, *Pseudopolygnathus marburgensis trigonicus*, *Protognathodus meischneri*. Данный комплекс конодонтов характеризует зону *Lower-Middle praesulcata* (Ziegler, Sandberg, 1984). В слое 9 обнаружена *Siphonodella sulcata*, по первому появлению которой проводят границу девона и карбона. Встреченная в слое 13 форма *Siphonodella duplicata* является зональным видом одноименной зоны. Следующая нижнетурнейская зона *belkai* определена в слое 18.

Таким образом, согласно принятому Международной рабочей группой решению, границу девона и карбона следует проводить по появлению *Protognathodus kockeli* или в подошве штокумского известняка. В разрезе Егор *Protognathodus kockeli* пока не обнаружен, но появление *Siphonodella sulcata* может отвечать уровню подошвы штокумского известняка. Следовательно, границу девона и карбона в данном разрезе надо проводить в подошве слоя 9, отвечающего новому трансгрессивному этапу, по первому появлению *Siphonodella sulcata*.

- Becker, R.T., Kaiser, S.I. and Aretz, M. (2016): Review of chrono-, litho- and biostratigraphy across the global Hangenberg Crisis and Devonian–Carboniferous Boundary. In: Becker, R. T., Königshof, P. and Brett, C. E. (eds.), *Devonian Climate, Sea Level and Evolutionary Events*. Geological Society, London, Special Publications 423: 35–44.
- Corradini, C., Spalletta, C., Mossoni, A., Matyja, H. and Over, D.J. (2016): 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* 1: 1–15.
- Isaacson, P. E., Díaz-Martínez, E., Grader, G. W., Kalvoda, J., Babek, O. and Devuyt, F. X. (2008): Late Devonian–earliest Mississippian glaciation in Gondwanaland and its biogeographic consequences // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 268: 126–142.
- Kaiser, S. I. (2009): The Devonian/Carboniferous stratotype section La Serre (Montagne Noire) revisited // *Newsletters on Stratigraphy* 43: 195–205.
- Kaiser, S.I., Aretz, M. and Becker, R.T. (2015): The global Hangenberg Crisis (Devonian–Carboniferous transition): review of a first-order mass extinction, 387–437. In: Becker, R.T., Königshof, P. and Brett, C.E. (eds.), *Devonian Climate, Sea Level and Evolutionary Events*. Geological Society, London, Special Publications 423. URL: [Doi.org/10.1144/SP423](https://doi.org/10.1144/SP423).
- Paproth, E., Feist, R. and Flajs, G. (1991): Decision on the Devonian–Carboniferous boundary stratotype // *Episodes* 14: 331–336.
- Walliser, O.H. (1984): Pleading for a natural D/C-boundary // *Courier Forschungsinstitut Senckenberg* 67: 241–246.
- Walliser, O. H. (1996): Global events in the Devonian and Carboniferous. In: Walliser, O. H. (ed.), *Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic*. Springer, Berlin, 225–250.
- Ziegler, W., Sandberg, C.A. (1984): *Palmatolepis*-based revision of upper part of standard Late Devonian conodont zonation. In: Clark, D.L. (ed.), *Conodont biofacies and provincialism*: Geological Society of America, Special Paper 196: 179–194.



# SOME NON-TRADITIONAL FORAMINIFERAL TAXA AS MARKERS OF THE VISEAN/SERPUKHOVIAN BOUNDARY AND REGIONAL SUBSTAGES IN THE MOSCOW BASIN

Nilyufer B. Gibshman<sup>1</sup>, Alexander S. Alekseev<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Borissiak Paleontological Institute of the Russian Academy of Sciences (PIN RAS), Moscow, Russia

<sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow Russia

The upper Visean and Serpukhovian predominantly carbonate strata crop out in the south, west and north-west of the Moscow Basin. Packstones and wackestones are dominant among the carbonate types and contain diverse foraminiferal assemblages (Lipina, 1948; Rauser-Chernousova, 1935, 1948; Schlykova, 1951; Fomina, 1970; Makhlina *et al.*, 1993; Gibshman, 2003; Gibshman *et al.*, 2007; Kabanov *et al.*, 2016), including taxa common with the Dinant Basin in Belgium (Conil, Lys, 1964). However, the correlation between the Moscow and Dinant basins is still controversial (Hecker, 2013) because different markers are used in different scales. In the Dinant Basin, these are *Palaeotextulariidae* and *Janischewskina* (Conil *et al.*, 1991), whereas in the Moscow Basin species of genera *Eostaffella* and *Eostaffellina* are used as markers (Reitlinger in Lipina, Reitlinger, 1963; Postanovleniya..., 2008). The latter genera are not yet found in the Dinant Basin. *Janischewskina* and *Palaeotextulariidae* are common in the Moscow Basin, but are not used for zonation.

The study of several most complete Visean/Serpukhovian sections (Zaborie, Gibshman, 2003; Novogurovsky, Gibshman *et al.*, 2009; Polotnyayny Zavod and the boreholes drilled along the railroad bridge across the Oka river near Serpukhov, Kabanov *et al.*, 2016) resulted in an amended list of the most important foraminiferal taxa which are useful for definition of main boundaries in this stratigraphic interval of the Moscow Basin.

The first appearance of *Janischewskina delicata* is important for the definition of the base of the Serpukhovian (Gibshman, Baranova, 2007). The appearance of the genera *Planoendothyra* и *Rectoendothyra* in the lineage *Endothyra*–*Planoendothyra* could also be a marker of this boundary (Gibshman, 2011). The lineage of *Palaeotextulariidae* including the successive genera *Palaeotextularia* → *Cribrostomum* → *Koskinotextularia* → *Koskinobigenerina* → *Climacammina* allows the correlation of the regional substages (or foraminiferal zones, Lipina, Reitlinger, 1963) in the Moscow Basin with the upper Visean subdivisions of the Dinant Basin (Kabanov *et al.*, 2016).

The Tulian Substage (*Endothyranopsis compressa* Zone), besides the index species, contains *Palaeotextularia longiseptata* (Lipina) (Fig.1 a), *Cribrostomum* sp. and could be correlated with the lower part of Cf6  $\alpha$ - $\beta$  in Belgium (Laloux, 1987; Conil *et al.*, 1991).

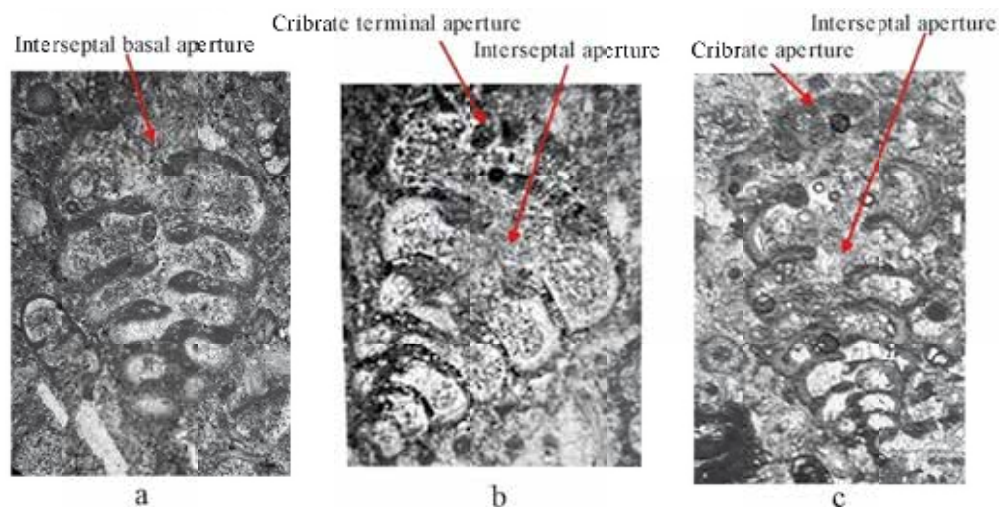


Fig. 1. Shell morphology in Palaeotextulariida with a two-lamellar wall: a – *Palaeotextularia*, Polotnyayny Zavod, Bed 2, Aleksinian; b – *Cribrostomum*, borehole 41, depth 34.2 m, Oka river, Aleksinian; c – *Climacammina*, borehole. 41, depth 16.7 m, Oka river, Venevian

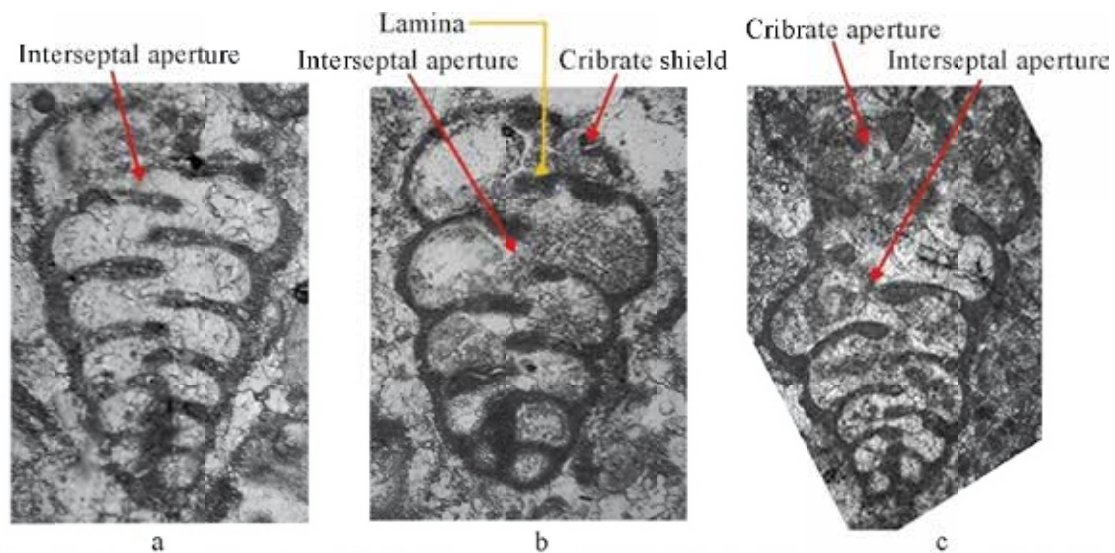


Fig. 2. Shell morphology in Palaeotextulariida with single-lamellar wall: a – *Consobrinella*, bore-hole 41, depth 12.0 m, Oka river, Venevian; b – *Koskinotextularia*, bore-hole 39, depth 35.8 m, Oka river, Aleksinian; c – *Koskinobigenerina*, Polotnyany Zavod, bed 20, Mikhailovian

The Aleksinian Substage (*Eostaffella proikensis* – *Archaediscus gigas* Zone), besides the index species, contains *Janischewskina minuscularia* (Ganelina) and *Koskinotextularia bradyi* (Lipina) (Fig. 2 b) and could be correlated with the upper part of Cf6  $\alpha$ - $\beta$  of Belgium.

The Mikhailovian Substage (*Eostaffella ikensis* Zone), besides the index species, contains *Koskinobigenerina prisca* (Lipina) (Fig. 2 c) and could be correlated with Cf6  $\gamma_1$ - $\gamma_2$  of Belgium.

The Venevian Substage (*Eostaffella tenebrosa* Zone), besides the index species, contains *Climacammina simplex* Rauser-Chernousova (Fig. 1 c), *Janischewskina typica* Mikhailov and *Loeblichia paraammonoides* Brazhnikova and could be correlated with Cf6 $\delta$  of Belgium (Gibshman, Gutorova, 2014; Gibshman, 2015).

The proposed correlation is confirmed by studies of foraminiferal assemblages in other basins (Cozar, 2006; Sommerville, 2008; Poty *et al.*, 2014; Kabanov *et al.*, 2016).

The study was partly supported by the Russian Foundation for Basic Research, 15-05-06393 and 15-05-00214.

# REFINING PERMIAN INTRA-GONDWANAN CORRELATION SCHEMES UTILIZING CLIMATIC SIGNATURES OF THE PALYNOLOGICAL RECORD

Annette E. Götz <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>University of Portsmouth, School of Earth and Environmental Sciences, Portsmouth, United Kingdom

<sup>2</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia

The Permian postglacial climate history of Gondwana represents the most prominent climate amelioration in the Phanerozoic from severe icehouse conditions in the Pennsylvanian to extreme hothouse conditions in the Triassic (Scotese, 2016). Karoo-aged basins of southern Africa, exhibiting a near continuous sedimentary record from the late Carboniferous (Pennsylvanian) to the Early Jurassic, enable palaeoclimate reconstruction based on palynology. Recent palynological studies on coal deposits and black shales of the Main Karoo Basin, South Africa (Götz & Ruckwied, 2014; Ruckwied *et al.*, 2014; Wheeler & Götz, 2016; 2017), and Moatize Basin, Mozambique (Götz *et al.*, 2017a,b), detected major climatic shifts, documenting that climate amelioration occurred rather in pulses than continuously over a period of about 50 Ma.

Palynological data recording climate signatures are seen as a powerful stratigraphic tool for interregional correlations of Gondwanan successions and a major task for the future is to obtain radiometric age control for selected reference sections of Gondwanan basins in the western, central and eastern parts of the supercontinent. Here, a preliminary palynostratigraphic framework of the Karoo sequence in southern Africa is presented. Ongoing research aims to refine and integrate existing stratigraphic zonations, including climatic signatures to further develop intra-Gondwanan correlation schemes.

- Götz, A.E. & Ruckwied, K. (2014): Palynological records of the Early Permian postglacial climate amelioration (Karoo Basin, South Africa). *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 94(2): 229–235.
- Götz, A.E., Hancox, P.J. & Lloyd, A. (2017a): Permian climate change recorded in palynomorph assemblages of Mozambique (Moatize Basin, eastern Tete Province). *Acta Palaeobotanica*, 57 [in press].
- Götz, A.E., Hancox, P.J. & Lloyd, A. (2017b): Gondwana's Permian postglacial climate amelioration recorded in coal deposits of the Moatize Basin (Mozambique, eastern Tete Province): New insights from borehole 945L\_0022. *International Journal of Coal Geology* [submitted].
- Ruckwied, K., Götz, A.E. & Jones, P. (2014): Palynological records of the Permian Ecca Group (South Africa): Utilizing climatic icehouse-greenhouse signals for cross basin correlations. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 413: 167–172.
- Scotese, C. (2016): A new global temperature curve for the Phanerozoic. GSA Annual Meeting, Denver, Colorado, Abstracts with Programs 48(7): Paper № 74-31; doi: 10.1130/abs/2016AM-287167.
- Wheeler, A. & Götz, A.E. (2016): Palynofacies patterns of the Highveld coal deposits (Karoo Basin, South Africa): Clues to reconstruction of palaeoenvironment and palaeoclimate. *Acta Palaeobotanica*, 56: 3–15.
- Wheeler, A. & Götz, A.E. (2017): Palynofacies as a tool for high-resolution palaeoenvironmental and palaeoclimatic reconstruction of Gondwanan post-glacial coal deposits: No. 2 Coal Seam, Witbank Coalfield (South Africa). *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 97 [in press].

## PTB STRATIGRAPHY AND PERMIAN-TRIASSIC ECOSYSTEM CRISIS ON THE EAST EUROPEAN PLATFORM

*Valeriy K. Golubev*

*Borissiak Paleontological Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia  
Kazan Federal University, Kazan, Russia*

## СТРАТИГРАФИЯ ПОГРАНИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕРМИ И ТРИАСА РУССКОЙ ПЛИТЫ И ПЕРМОТРИАСОВЫЙ КРИЗИС ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ЭКОСИСТЕМЫ

*В.К. Голубев*

*Палеонтологический институт имени А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия  
Казанский федеральный университет, Казань, Россия*

Можно доказать присутствие стратиграфического перерыва в геологическом разрезе. Можно опровергнуть эти доказательства. Но нельзя доказать, что стратиграфического перерыва нет. Поэтому геологический разрез всегда следует считать стратиграфически непрерывным, пока не доказано обратное (принцип презумпции стратиграфической непрерывности). Несостоятельность доказательств присутствия стратиграфического перерыва на границе перми и триаса на Русской плите показана мною (Голубев, 2004). В настоящее время нет стратиграфических данных, которые бесспорно бы свидетельствовали о присутствии этого перерыва. Поэтому разрез пограничных отложений перми и триаса Восточно-Европейской платформы является стратиграфически непрерывным.

В последние годы проведены детальные био-, магнито- и хемотратиграфические исследования важнейших разрезов пограничных отложений перми и триаса Московской синеклизы: разрезы по р. Мал. Сев. Двина и Недуброво на р. Кичменьга в Вологодской области, разрезы Воскресенское, Асташиха и Прудовка на р. Ветлуга и Окский Съезд на р. Ока в Нижегородской области и разрезы Вязники, Федурники, Гороховец, Слукино, Старое Слукино и Жуков Овраг на р. Клязьма во Владимирской области (Голубев и др., 2012; Agefiyev et al., 2015; Балабанов и др., 2016 и др.). Результаты этих исследований представлены в виде стратиграфической схемы (рис.). В пределах рассматриваемого стратиграфического интервала выявлена многократная смена зон прямой и обратной магнитной полярности. Следы крупной экосистемной перестройки (пермотриасового экосистемного кризиса) приурочены к ортозоне прямой полярности NPT. По времени эта перестройка близка к кризисам в морских экосистемах, которые также произошли в пределах хрона прямой полярности. Новые данные указывают на многоэтапность кризиса Восточноевропейской геосистемы, проявившейся, в частности, в последовательном преобразовании биоты: смена пермских комплексов триасовыми в разных группах неморских организмов происходила в разное время (рис.).

Нижняя граница триаса в лимитотипе в Мейшане (Китай) располагается внутри магнитозоны нормальной полярности, которая соответствует восточноевропейской ортозоне NPT. Несколько ниже границы в пределах магнитозоны прямой полярности в мейшаньском разрезе наблюдается резкий негативный экскурс и минимальные значения  $\delta^{13}\text{C}$ . В изученных разрезах на Московской синеклизе минимальные для верхней перми значения  $\delta^{13}\text{C}$  выявлены в пределах субзон  $n_1\text{NPT}$  и  $r_1\text{NPT}$ , что позволяет отнести эти отложения к пермской системе, а нижнюю границу триаса по изотопно-геохимическим данным проводить в основании субзоны  $n_2\text{NPT}$ . Нижняя граница вохминского горизонта фиксируется в подошве остракодовой комплексной зоны *Darwinula mega* – *Gerdalia variabilis*, которая совпадает с основанием субзоны  $r_1\text{NPT}$ . Таким образом, нижняя часть вохминского горизонта располагается ниже нижней границы триаса, то есть в верхней части верхневятского подъяруса.

ISS		RusGSS		Moscow Synecise, East European Platform										
System	Series	Stage	Series	Stage	Substage	Regional Stage	Magnetozone	Zone				Assemblage		
								Ostracoda	Pisces	Tetrapoda	Bivalvia	Insecta	Plants	
Permian	Lopingian	Changhsingian	Tatarian	Vyatkian	Upper Vyatkian	Zhukovian	r <sub>2</sub> R <sub>3</sub> P	n <sub>1</sub> NPT	Suchonellina perelubica - Suchonella rykovi - Suchonella posttypica	Gnathorhiza otschevi - Mutovinia sennikovi	Archosaurus rossicus	Palaeomutela amalitzkyi	Permian insect assemblage	Permian plant assemblage
							r <sub>1</sub> NPT							
Triassic	Lower Triassic	Induan	Lower Triassic	Induan		Vokhmian	n <sub>2</sub> NPT	R <sub>1</sub> T	Darwinula mera - Gerdalia variabilis	Blomolepis vetlugensis	Tupilakosaurus vetlugensis	No fossils	No fossils	No fossils
							r <sub>1</sub> T							

Рис.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, гранты №№ 16-04-01062, 16-05-00706 и 17-04-00410.

- Балабанов Ю.П., Фетисова А.М., Голубев В.К., Сенников А.Г. Палеомагнитная и палеонтологическая характеристика пограничных отложений перми и триаса юга Московской синеклизы // Общая стратиграфическая шкала и методические проблемы разработки региональных стратиграфических шкал России. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ. 2016. С. 18–20.
- Голубев В.К. Граница перми и триаса на Восточно-Европейской платформе // Доклады Всероссийского совещания «Структура и статус Восточно-Европейской стратиграфической шкалы пермской системы, усовершенствование ярусного расчленения верхнего отдела пермской системы общей стратиграфической шкалы». Казань: Казанский государственный университет, 2004. С. 19–21.
- Голубев В.К., Миних А.В., Балабанов Ю.П., Кухтинов Д.А., Сенников А.Г., Миних М.Г. Опорный разрез перми и триаса в Жуковом овраге у г. Гороховец, Владимирская область // Бюлл. РМСК по Центру и Югу Русской платформы. Вып. 5. 2012. С. 49–82.
- Arefiev M.P., Golubev V.K., Balabanov Yu.P., Karasev E.V., Minikh A.V., Minikh M.G., Molostovskaya I.I., Yaroshenko O.P., Zhokina-Naumcheva M.A. Type and reference sections of the Permian–Triassic continental sequences of the East European Platform: main isotope, magnetic, and biotic events. XVIII International Congress on the Carboniferous and Permian. Sukhona and Severnaya Dvina Rivers field trip. August 4–10, 2015.

## THE FIRST TETRAPODS FROM THE MIDDLE PERMIAN OF SAMARA REGION, RUSSIA

Valeriy K. Golubev<sup>1, 2</sup>, Valeriy V. Bulanov<sup>1, 2</sup>, Vladimir P. Morov<sup>3</sup>, Alyona A. Morova<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Borissiak Paleontological Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Kazan Federal University, Kazan, Russia

<sup>3</sup> Samara State Technical University, Samara, Russia

## ПЕРВАЯ НАХОДКА ТЕТРАПОД В ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ (РОССИЯ)

В.К. Голубев<sup>1, 2</sup>, В.В. Буланов<sup>1, 2</sup>, В.П. Мороев<sup>3</sup>, А.А. Морова<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия

<sup>2</sup> Казанский федеральный университет, Казань, Россия

<sup>3</sup> Самарский государственный технический университет, Самара, Россия

Континентальные пермотриасовые отложения широко распространены в Самарском Заволжье. Однако до недавнего времени остатки пермских тетрапод с этой территории не были известны. В 2016 г. сотрудниками СамГТУ В.П. и А.А. Моровыми в старом песчаном карьере у заброшенной коровьей фермы на правом берегу р. Бол. Черемшан напротив с. Аксаково, рядом с пос. Нижняя Туарма (Шенталинский район Самарской области) в отложениях казанского яруса были обнаружены остатки позвоночных. Разрозненные кости рыб и тетрапод были найдены в линзе интраформационного конгломерата, располагающейся в основании мощной (14–15 м) песчаной толщи аллювиально-дельтового генезиса. Песчаники коричневые, косослоистые (азимут падения слоев 165–370°, средний азимут по 17 измерениям для всей толщи – 276°), полимиктовые, с окремнелыми фрагментами стволов растений. Подошва песчаной толщи располагается на абсолютной отметке 126 м. Подстилаются песчаники толщиной карбонатных пород с остатками морских беспозвоночных. Выходы этих отложений можно наблюдать на дне карьера, а также в небольшой каменоломне возле дороги Аксаково – Ниж. Туарма в 0,35 км восток-северо-восточнее автомобильного моста через р. Бол. Черемшан. В каменоломне на абсолютных отметках 115–116 м обнаружены брахиоподы *Canocrinella* и двустворчатые моллюски *Pseudomonotis*. На нижней пойме р. Бол. Черемшан (абсолютная отметка 104 м) южнее автомагистраль встречаются многочисленные остатки одиночных кораллов, брахиопод и гастропод. Песчаную толщу перекрывает пачка (видимая мощность 5–6 м) гипсоносных глинисто-карбонатных отложений лагунного генезиса.

На рассматриваемой территории нижнеказанский подъярус, представленный бугульминскими, байтуганскими, камышлинскими и приказанскими (=красноярскими) слоями, образован исключительно морскими карбонатными отложениями с многочисленными остатками беспозвоночных (Государственная..., 1998). Наиболее мористую часть разреза формируют байтуганские и камышлинские слои. Находки кораллов косвенно указывают, что в окрестностях Аксаково кровля байтуганско-камышлинского интервала располагается на уровне р. Бол. Черемшан. Следовательно, вышележащая карбонатная пачка соответствует приказанским слоям, а песчаная толща с остатками позвоночных отвечает нижней части печищинских слоев, являясь стратиграфическим аналогом пачки «подбой» Приказанского Поволжья. Таким образом, местонахождение Аксаково располагается в основании верхнеказанского подъяруса.

В Аксаково остатки позвоночных представлены только изолированными в разной степени окатанными костями. Преобладают чешуи и кости рыб. Кости четвероногих позвоночных относительно редки. При этом ассоциация тетрапод довольно разнообразна: *Bolosauridae* gen.indet., капториниды *Gecatogomphius kavejevi*, архегозавриды *Platyoposaurus* sp., мелозавриды, близкие к *Koinia*, терапсиды *Phthinosaurus borissiaki*. Судя по изолированным зубам и фрагментам челюстей, присутствуют и другие, еще не опознанные амфибии, кап-



ториноморфы и терапсиды. По фаунистическому составу местонахождение Аксаково следует отнести к голюшерминскому субкомплексу очерского комплекса. Данный субкомплекс характеризует почти весь казанский ярус. Будучи среднеказанским, местонахождение по возрасту примерно соответствует местонахождениям Мамадыш-2, Горки и Березовые Полянке из бассейна Нижней Вятки, оно моложе местонахождений Голюшерма и Сентяк, но древнее местонахождений Шихово-Чирки и Белебей. Местонахождение Белебей ранее относили к очерскому субкомплексу (Ивахненко и др., 1997). Стратиграфически это местонахождение близко к Шихово-Чиркам, фаунистически не имеет общих видов с реперными местонахождениями очерского субкомплекса, но характеризуется общим видом с местонахождением Аксаково – *Phthinosaurus borissiaki*. Возможно, Белебей и близкие к нему по фаунистическому составу местонахождения (Крымский и др.) следует относить не к очерскому субкомплексу, а к голюшерминскому.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, гранты №№ 17-04-01937 и 17-04-00410.

Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200000. Серия Средне-волжская. Листы N-39-XV (Нурлат), N-39-XVI (Шентала). Объяснительная записка. М., 1998. 112 с.

Ивахненко М.Ф., Голубев В.К., Губин Ю.М., Каландадзе Н.Н., Новиков И.В., Сенников А.Г., Раутиан А.С. Пермские и триасовые тетраподы Восточной Европы. М.: ГЕОС, 1997. (Тр. Палеонтол. ин-та РАН. Т. 268.). 216 с.



## UPDATING OF THE MIDDLE-UPPER PERMIAN REGIONAL STRATIGRAPHIC SCALE OF THE EAST EUROPEAN PLATFORM

**Valeriy K. Golubev<sup>1,3</sup>, Galina V. Kotlyar<sup>2,3</sup>, Vladimir V. Silantev<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Borissiak Paleontological Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

<sup>2</sup> *A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Russia*

<sup>3</sup> *Kazan Federal University, Kazan, Russia*

## МОДЕРНИЗАЦИЯ РЕГИОНАЛЬНОЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ СРЕДНЕЙ И ВЕРХНЕЙ ПЕРМИ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

**В.К. Голубев<sup>1,3</sup>, Г.В. Котляр<sup>2,3</sup>, В.В. Силантьев**

<sup>1</sup> *Палеонтологический институт имени А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия*

<sup>2</sup> *Всероссийский научно-исследовательский геологический институт имени А.П. Карпинского, Санкт-Петербург, Россия*

<sup>3</sup> *Казанский федеральный университет, Казань, Россия*

За последние тридцать лет получено много принципиально новых данных по региональной стратиграфии надкунгурской части пермской системы Восточно-Европейской платформы. Разработаны детальные зональные шкалы по тетраподам (Ивахненко и др., 1997; Голубев и др., 2015), остракодам (Молостовская, 1999; Молостовская, Гришанов, 2008; Кухтинов, Воронкова, 2012), рыбам (Миних, Миних, 2009), двустворчатым моллюскам (Силантьев, 2014); уточнена магнитостратиграфическая шкала (Балабанов и др., 2016). На этой основе в надказанском интервале региональной стратиграфической шкалы, отвечающей уржумскому, северодвинскому и вятскому горизонтам, предлагается выделить восемь новых горизонтов (рис.). Био- и магнитостратиграфическая характеристика горизонтов представлена на рисунке. Необходимо проведение дополнительных работ по выбору названий горизонтов (для некоторых из них предлагается сохранить названия, предложенные В.И. Игнатьевым (1962)), их стратотипов и лимитотипов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, гранты №№ 16-04-01062, 16-05-00706 и 17-04-00410.

Балабанов Ю.П., Фетисова А.М., Голубев В.К., Сенников А.Г. Палеомагнитная и палеонтологическая характеристика пограничных отложений перми и триаса юга Московской синеклизы // Общая стратиграфическая шкала и методические проблемы разработки региональных стратиграфических шкал России. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ. 2016. С. 18–20.

Голубев В.К., Куркин А.А., Сенников А.Г. О возрасте сундырского фаунистического комплекса пермских тетрапод Восточно-Европейской платформы // Уч. зап. Казан. ун-та. Сер. Естест. науки. 2015. Т. 157. Кн. 1. С. 49–58.

Ивахненко М.Ф., Голубев В.К., Губин Ю.М. и др. Пермские и триасовые тетраподы Восточной Европы. М.: ГЕОС, 1997. (Тр. Палеонтол. ин-та РАН. Т. 268.) 216 с.

Кухтинов Д.А., Воронкова Е.А. Остракодовая характеристика вязниковского горизонта верхней перми Русской платформы // Бюлл. РМСК по центру и югу Русской платформы. Вып. 5. 2012. С. 83–88.

Миних А.В., Миних М.Г. Ихтиофауна перми Европейской России. Саратов: Изд. центр «Наука». 2009. 244 с.

Молостовская И.И. Зональная схема верхней перми по неморским остракодам // Доклады Международного симпозиума «Верхнепермские стратотипы Поволжья». М.: ГЕОС. 1999. С. 157–160.

Молостовская И.И., Гришанов А.Н. К вопросу о границе среднего и верхнего отделов перми по результатам исследований опорного разреза у с. Яшкино (Оренбургское Приуралье) // Изв. вузов. Геол. и разведка. 2008. № 3. С. 3–9.

Силантьев В.В. Зональная шкала пермских отложений Восточно-Европейской платформы по неморским двустворчатым моллюскам // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2014. Т. 22, № 1. С. 3–30.

Отдел	Ярус	Горизонт	Магнитостратиграфическая шкала	Зона по остракодам	Зона по рыбам	Зона по тетраподам	Зона по двустворкам <i>Palaeomutela</i>
Бирмингский	Казанский	Поволжский	Р <sub>1</sub> -Р	Paleodarwinula fainae - Prasuchonella tichvinskaja	Kargalichthys pritokensis	Parabradysaurus silantjevi	P. quadrangularis P. olgae
				Paleodarwinula tuba - Paleodarwinula arida			
	Paleodarwinula fragiliformis - Prasuchonella nasalis	Platysomus	Estemmenosuchus uralensis	P. wohrmani P. krotowi	P. doratioformis		
	Suchonellina inornata - Prasuchonella nasalis					Toyemia tverdochlebovi - Mutovinia stella	Suchonica vladimiri
	Suchonellina inornata - Prasuchonella steinachovi	Toyemia blumentalis - Strelnia certa	Proelginia permiana	P. fischeri	P. keyserlingi		
	Wjatkelina fragilina - Dvinella cyta					Toyemia blumentalis - Isadia arstovienensis	Chroniosuchus levis
	Suchonellina perelubica - Suchonella rykovi - Suchonella posttypica	Gnathorhiza otschevi - Mutovinia sennikovi	Chroniosuchus paradoxus	P. curiosa	P. curiosa		
	Wjatkelina fragiloides - Suchonella typica					Archosaurus rossicus	Jarilinus mirabilis
	Darwinula mera - Gerdalia variabilis	Blomolepis vellugensis	Tupilakosaurus wellugensis	P. golubevi	P. golubevi		
	Вохминский					Инд	Вохминский
Жуковский	Батский	Жуковский	Р <sub>3</sub> -Р	Suchonellina perelubica - Suchonella rykovi - Suchonella posttypica	Blomolepis vellugensis		
Нефёдовский						Батский	Нефёдовский
Быковский	Батский	Быковский	N <sub>2</sub> -Р	Wjatkelina fragilina - Dvinella cyta	Blomolepis vellugensis		
Горизонт 4						Северодвинский	Горизонт 4
Горизонт 3	Северодвинский	Горизонт 3	Р <sub>2</sub> -Р	Suchonellina inornata - Prasuchonella steinachovi	Blomolepis vellugensis		
Сухонский						Северодвинский	Сухонский
Горизонт 2	Северодвинский	Горизонт 2	N <sub>1</sub> -Р	Suchonellina inornata - Prasuchonella nasalis	Blomolepis vellugensis		
Горизонт 1						Северодвинский	Горизонт 1
Поволжский	Казанский	Поволжский	Р <sub>1</sub> -Р	Paleodarwinula fainae - Prasuchonella tichvinskaja	Blomolepis vellugensis		
Поволжский						Казанский	Поволжский

Рис.

*Alexey V. Gomanov*

*Komarov Botanical Institute, RAS, St.-Petersburg, Russia*

## ФЛОРА ПОГРАНИЧНЫХ КАЗАНСКО-УРЖУМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

*А.В. Гоманьков*

*Ботанический институт РАН им. В.Л. Комарова, Санкт-Петербург, Россия*

До 2006 г. за стратотип границы между казанским ярусом и уржумским горизонтом принималась граница между «черно-белой» и «пестроцветной» пачками (подошва максимумских слоев Н.Н. Форша) в разрезе Шихово-Чирки, расположенном в верхнем течении р. Вятки (Стратотипический разрез..., 2001). При этом трассирование стратиграфических границ в нижнее течение Вятки, с одной стороны, из района верхнего течения реки, а с другой – из Казанского Поволжья показывало, что подошва стратотипа уржумского горизонта располагается на более высоком уровне, чем традиционно понимаемая кровля стратотипа верхнеказанского подъяруса (Гоманьков, 2012). Таким образом, между казанским ярусом и уржумским горизонтом существовала как бы «промежуточная» толща, не относившаяся ни к одному из данных стратонев.

В дальнейшем уржумскому горизонту был придан статус региояруса и стратотип его нижней границы был перенесен в разрез Гребени, расположенный в Оренбургской области. При этом роль основного корреляционного признака для прослеживания этой границы была придана появлению первых остракод «уржумского типа» (Молостовская, 2009), которые в разрезе Шихово-Чирки вообще не встречены. Таким образом, не только вся «промежуточная толща», но также и значительная часть прежнего уржумского горизонта оказалась включенной в казанский ярус.

К «промежуточной толще» и, возможно, к стратиграфически близким к ней отложениям приурочено большое количество местонахождений ископаемой флоры. Анализ таксономического состава ориктоценозов из этих местонахождений позволяет сделать вывод, что на фоне «сквозного» присутствия членистостебельных (роды *Paracalamites* и *Equisetites*) в них выделяется три флористических комплекса (ФК), которые различаются составом голосеменных и последовательно сменяют друг друга в сводном разрезе рассматриваемых отложений. Наиболее древний ФК присутствует в местонахождении Кузьминовские Отвалы-2 (Оренбургская обл.), в нижнем флороносном слое местонахождения Дубенский (Оренбургская обл.) и во всех флороносных слоях, кроме самого верхнего местонахождения Бекечево (южный Башкортостан). Для него характерно доминирование кордаитов – нового вида рода *Ruffloria*, а также сульцивных кордаитов из рода *Cordaites*. Средний ФК присутствует в местонахождениях Кузьминовские Отвалы-1 (Оренбургская обл.), во флороносных слоях I–V (Gomanov, 1995) местонахождения Кичкас (Оренбургская обл.), во всех флороносных слоях, кроме самого нижнего местонахождения Дубенский и в самом верхнем флороносном слое местонахождения Бекечево. В этом ФК доминируют хвойные *Quadrocladus antiquus* вместе с принадлежащими им женскими шишками *Sashinia antiqua*; присутствуют также пельтаспермовые рода *Phylladoderma* и растения неопределенного систематического положения *Steirophyllum*. Самый молодой ФК присутствует в местонахождениях Донаурово (Кировская обл.), Костоваты (Удмуртия), Чепаниха (Удмуртия) и Черемушка (Татарстан), а также во флороносных слоях VI–IX местонахождения Кичкас. В нем достигает доминирующего положения род *Phylladoderma*, но много также пельтаспермовых рода *Ustyugia* (или близкого к нему рода *Odontopteridium*).

Два верхних ФК довольно уверенно могут быть отнесены к «промежуточной толще», хотя «верхнеуржумский» комплекс остракод, обнаруженный в местонахождении Кичкас

(Миних и др., 1992), непосредственно выше флороносных слоев, возможно, свидетельствует об их более молодом возрасте. Нижний ФК может быть древнее «промежуточной толщи», но он заведомо моложе всех ФК, описанных Н.К. Есауловой (1986), из казанского яруса. Слишком «молодыми» по сравнению с флорой кажутся некоторые виды двустворок, которые Г.В. Кулёва (1980) указывает из разреза местонахождения Бекечево. Но на списки Кулёвой трудно опереться при датировке данного местонахождения, поскольку они находятся в противоречии с современными представлениями о биостратиграфии гвадалупских отложений даже по той же самой фауне двустворок (Силантьев, 2016).

Так как основные доминанты всех ФК встречаются и на других стратиграфических уровнях, следует признать, что смена ФК в данном случае обусловлена экологическими причинами: миграцией растений в результате изменения среды обитания (Гоманьков, 2009). Намеченная последовательность ФК может использоваться для целей стратиграфии в пределах Восточно-Европейской платформы, но вряд ли ее можно применять для широких межрегиональных корреляций.

Работа поддержана грантом РФФИ № 15-05-07528.

- Гоманьков А.В. Костоватовский флористический комплекс и проблема казанско-уржумской границы на Восточно-Европейской платформе // Палеозой России: региональная стратиграфия, палеонтология, гео- и биособытия. Материалы III Всероссийского совещания (24–28 сентября 2012 г. ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург). СПб.: ВСЕГЕИ, 2012. С. 70–72.
- Гоманьков А.В. О причинах смены флористических комплексов в геологической летописи (на примере пермо-триасовых отложений Восточно-Европейской платформы) // Ископаемые растения и стратиграфия позднего палеозоя Ангариды и сопредельных территорий. Материалы коллоквиума (Москва, 31 марта – 3 апреля 2009). М., ГЕОС, 2009. С. 10–12.
- Есаулова Н.К. Флора казанского яруса Прикамья. Казань: КГУ, 1986. 175 с.
- Кулёва Г.В. Верхнеказанские и татарские континентальные отложения юго-востока Русской платформы. Саратов, КГУ, 1980. 160 с.
- Миних А.В., Миних М.Г., Погуца Т.И., Гоманьков А.В. Тафономические исследования местонахождения Кичкас в позднепермских медистых песчаниках // Материалы по методам тафономических исследований. Межвузовский научный сборник. Саратов: СГУ, 1992. С. 108–120.
- Молостовская И.И. Уржумский ярус и его лимитотип // Недр Поволжья и Прикаспия. 2009. Вып. 59. С. 40–44.
- Силантьев В.В. Пермские неморские двустворчатые моллюски Восточно-Европейской платформы: систематика, филогения, зональная стратиграфия: автореф. дис... докт. геол.-мин. наук. Казань, 2016. 55 с.
- Стратотипический разрез татарского яруса на реке Вятке. М., ГЕОС, 2001. 140 с.
- Gomankov A.V. (1995): Kitchkas flora from the Lower Tatarian of the Southern Urals. *Paleontological Journal* 29(2A): 81–104.

## **MINERAL COMPOSITION OF POLYHALITE ORES FROM THE SHARLYK MINE IN THE ORENBURG REGION**

***Olga P. Goncharenko<sup>1</sup>, Maxim V. Solomon<sup>1</sup>, Yuri A. Pisarenko<sup>2</sup>***

<sup>1</sup> *Saratov state University, Saratov, Russia*

<sup>2</sup> *Lower Volga Scientific Research Institute of Geology and Geophysics, Saratov, Russia*

## **ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАЛЬНОГО СОСТАВА ПОЛИГАЛИТОВЫХ РУД ШАРЛЫКСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ**

***О.П. Гончаренко<sup>1</sup>, М.В. Соломон<sup>1</sup>, Ю.А. Писаренко<sup>2</sup>***

<sup>1</sup> *Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия*

<sup>2</sup> *АО «Нижневолжский научно-исследовательский институт геологии и геофизики», Саратов, Россия*

В настоящее время добыча калийного сырья в основной массе сосредоточена в хлористых его формах. Основным источником калийной руды являются сильвиниты. Однако хлористые соли несут огромный экологический ущерб прилегающим к разрабатываемым зонам участкам. Сульфатные соли – полигалиты, в экологическом отношении наиболее ценны. Шарлыкская площадь, расположенная в Оренбургской области (Тихвинский, 1976, Трофимова, 1977), является высокоперспективным первоочередным объектом на добычу полигалитов Прикаспийского региона. В геоструктурном отношении территория исследований относится к юго-восточной окраине Восточно-Европейской (Русской) платформы в пределах Восточно-Оренбургского валообразного поднятия Волго-Уральской антеклизы, которая с востока граничит с Предуральским краевым прогибом. Основным объектом исследований являются калиеносные сульфатно-галогенные породы кунгурского яруса (иренский горизонт), а именно разрезы скважин 1П и 2П, вскрывшие продуктивный полигалитовый горизонт в интервал 663–688 м и 830–842 м соответственно. В пределах Шарлыкской площади, включая Ивановскую и Салмышскую, в верхнеиренском подгоризонте выделяется не более 6 седиментационных циклов. Согласно схеме И.Н. Тихвинского (1976), первый (I) цикл соответствует улаганским слоям, II–VI циклы – эльтонским. Слои и соответственно циклы по схеме Ю.А. Писаренко (2010) соответствуют балыклейской, луговской, погожской, антиповской и пигаревской свитам. Иренский горизонт представлен в основном сульфатно-соленосными породами в пределах всей площади исследований. Основными породообразующими минералами являются галит и ангидрит, реже – доломит и полигалит. Мощные пласты мономинеральных пород встречаются редко. Обычно в разрезе галогенной толщи присутствуют смешанные (полиминеральные) разновидности с различными сочетаниями породообразующих минералов (галита, ангидрита, доломита и реже полигалита) в виде включений, стяжений, тонких ритмично переслаивающихся слойков и примесей. В полиминеральных породах наблюдается различная текстура – слоистая, полосчатая, сетчатая, узорчатая, пятнистая и массивная. Тектурные особенности пород обусловлены в основном разнообразным сочетанием структурных форм, слагающих ее минералов. Наиболее часто встречается кристаллически зернистая (от тонко- до крупнокристаллической), пелитоморфная, скрытокристаллическая и реже брекчие- и порфириовидная и гигантокристаллическая структуры. Полигалит образует как включения, так и отдельные слои (горизонты) в галогенной толще. Содержание его в виде включений в основных галогенных породах изменяется от 0 до 3–5 %, в смешанных породах – от 6–7 до 30–49 %, а в почти мономинеральных слоях – колеблется от 52 до 79 % (рис.). Доломит обычно присутствует в виде примеси во всех галогенных породах. Содержание его колеблется от 0–0,1 до 7–12 %. Максимальная примесь доломита связана с пластами ангидритов, где он образует отдельные, почти мономинеральные прослои с содержанием минерала до 73 %. Присутствие кизерита в галогенной толще определено только по данным пересчета химических

анализов. Встречается он в основном в юго-восточной части района исследований, где содержание его достигает 5–10 %. В единичных случаях также определены магнезит (?) в слоях ангидрита и сильвин (?) в каменных солях.

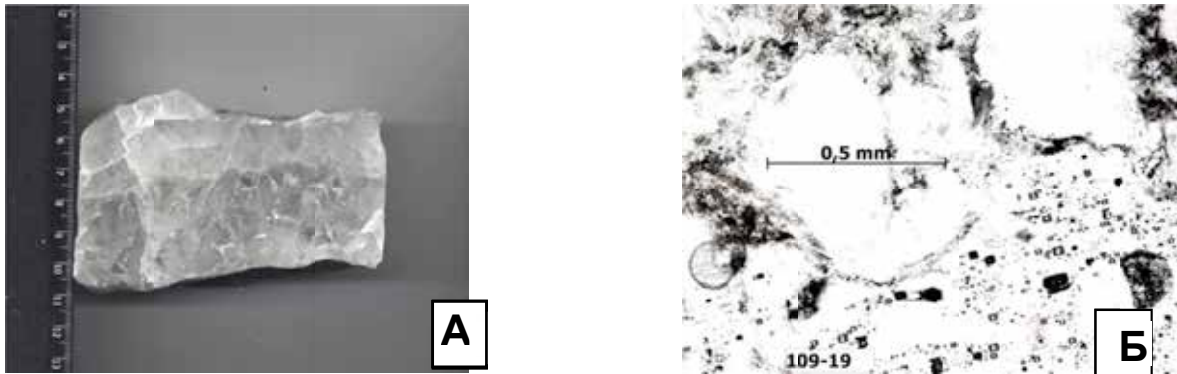


Рис. А – аншлиф полигалита светло-серого крупнозернистого, Б – «перистый» крупнокристаллический галит полигалит-галитовой породы

Таким образом, калийная минерализация в пределах Шарлыкской площади связана в основном с улаганскими слоями верхнеиренского подгоризонта. Также однозначно установлено, что калийные соли представлены здесь полигалитом с содержанием  $K_2O$  от 6 до 13 %. Присутствует он чаще в виде примеси в ангидритах и каменных солях, реже образует среди них почти мономинеральные прослои.

Корневский С.М., Воронова М.Л. Геология и условия формирования калийных месторождений Прикаспийской синеклизы. М.: Недра, 1966. 280 с.  
Писаренко Ю.А., Гончаренко О.П., Писаренко В.Ю., Киреенко О.С., Карпова Т.Г. Палеогеографические и тектонические условия формирования нижнепермской галогенной формации юго-восточной окраины Русской плиты // Известия Саратовского государственного университета. Т. 10. Серия «Науки о Земле». 2010. Вып. 2. С. 49–58.  
Тихвинский И.Н. Закономерности распространения калийных солей в Предуральско-Прикаспийском бассейне // Сов. Геология. 1976. № 2. С. 102–113.  
Трофимова А.Н., Ефремов П.Е. Строение нижнепермской соленосной толщи платформенной части Оренбургской области в связи с поисками калийных солей. Проблемы соленакопления. Новосибирск: Наука, 1977. Том II. Часть VIII. С.105–108.

## CONODONTS AND THE POSITION OF THE LOWER BOUNDARY OF THE MOSCOVIAN STAGE (PENNSYLVANIAN)

*Natalia V. Goreva*<sup>1</sup>, *Alexandr S. Alekseev*<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Geological institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, , Russia. E-mail: [goreva@ginras.ru](mailto:goreva@ginras.ru)

<sup>2</sup> Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia. E-mail: [aaleks@geol.msu.ru](mailto:aaleks@geol.msu.ru)

<sup>3</sup> Borissiak Paleontological Institute Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

## КОНОДОНТЫ И ПОЛОЖЕНИЕ НИЖНЕЙ ГРАНИЦЫ МОСКОВСКОГО ЯРУСА (ПЕНСИЛЬВАНИЙ)

*Н.В. Горева*<sup>1</sup>, *А.С. Алексеев*<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup> Геологический институт (ГИН РАН), Москва, Россия. E-mail: [goreva@ginras.ru](mailto:goreva@ginras.ru)

<sup>2</sup> Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия.

E-mail: [aaleks@geol.msu.ru](mailto:aaleks@geol.msu.ru)

<sup>3</sup> Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия

Московский ярус – один из 4 отечественных ярусов пенсильванской подсистемы. Однако биостратиграфический маркер его нижней границы до сих пор не определен и стратотип (GSSP) не зафиксирован. Сложность ситуации в отношении фиксации нижней границы московского яруса связана, прежде всего с тем, что она не может быть определена в типовой местности (Подмосковье), поскольку здесь верейский горизонт с большим перерывом залегает на породах нижнего карбона и только в пределах Азовской палеодолины ложится на верхнебашкирские континентальные отложения. Членами международной рабочей группы по выбору нижней границы московского яруса в разные годы для обсуждения предлагались различные маркеры среди конодонтов: первое появление (FAD) (1) *Declinognathodus donetzianus* в линии *D. marginodosus* – *D. donetzianus*; (2) *Idiognathoides postsulcatus* в линии *I. sulcatus* – *I. postsulcatus*; (3) *Diplognathodus ellesmerensis* в линии *D. coloradoensis* (или *D. orphanus*) – *D. ellesmerensis*; (4) *Streptognathodus expansus* в линии *S. «praeexpansus»* – *S. expansus*. Первоначально наиболее перспективным представлялся *D. donetzianus*, появляющийся вблизи основания московского яруса (известняк K<sub>2</sub>) в Донбассе и в основании верейского горизонта в Подмосковье. Однако этот вид имеет ограниченное распространение и обнаружен пока только в Донбассе, Подмосковье, в Волго-Уральской области, Башкирском Приуралье, на Южном Урале и, возможно, в Кантабрийских горах (Испания). *D. ellesmerensis*, предложенный в качестве маркера китайскими специалистами (Qi et al., 2009), распространен более широко, но имеет большой стратиграфический диапазон, будучи найден и значительно выше, например, в подольском горизонте Подмосковья, Архангельской области и Южного Урала (Дальний Тюлькас). Анализ распространения конодонтов в верхнебашкирских — нижнемосковских отложениях Восточно-Европейской платформы и Урала показал, что платформенные конодонты каширского горизонта характеризуются существенно иным морфологическим обликом по сравнению с верейскими, а в таксономическом отношении резко отличаются от ранее существовавших форм. Было высказано мнение, что этот верейско-каширский уровень имеет хороший корелляционный потенциал и биостратиграфически более обоснованной могла бы стать фиксация основания московского яруса не в подошве верейского горизонта, а в его кровле, т. е. в основании каширского горизонта (Горева, Алексеев, 2012; Alekseev, Goreva, 2013; Goreva, Isakova, 2014). В качестве маркера этой границы было предложено FAD *Neognathodus bothrops*, вида, известного в США и Подмосковье, но редко встречающегося в Донбассе и Южном Китае. Это довольно существенное изменение объема московского яруса, но на практике мелекесский горизонт, терминальный в башкирском ярусе, и верейский имеют почти идентичный комплекс конодонтов и часто не могут быть корректно разделены.



Вопрос выбора маркеров этой границы детально обсуждался на заседании Международной рабочей группы по выбору GSSP московского яруса вблизи существующей границы башкирского и московского ярусов (сентябрь 2016, Санкт-Петербург). В заседаниях и в просмотре материалов по конодонтам и фораминиферам из разных регионов мира принимали участие специалисты из России, Украины, Кыргызстана, Израиля и Китая. Основной задачей являлся выбор среди фораминифер и конодонтов потенциальных видов-маркеров и обсуждение разрезов, пригодных для их выдвижения на роль GSSP. В связи с тем, что *N. bothrops* не встречен в Донбассе и на Южном Урале, перенос нижней границы московского яруса на один горизонт вверх в основание каширского горизонта не получил поддержки. Было решено для фиксации нижней границы московского яруса продолжить фокусировать внимание на уровнях первого появления конодонтов *D. donetzianus* и *D. ellesmerensis*. В качестве возможных кандидатов для установления GSSP московского яруса рассматриваются разрезы в первую очередь Южного Урала и Южного Китая. Среди российских разрезов наибольшего внимания в качестве кандидата на роль GSSP заслуживает разрез Басу (западный склон Южного Урала, Башкирия) (Kulagina et al., 2009). В этом разрезе отмечены *D. donetzianus* и присутствуют фораминиферы *Depratina prisca* в эволюционной линии *D. praeprisca*–*D. prisca*. Было бы важно найти в этом разрезе и *D. ellesmerensis*, в случае обнаружения этого вида данный разрез мог бы составить конкуренцию китайскому разрезу Нацин. В 2016 г. Е.И. Кулагиной из слоев 4–6 этого разреза были отобраны 5 образцов весом 8–10 кг для выделения конодонтов, которые пока еще не полностью обработаны. К настоящему времени карбонатный разрез Нацин (Южный Китай) является лучшим кандидатом в GSSP московского яруса, конодонты обильны, найдены формы, вероятно, являющиеся переходными от *D. orphanus* к *D. ellesmerensis*, но другие группы ископаемых в нем не известны (Qi et al., 2015).

- Горева Н.В., Алексеев А.С. Положение нижней границы московского яруса каменноугольной системы // Палеозой России: региональная стратиграфия, палеонтология, гео- и биособытия. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2012. С. 72–75.
- Alekseev A.S., Goreva N.V. (2013). The conodont *Neognathodus bothrops* Merrill, 1972 as the marker for the lower boundary of the stage. In: Lucas et al. (eds.), Carboniferous-Permian transition. New Mexico Museum of Natural History and Science, Bulletin, 60: 1–6.
- Goreva Natalia V., Isakova Tatiana N. (2014). Lower Moscovian conodonts and fusulinids: the position of the lower boundary of the Moscovian Stage (Pennsylvanian). In Rocha R., Pais J., Kullberg J., Finney S. (eds.), Strati 2013. At the Cutting Edge of Stratigraphy. — Springer Intern. Publishing Switzerland. : 251–257.
- Kulagina, E.I., Pazukhin, V.N. & V.I. Davydov (2009). Pennsylvanian biostratigraphy of the Basu River section with emphasis on the Bashkirian-Moscovian transition. [in Russian and English]. In: V.N. Puchkov, E.I., Kulagina, S.V. Nikolaeva and N.N. Kochetova (eds.). Carboniferous type sections in Russia and potential global stratotypes. Proceedings of the International Field Meeting “The historical type sections, proposed and potential GSSPs of the Carboniferous in Russia.” Southern Urals Session. Ufa—Sibai, 13–18 August, 2009. Design Polygraph Service, Ltd., Ufa: 42-63.
- Qi, Y.-P., Lambert, L.L., Nemyrovska, T.I., Wang, X.-D., Hu, K.-Y., Wang, Q.-L. (2015). Late Bashkirian and early Moscovian conodonts from the Naqing section, Luodian, Guizhou, South China. *Palaeoworld* (2015), <http://dx.doi.org/10.1016/j.palwor.2015.02.005>
- Qi, Y., Wang, X.D., Wang Z.H., Lane H.R., Richards, B.C., Ueno K. and R.J. Groves (2009). Conodont biostratigraphy of the Naqing (Nashui) section in south China: candidate GSSPs for both the Serpukhovian and Moscovian stages. *Permophiles*, 53: 39–40.

# THE LITHOFACIAL CHARACTERISTICS OF THE BASHKIRIAN AND MOSCOVIAN BOUNDARY BEDS OF THE MIDDLE CARBONIFEROUS IN THE BASU SECTION (SOUTHERN URALS)

Elena N. Gorozhanina<sup>1</sup>, Elena I. Kulagina<sup>1</sup>, Valeryi M. Gorozhanin<sup>1</sup>, Tatiana V. Zhernovkova<sup>1</sup>, Rimma M. Ivanova<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Institute of Geology Ufa Science Centre, Russian Academy of Science, Ufa, Russia

<sup>2</sup> Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch, Russian Academy of Science, Yekaterinburg, Russia

## ЛИТОФАЦИАЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПОГРАНИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ БАШКИРСКОГО И МОСКОВСКОГО ЯРУСОВ СРЕДНЕГО КАРБОНА РАЗРЕЗА БАСУ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Е.Н. Горожанина<sup>1</sup>, Е.И. Кулагина<sup>1</sup>, В.М. Горожанин<sup>1</sup>, Т.В. Жерновкова<sup>1</sup>, Р.М. Иванова<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт геологии, Уфимский научный центр РАН, Уфа, Россия

<sup>2</sup> Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого УРО РАН, Екатеринбург, Россия

Разрез Басу рассматривается как один из возможных претендентов на эталон нижней границы (лимитотип) московского яруса. Он изучен в небольшом известняковом карьере по правому склону р. Басу, в 16 км выше впадения ее в р. Инзер. Толща сложена темно-серыми и серыми известняками, иногда более светлыми из-за доломитизации, средне- и тонкослоистыми, с многочисленными линзами и прослоями кремней. Преобладают микритовые разности, среди которых присутствуют редкие прослои грейнстоунов. В разрезе выделены биостратиграфические подразделения по фораминиферам: комплекс *H. subquadrata* – *Oz. digitalis*, зоны *D. prisca*, *A. aljutovica*, слои с *W. uralica* и по конодонтам: зоны *D. marginodosus*, *D. donetzianus*, *Id. podolskensis* и *G. laevis*. Нижняя граница московского яруса фиксируется по появлению зонального вида конодонтов *Declinognathodus donetzianus* Nem. в 6,2 м выше основания разреза (Kulagina et al., 2009). При описании шлифов по методике Флюгеля (Flügel, 2010) нами выделено 13 микрофаций (мф), отражающих гидродинамические условия на полого погружающемся шельфе (рампе) (рис.).

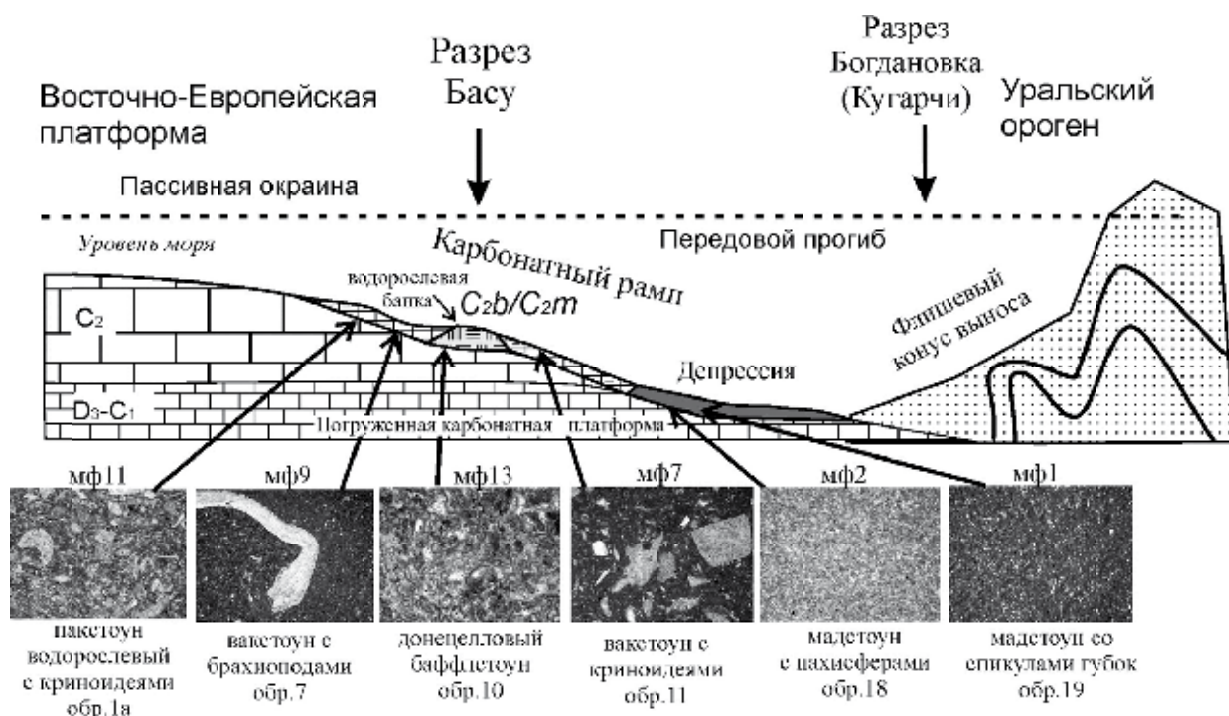


Рис. Модель осадконакопления среднекаменноугольных отложений разреза Басу

Башкирский ярус. Слои 1–4 представлены пелоидно-тонкобиокластовыми вакстоунами (обр.1в,3-7, мф9,10) и пакстоунами с элементами градационной слоистости (обр.1а-2, мф11), что предполагает их формирование в условиях средней части рампа (в зоне действия штормовых волн). В кровле башкирского яруса залегает слой мощностью 0,8 м донецелловых известняков (пакстоун, обр. 8-9, мф12 и баффлстоун, обр. 10, мф13). Преобладают *Donezella lutugini* Masl., *D. callosa* R. Ivan. (вторая по численности) и *D. lunaensis* Racz. В обр. 9 встречается крупная *Bradyina magna* Roth et Skinner. Верхняя граница слоя ровная и резкая, предположительно представляет собой поверхность твердого дна. Аналогичные фации описаны в недалеко расположенном разрезе Аскын (Proust et al, 1996), где донецелловые известняки также слагают приграничные слои.

Московский ярус. Слои 5–23 сложены мадстоунами, вакстоунами и пакстоунами с редкими прослоями грейнстоунов, предположительно, штормовой или турбидитовой природы, относятся к глубоководной зоне внешнего рампа (обр.11-31,У2/1, У2/2, мф1-9). Слой 5 представляет собой биокластовый вакстоун (обр.11, мф7) с криноидеями, мшанками и обрывками донецелловых водорослей. Характер смены микрофаций слоев 4 и 5 указывает на резкое погружение и увеличение глубины моря. Наиболее глубоководные фации отмечаются в слое 8, где они представлены темно-серыми мадстоунами со спикулами кремниевых губок (обр.19, мф1). Более высокие уровни московского яруса (слои 9-20) сложены чередованием мелкобиокластово-пелоидных вакстоунов либо с архисферами (обр.12,18,20, мф2) либо с алевритовой примесью кварца (обр. 25-1, У2-1а, мф3) и редких прослоев криноидно-фузулинидовых грейнстоунов (обр. У2/1, мф5). Слои 21–22 представлены чередованием мадстоунов и градационно-слоистых пакстоунов, переходящих в вакстоуны. В кровле московского яруса развиты мадстоуны со следами зоофикусов на поверхности напластования.

Таким образом, в разрезе Басу на границе башкирского и московского ярусов отмечается резкий переход от средней зоны карбонатного рампа к более глубоководной зоне.

Работа выполнена по теме госзадания № 0252-2014-0002, при поддержке РФФИ, проект № 15-05-00214.

Flügel E. Microfacies of carbonate rocks. Berlin: Springer-Verlag, 2010. 984 pp.

Kulagina E.I., Pazukhin V.N., Davydov V.I. Pennsylvanian biostratigraphy of the Basu River section with emphasis on the Bashkirian-Moscovian transition // Carboniferous Type Sections in Russia and Potential Global Stratotypes. Southern Urals Session: Proceedings of the International Field Meeting Ufa – Sibai, 13–18 August, 2009. Ufa, 2009. P. 42–64.

Proust J.N., Vennin E., Vachard D. et al. Etude sedimentologique et biostratigraphique du stratotype du Bashkirien (Oural du Sud, Russie) // Bull. des Centres de Recherches Exploration-Production Elf Aquitaine. 1996. 20 (2). P. 341–365.

## NEW DATA ON THE BURIED UPPER PALEOZOIC IN THE YENISEI-KHATANGA TROUGH

**Vitaliy S. Grinenko<sup>1</sup>, Anna A. Goryacheva<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Institute of Diamond and Precious Metals Geology, Siberian Division, Russian Academy of Sciences,*

<sup>2</sup>*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, SB of RAS*

Deep drilling data (2012-2013) on the left bank of the Khatanga Gulf (wells AX-2: 73° 48' 31.9" N and 107° 16' 43.2" N) and the results of studies of spores and pollen isolated from core allow us to conduct preliminary interregional correlations of the Late Paleozoic deposits within the Lena-Anabar, Lena-Vilyui, Khatangsko-Nizhnelenskaya and located within the Yenisei-Khatanga, Tunguska and Vilyui marginal depressions. In the interval 180.3–2003.1 m, there was established a sedimentary terrigenous section represented by sandstones (depth 699.2 m), siltstone carbonaceous (depth 1190 m) and argillites carbonaceous (depth 1539.45 m). We studied two effective samples 103899 and 103903 from depths 1289.85 and 1376.8 m, in which the Late Permian microphytofossils were identified (Fig. 1). Similar taxa were identified by V.V. Krugovykhr in the Tunguska basin. These results allow us to correlate these sediments with the lower part of the Vyatkian Stage of the Upper Permian. This fact allows us to state that the sedimentation within the Yenisei-Khatanga trough and in the Anabar-Khatanga saddle continued in the Late Permian time. We have established that in the interval 108.3–2003.1 m the thickness of the upper Permian is, in all probability, correlated with the Gagarieostrovsky Suite of the Tunguska basin. It should be pointed out that in the Vilyui syncline in the Late Permian (Gagarievskostrovskoye) time, the processes of destruction of the upper part of the Permian deposits began to occur as well as in its central part (the Hapchagai uplift), and in its onboard zones in the northwestern (the Tung river basin) and the northeastern (the Aldan River basin), and also in Verkhoyanie (Klets, 2016).

The studies were carried out in accordance with the research plan of the IGABM SB RAS for 2017–2019. (Draft IX.124.1.6).

Klets A.G., Budnikov I.V., Kutugin R.V., Biakov A.S., Grinenko V.S. The Permian of the Verkchoyansk–Ochotsk Region, NE Russia // *Journal of the Earth Sciences*, 2006, Vol. 26, Number 3–4, pp. 258–268.

## REGIONAL STRATIGRAPHIC SUBDIVISIONS OF THE DEVONIAN IN THE WESTERN PART OF ALTAY-SAYAN FOLDED AREA

**Yaroslav M. Gutak<sup>1</sup>, Sergei A. Rodygin<sup>2</sup>, Leonid G. Peregoedov<sup>3</sup>, Svetlana N. Makarenko<sup>2</sup>, Valentina A. Antonova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia

<sup>2</sup> National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

<sup>3</sup> Siberian Science-Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Novosibirsk

## РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ДЕВОНА ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ СКЛАДЧАТОЙ ОБЛАСТИ

**Я.М. Гутак<sup>1</sup>, С.А. Родыгин<sup>2</sup>, Л.Г. Перегоедов<sup>3</sup>, С.Н. Макаренко<sup>2</sup>, В.А. Антонова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия

<sup>2</sup> Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия

<sup>3</sup> СНИИГГиМС, Новосибирск, Россия

Основу региональной стратиграфической схемы девонских отложений западной части Алтае-Саянской складчатой области (АССО) составляют горизонты, установленные в разрезах северо-восточного Салаира (нижний–средний девон) и окраин Кузбасса (средний–верхний девон). Разрезы этих районов тектонически разобщены и лишены взаимопереходов. Со времени утверждения региональной схемы 1979 г. (Решения..., 1982) в регионе накоплен большой фактический материал по всем группам ископаемых, особенно по конодонтам, прошло несколько рабочих совещаний: Новосибирск, 2003, 2012, 2017; Новокузнецк, 2005. Усовершенствованный вариант схемы был составлен специалистами СибРМСК к 2012 г. Его принятие затормозилось из-за возникших в последние годы у работников различных точек зрения.

Первая, которой придерживаются авторы настоящей статьи, сохраняет в новой схеме большую часть горизонтов, установленных предшественниками (Решения..., 1982; Ржонсницкая, 1968; Гагиев и др., 1987; Типовые..., 1992; и др.). В связи с появлением нового материала объем и положение в разрезе некоторых горизонтов изменено. Так, лоховскому ярусу соответствуют томьчумышский, петцевский и крековский горизонты, пражскому ярусу – малобачатский горизонт. Для части эмсского интервала, занимаемой ранее беловским горизонтом, предлагается новое подразделение – раздольный горизонт со стратотипом у пос. Раздольный Гурьевского района (рис.). Акарачкинский горизонт нижнего живета включен в состав керлегешского. На северо-западной окраине Кузбасса вместо алчедатского горизонта в верхнем живете выделен мазаловско-китатский горизонт. Франскому ярусу соответствуют вассинский и соломинский горизонты, фаменскому – косоутесовский, митихинский, подонинский и топкинский горизонты (см. рис.).

Альтернативная точка зрения предполагает кардинальное изменение объема, ранга, стратиграфического положения, последовательности и наименования горизонтов (Языков и др., 2016; и др.). Авторы статьи считают, что столь радикальное изменение сложившейся схемы лишено достаточных оснований.

Гагиев М.Х., Ржонсницкая М.А., Родыгин С.А., Тимофеева О.Б. Конодонты и корреляция девонских отложений Салаира // Материалы по стратиграфии и палеонтологии Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1987. С. 30–46.

Решения Всесоюзного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем докембрия, палеозоя и четвертичной системы средней Сибири, 1979. Новосибирск, 1982. 129 с.

Ржонсницкая М.А. Биостратиграфия девона окраин Кузнецкого бассейна. Л.: Недра, 1968. Т. I. Стратиграфия. 287 с.

Типовые разрезы пограничных отложений среднего и верхнего девона, франского и фаменского ярусов окраин Кузнецкого бассейна (Матер. V выездной сессии комиссии МСК по девонской системе 1991 г.). Новосибирск, 1992. 136 с.

Язык А.Ю., Изох Н.Г., Соболев Е.С. Эволюционные преобразования биот (брахиоподы, конодонты, аммоноидеи) в эмс-эйфельских отложениях Салаирского палеобассейна // Материалы LXII сессии Палеонтологического об-ва. СПб.: ВСЕГЕИ, 2016. С. 202–203.

МЕЖДУНАРОДНАЯ СТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ШКАЛА 2012				РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ 1979 г. ГОРИЗОНТЫ, ПОДГОРИЗОНТЫ (Решения...1982)	ЛОА ПО БРАХИПОДАМ (Решения...1982)	Биозональный стандарт по конодонтам [Becker et al., 2012]	РЕГИОНАЛЬНЫЕ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ГОРИЗОНТЫ (Проект, 2017)	
СИСТЕМА	ОТДЕЛ	ЯРУС	ПОДЪЯРУС					
ДЕВОНСКАЯ	Верхний	фаменский	358,9	Подонинский		Siphonodella praesulcata	Топкинский	
			372,2	Пещёржинский	Cyrtospirifer tschemyschewi	Palmatolepis gracilis expansa Palmatolepis perlobata postera Palmatolepis rugosa trachytera Palmatolepis m. marginifera Palmatolepis rhomboidea Palmatolepis crepida Palmatolepis triangularis Palmatolepis linguiformis	Подонинский Митихинский Косоутесовский	
		Франский	Сред.	382,7	Соломинский	Anathyris ussofi	Palmatolepis rhenana Palmatolepis jamieae Palmatolepis hassi Palmatolepis punctata Palmatolepis transitans	Соломинский
			Верх.		Глубокинский	Hypothyridina cuboides	Mesctaxis guanwushanensis (= falsiovalis) norrisi	Вассинский
			Сред.		Курлякский	Anathyris tishnoffi-Cyrtospirifer conoldicus	Klapperina disparilis Schmidognathus hermanni	Мазаловско-Китвский
			Ниж.		Терёхинский	Leiorhynchus depressus-Mantloceras irilumescens	Polygnathus varcus	Сафоновский
			Верх.		Вассинский	Anathyris phalaena-Cyrtospirifer achmet	Polygnathus hemiansatus Polygnathus ensensis Tortolus k. kockelianus	Кергелешский
			Сред.		Изылминский	Anathyris sibirica-Mucrospirifer vassinensis	Polygnathus c. costatus	Мамонтовский
		Средний	Живетский	Верх.	Алчедатский	Euryspirifer cheehiel	Polygnathus c. partitus Polygnathus c. patulus	Шандинский
				Сред.	Сафоновский	Indospirifer pseudowilliamsi	Linguipolygnathus serotinus	Раздольный
	Ниж.		391,8	Кергелешский	Chascothyris salarica - Lasutkina subhians	Polygnathus inversus Eocostapolygnathus nothoperbonus Eocostapolygnathus gronbergi Eocostapolygnathus excavatus Eocostapolygnathus kitabicus	Салаиркинский	
	Эйфельский		Верх.		Акарачинский	Urella asiatica elongata	Eocostapolygnathus pirenese	Малобачатский
			Сред.		Мамонтовский	Salairotechia pseudocarens Lasutkina mamontovensis	Gondwania kindlei	
			Ниж.	393,3	Шандинский	Megastrophia uralensis - Zdimir pseudobaschkircus	Gondwania irregularis	Крековский
	Нижний		Эмский	Верх.	407,6	Салаиркинский	Faraspirifer gurjevskiensis	Pedavis gilberti Masaraella pandora morph. beta Ancyrodelloides trigonicus
		Сред.			Малобачатский	Latonotechia latona - Karpinskia conjugula	Lanea transitans Lanea eleanorae Lanea omoalpha	
		Пражский	Верх.	410,8	Крековский	Gypidula (Platogypa) kayseri и др. Ucinulus krekovensis и др.	Caudicriodus postwoschmidti	Томьчумышский
			Ниж.		Томьчумышский	Remneviteochia pseudoancilans Lanceomyonia borealiformis	Caudicriodus hesperius	
	Лохковский	Верх.	419,2	Сухой				

Рис. Региональные стратиграфические подразделения западной части АССО (Проект, 2017)



# FUSULINIDS FROM THE BASHKIRIAN/ MOSCOVIAN TRANSITION IN THE CARBONIFEROUS OF EURASIA: PHYLOGENY, DISTRIBUTION, STRATIGRAPHICAL POTENTIAL

Tatiana N. Isakova<sup>1</sup>, Aleksandra V. Dzhenchuraeva<sup>2</sup>, Olga B. Orlov-Labkovsky<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Geological Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>2</sup> State Agency on Geology and Mineral Resources under the Government of Kyrgyz Republic, Bishkek, Kyrgyz Republic

<sup>3</sup> The Steinhardt Museum of Natural History – Israel National Center for Biodiversity Studies, Tel Aviv University, Tel Aviv, Israel

## ФУЗУЛИНІДЫ ПОГРАНИЧНЫХ БАШКИРСКО-МОСКОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЕВРАЗИИ: ФИЛОГЕНИЯ, РАСПРОСТРАНЕНИЕ, КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ

Т.Н. Исакова<sup>1</sup>, А.В. Дженчураева<sup>2</sup>, О.Б. Орлов-Лабковски<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Геологический институт Российской академии наук, Москва, Россия

<sup>2</sup> Государственное Агентство по геологии и минеральным ресурсам при правительстве Кыргызской Республике, Бишкек, Кыргызская Республика

<sup>3</sup> Тель-Авивский университет, Тель-Авив, Израиль

Исторически фузулиниды башкирского и московского ярусов хорошо изучены в страторегионах – на Южном Урале (Башкирия) и южном крыле Московской синеклизы. В последние годы получены новые данные о фузулинидах из удаленных от страторегионов разрезах Евразии (Leven, 1998; Dzhenchuraeva, 2007; Ueno, 2008; Davydov, 2009; Isakova, 2015; Orlov-Lobkovsky, 2015; Villa et al. 2016), расширившие сведения о корреляционном потенциале фузулинид в пограничном башкирско-московском интервале Юго-Западного Дарваза, Юго-Западного Тянь-Шаня, Турции, Донецкого бассейна, Среднего Урала, Южного Китая и Кантабрийской зоны северо-запада Испании. Полученные новые данные по фузулинидам о стратиграфическом распространении потенциальных видов-маркеров нижней границы московского яруса актуальны в связи с деятельностью Международной рабочей группы по выбору и обоснованию GSSP нижней границы московского яруса Международной стратиграфической шкалы (МСШ).

ярус	Группы Tikhonoviella-Ajutovella aljutovica Staffellaeformes Depratina prisca				Группа Verella- Eofusulina			
	Южный Урал	Средний Урал р-з Кременной	Юго-западный Тянь-Шань р-з Кафирниган	Южный Тянь-Шань р-з Ахунтау	Юго-восточная Турция р-з Кузуолюк	Сев.-запад Испании Кантабрийская зона	Донбасс	Южный Китай р-з Zhongdi
московский	Depratina prisca Depratina preprisca Profusulina sp. T. pseudosaljutovica A. aljutovica	Depratina prisca A. aljutovica ex gr. aljutovica (A. conspecta)	Depratina prisca A. aljutovica aljutovica	Depratina prisca A. aljutovica aljutovica Eofusulina triangula	Depratina prisca A. aljutovica aljutovica Eofusulina sp.	Eofusulina sp.	Eofusulina triangula	Depratina ex gr. prisca Eofusulina sp.
башкирский	Profusulina					Verella transiens	Verella? transiens	Verella sp. Verella

Рис. Распространение потенциальных видов-маркеров нижней границы московского яруса МСШ



Положение этой границы соотносится разными исследователями либо традиционно с уровнем первого появления *Aljutovella aljutovica*, либо рассматриваются следующие варианты (рис.): уровень первого появления *Depratina prisca* (Кулагина, 2008), уровень появления *Eofusulina* в линии *Verella – Eofusulina* (Ueno, Nemyrovskaya, 2008; Davydov, 2009). Эволюционная линия *Tikhonovichiella pseudoaljutovica – Aljutovella aljutovica* прослежена на Южном Урале, так же как эволюционная линия *Depratina praepрисca – Depratina prisca* (Кулагина, 2008). Анализ распространения фузулинид в разрезах Южного Тянь-Шаня (разрезы Газ и Ахунтау) свидетельствует о возможности прослеживания в указанных разрезах эволюционных линий как *Tikhonovichiella – Aljutovella*, так и *Verella spicata – Eofusulina triangula*. Границу московского яруса маркирует одновременное появление *Aljutovella aljutovica* и *Eofusulina triangula*. В Юго-Западном Тянь-Шане (разрез Кафирниган) границу башкирского и московского ярусов определяет в филогенетической линии *Staffellaeformes – Depratina* появление *Depratina prisca* с сопутствующим комплексом фузулинид. *Aljutovella aljutovica* является стратиграфически несколько выше по разрезу, так же как и в страторегии башкирского яруса. В Турции (разрез Kuzuoluk) *Aljutovella aljutovica* одновременно с *Eofusulina* фиксируются стратиграфически ниже появления *Depratina prisca*. Филогенетическая линия *Verella (Verella spicata) – Eofusulina (Eofusulina triangula)* выявлена в Кантабрийской зоне Испании, в Южной Турции, Донетском бассейне, на Среднем Урале, в Южном Тянь-Шане и Южном Китае. Данные по Кантабрийской зоне предполагают диахронный характер появления *Verella spicata* и *Eofusulina* в различных регионах. Отсутствие эволюционной линии *Verella – Eofusulina* в стратотипических разрезах как московского, так и башкирского ярусов также снижает корреляционный потенциал *Eofusulina* для фиксации нижней границы глобального московского яруса. Итак, в качестве маркера нижней границы московского яруса МСШ наиболее предпочтительными остаются варианты первого появления *Aljutovella aljutovica* либо первого появления *Depratina prisca*.

Работа поддержана РФФИ, проект 15-05-00214.

- Кулагина Е.И. (2008): Граница башкирского и московского ярусов (средний карбон) на Южном Урале в свете эволюции фузулинид. – БМОИП, отд. геол. 83 (1): 33–44.
- Davydov V.I. (2009): Bashkirian-Moscovian transition in Donets Basin: the key for Tethyan-Boreal Correlation. – Типовые разрезы карбона России и потенциальные глобальные стратотипы. Южноуральская экскурсия. Уфа: 188–192.
- Dzhenchuraeva A.V., Okuyucu C. (2007): Fusulinid Foraminifera of the Bashkirian–Moscovian boundary in the eastern Taurides, southern Turkey. – Journal of Micropalaeontology 26: 73–85.
- Leven E. Ja. (1998): Stratigraphy and fusulinids of the Moscovian Stage (Middle Carboniferous) in the Southwestern Darvaz (Pamir). – Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia 104 (1): 3–42.
- Orlov-Labkovsky O., Bensch F.R. et Mikhno N.M. (2007): Revision of Carboniferous Foraminiferal zonation of Middle and South Tien-Shan. In: Wong, Th. E. (Ed.): Proceedings of the XVth International Congress on Carboniferous and Permian Stratigraphy. Utrecht. Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. Amsterdam: 305–316.
- Ponomareva G.Yu., Alekseev A.S., Kossovaya O.L., Isakova T.N. (2015): Mariinsky Log section – Middle Urals. Carboniferous and Permian marine and continental succession. Field trip Guidebook of XVIII International Congress of the Carboniferous and Permian (ICCP 2015) Ponomareva G.Yu., Kossovaya O.L. (eds.). Perm: 66–91.
- Ueno K., Nemyrovskaya T.I. (2008): Bashkirian-Moscovian (Pennsylvanian/Upper Carboniferous) boundary in the Donets Basin, Ukraine. – Journal of Geography 117: 919–932.
- Villa E., Merino-Tomé O. (2016): Fusulines from the Bashkirian/Moscovian transition in the Carboniferous of the Cantabrian Zone (NW Spain). – Journal of Foraminiferal Research 46 (3): 237–270.

## PALEOZOIC FORAMINIFERS OF THE MENDELEEV RISE (CENTRAL-ARCTIC UPLIFTS)

Tatiana N. Isakova<sup>1</sup>, Sergey G. Skolotnev<sup>2</sup>, Olga L. Kossovaya<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Geological Institute of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Geology-Geophysics Service Geological Institute, Moscow, Russia

<sup>3</sup> VSEGEI, St. Petersburg, Russia

## ПАЛЕОЗОЙСКИЕ ФОРАМИНИФЕРЫ ПОДНЯТИЯ МЕНДЕЛЕЕВА (СЕВЕРНЫЙ ЛЕДОВИТЫЙ ОКЕАН, ВОСТОЧНАЯ АРКТИКА)

Т.Н. Исакова<sup>1</sup>, С.Г. Сколотнев<sup>2</sup>, О.Л. Коссовая<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Геологический институт Российской академии наук, Москва, Россия

<sup>2</sup> Геолого-геофизическая служба Геологического института, Москва, Россия

<sup>3</sup> Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского, Санкт-Петербург, Россия

Сведения о возрасте пород, представляющих коренные обнажения поднятия Менделеева в Северном Ледовитом океане, чрезвычайно важны для понимания хода геологического развития арктического региона. Первые данные о возрасте осадочных пород с этого поднятия были получены в ходе экспедиции «Арктика-2012» (Морозов и др., 2013). Научные исследования, проводимые в ходе работ «Арктика-2012», позволили получить образцы карбонатных пород, палеонтологическое изучение которых установило присутствие палеозойских органогенно-детритовых известняков и вторичных доломитов в диапазоне верхний силур – средняя пермь (Kossovaya et al., 2016). В 2014 и 2016 годах Геолого-геофизическая служба Геологического института провела серию уникальных глубоководных экспедиций в центральной части поднятия Менделеева, отобрав серию образцов горных пород с помощью манипуляторов научно-исследовательской лодки (Сколотнев и др., в печати). Образцы отобраны непосредственно из уступов, сложенных коренными породами, из осыпей, сопровождающих эти уступы, и из отдельных каменных россыпей, лежащих поверх илистого дна. Набор пород, собранных из трех разных позиций, одинаков и представлен доломитами, известняками, песчаниками и вулканитами. Суммарный анализ фораминиферовых сообществ, выявленных в карбонатных породах поднятия Менделеева, показал следующее. Наиболее древний комплекс фораминифер, указывающий на позднедевонский, очевидно, фаменский (раннефаменский?) возраст вмещающих пород, содержится в образце из центральной части поднятия Менделеева. Основная масса образца состоит из пеллет овоидной формы размером 0,1–0,2 мм. Фораминиферы округлой формы составляют 10–20 % породы. Комплекс представлен палеозойскими примитивными известковыми фораминиферами, в котором отсутствуют многокамерные фораминиферы. В состав комплекса входят: *Paraturammia* ex gr. *dagmarae*, *Paraturammia* aff. *breviradiosa*, *Parathuraminites* aff. *cushmani*, *Parathuraminites* *subrus*, *Kukhistanella* *praemikhnoae*, *Salpingothurammia* *tuberculata*, *Tchuvashovella* cf. *karumasarica*, *Tchuvashovella* *postsubvasta*, *Bisphaera* *malevkensis* (aff. *malevkensis* ?), *Caligella* sp. (ex gr. *gracilis*), *Uralinella* *angusta*, *Cribrosphaeroides* sp., *Auroria* sp., *Neoarchaesphaera* sp. Основная часть видов фораминифер, определенных в составе рассматриваемого комплекса, имеет более мелкие размеры по сравнению с теми же самыми видами из фаменских отложений других известных регионов (Урала, Западно-Сибирской плиты, Тянь-Шаня и др.), что придает рассматриваемому комплексу более древний и примитивный, чем позднефаменский, облик. Возможно, это связано с условиями обитания в своеобразном бассейне с повышенной щелочностью или измененным солевым составом морской воды, в котором активно происходила доломитизация карбонатного ила. Данные о комплексах фузулинид, свидетельствующих о более молодом возрасте вмещающих пород получены ранее в ходе работ «Арктика-2012». Согласно опубликованным данным (Kossovaya et al., 2016), ком-

плексы фузулинид, свидетельствующие о более молодом возрасте вмещающих пород, присутствуют в детритовых известняках (водорослевых, фузулинидово-криноидно-мшанковых пакстоунах) из района г. Шамшура. Определены фораминиферы башкирского, позднемосковского-раннекасимовского и раннепермского возраста. В пределах г. Шамшура в нижней части возвышенности в водорослевом березелло-двинеловом известняке присутствуют фораминиферы башкирского яруса – *Eostaffella designata*, *E. pseudoovoidea*, *Schubertella obscura mosquensis*, *Ozawainella* sp. Палеонтологическую характеристику позднемосковского-раннекасимовского интервала разреза представляет комплекс фораминифер с *Kanmeraia* (?) aff. *longdalensis*, *Pulchrella* cf. *pokojamiensis*, *Schubertella gracilis*, *Climacammina moelleri timanica* из мшанково-криноидно-фораминиферовых известняков. Этот возраст подтверждается также присутствием ассоциации фораминифер следующего состава: *Nipperella nipperensis yugorskensis*, *Pulchrella* cf. *pokojamiensis*, *Ozawainella* sp. В указанном сообществе фораминифер содержатся виды, характерные для отложений тумбасалинской свиты Югорского полуострова мыса Тумба-сале, распространенные в мячковском горизонте московского яруса среднего карбона (*Nipperella nipperensis yugorskensis*) и кривякинском горизонте касимовского яруса верхнего карбона. Заведомо пермские отложения представлены мшанковыми известняками с единичными фораминиферами *Pseudonodosaria* ex gr. *ventrosa*. Указанный вид известен на о. Шпицберген из кунгурского яруса, а на Новой Земле – из отложений шадровской свиты казанского возраста. Научные результаты, полученные в ходе проведенных глубоководных экспедиций 2014 и 2016 годов, позволяют по-новому взглянуть на геологическую историю развития арктического региона. А в комплексе с результатами экспедиций зарубежных коллег, работ российских институтов и НК «Роснефть» на островах и акваториях окраинных морей Северного Ледовитого океана выявить особенности осадконакопления, уточнить и увязать время основных геологических событий.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН 13, проект «Геодинамическая природа и Fe-Mn металлогения поднятия Менделеева в Северном Ледовитом океане» и частично в рамках гостемы № 0135-2014-0070 ГИН РАН.

Морозов А.Ф., Петров О.В., Шокальский С.П. и др. Новые геологические данные, обосновывающие континентальную природу области центрально-арктических поднятий // Региональная геология и металлогении. 2013. Т. 53. С. 34–55.

Kossovaya O.L., Tolmacheva T.J., Petrov O.V., Isakova T.N., Mirolyubova E.S, Rekant P.V., Gusev E.A. Paleozoic carbonate deposits and fauna of the Mendeleev uplift (Eastern Arctic) // 35<sup>TH</sup> International Geological Congress, 27 August-4 September 2016, Cape Town, South Africa.

Сколотнев С.Г., Федонкин М.А., Корнийчук А.В. Новые данные о геологическом строении юго-западной части поднятия Менделеева (Северный Ледовитый океан). Доклады РАН, 2017, в печати.

## CHONDRICHTHYAN FISHES FROM THE LATE CARBONIFEROUS OF THE VOLGA RIVER BASIN, RUSSIA

Alexander O. Ivanov

Institute of Earth Sciences, St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia  
Kazan Federal University, Kazan, Russia; IvanovA-Paleo@yandex.ru

## ХРЯЩЕВЫЕ РЫБЫ ИЗ ПОЗДНЕГО КАРБОНА ПОВОЛЖЬЯ, РОССИЯ

А.О. Иванов

Институт наук о Земле, Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия  
Казанский федеральный университет, Казань, Россия

Таксономически разнообразный комплекс хрящевых рыб был встречен в касимовских и гжельских отложениях разрезов Яблоневый овраг и Ширяево, Самарская Лука, Самарская область, а также в разрезе по р. Медведица у г. Жирновск, Волгоградская область.

В этих разрезах найдены зубы симмориид *Denae wangi* Wang, Jin & Wang и *Denae* sp.; ктенакантид *Heslerodus divergens* (Trautschold) и *Glikmanius* sp.; джалодонтида *Adamantina foliacea* Ivanov; протакродонтида, относящегося к новому роду; нового элазмобранха и хелодонтид; а также зубные пластинки кохлиодонтид и разнообразные чешуи хрящевых рыб (рис.).

Зубы нового рода протакродонтид обладают пирамидальной короной с лабиальными и лингвальными рядами отростков, несущих бугорки, а также значительно васкуляризованным основанием. Зубы нового таксона схожи с зубами *Deihim* (Ginter et al. 2002) и *Tiaraju* (Richter 2007), но отличаются строением лабиальных и лингвальных отростков.

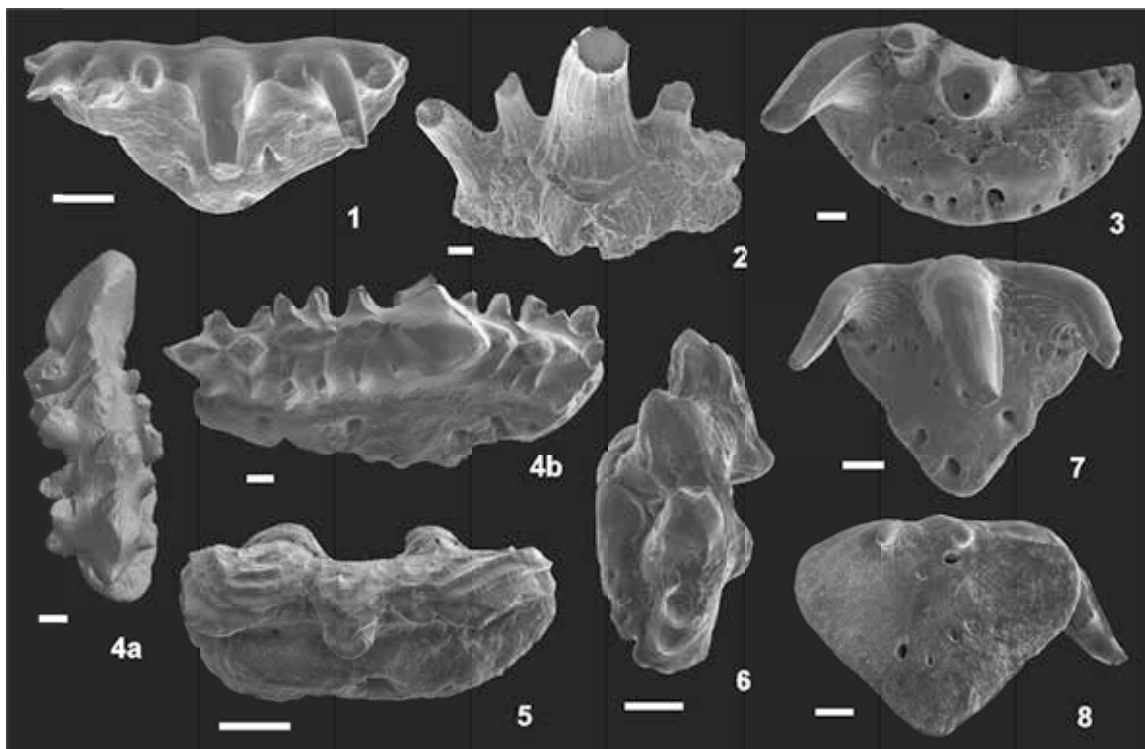


Рис. Зубы хрящевых рыб из верхнекаменноугольных отложений Поволжья. 1 – *Denae wangi* Wang, Jin & Wang; 2 – *Denae* sp.; 3 – *Heslerodus divergens* (Trautschold); 4 – Protacrodontidae gen. et sp. nov.; 5, 6 – *Adamantina foliacea* Ivanov; 7, 8 – Elasmobranchii gen. et sp. nov. 1, 6, 8 – Ширяево; 2, 3, 7 – Яблоневый овраг; 4, 5 – Жирновск. Масштабная линейка – 100 мк

Для зубов нового эласмобранха (рис., фиг. 7, 8) характерна фебодонтная коронка с тремя сигмоидально изогнутыми вершинами. Боковой режущий край на вершинах коронки разделяет гладкую лабиальную и орнаментированную лингвальную поверхности. Треугольное основание зуба направлено лингвально и несет два лабио-базальных бугорка на базальной поверхности зуба. Зубы отличаются от зубов известных ранее таксонов палеозойских хрящевых рыб, но похожи строением коронки на зубы, описанные как симмориид *Falcatidae* indet. из раннего мела Франции (Guinot et al. 2013). Последние не относятся к симморидам, а, вероятно, принадлежат к группе примитивных неоселяхий, как и новый таксон, найденный в касимовско-гжельском интервале.

Комплекс хрящевых рыб из позднего карбона Поволжья близок к таковому из касимовских и гжельских отложений Подмосковья (Русавкинский и Гжельский карьеры). Комплекс из Подмосковья содержит зубы симморида *Stethacanthus* sp.; ксенакантоида *Bransonella nebraskensis* (Johnson); ктенакантида *Heslerodus divergens* (Trautschold); джалодонтида *Adamantina foliacea* Ivanov; неоселяхий *Cooleyella amazonensis* Duffin, Richter & Neis и *C. sp.*; а также зубы двух новых таксонов, встреченных в позднем карбоне Поволжья.

Ginter, M., Hairapetian, V., & Klug, C. (2002): Famennian chondrichthyans from the shelves of North Gondwana. *Acta Geologica Polonica*, Vol. 52, pp. 169–215.

Guinot, G., Adnet, S., Cavin, L. & Cappetta, H. (2013): Cretaceous stem chondrichthyans survived the end-Permian mass extinction. *Nature Communications*, Vol. 4, № 2669, pp. 1–82.

Richter, M. (2007): First record of eugeneodontiformes (Chondrichthyes: Elasmobranchii) from the Parana Basin, Late Permian of Brazil. In: de Souza Carvalho, I., de Cassia Tardin Cassab, R., Schwanke, C., de Araujo Carvalho, M., Sequeira Fernandes, A.C., da Conceição Rodrigues, M.A., Sardenberg Salgado de Carvalho, M., Arai, M. & Queiroz Oliveira, M.E. (eds.), *Paleontologia: cenários de vida*, 1, Interciência Ltda, Rio de Janeiro: 149–156.

## SEQUENCE-STRATIGRAPHIC ANALYSIS OF THE PERMIAN OIL-BEARING COMPLEX OF EASTERN RUSSIAN PLATE

*Viktor G. Izotov, Lyalya M. Sitdikova, Nailia M. Khasanova, Pavel V. Izotov*

*Kazan Federal University, Kazan, Russia*

## СЕКВЕНС-СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПЕРМСКОГО НЕФТЕНОСНОГО КОМПЛЕКСА ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛИТЫ

*В.Г. Изотов, Л.М. Ситдикова, Н.М. Хасанова, П.В. Изотов*

*Казанский федеральный университет, Казань, Россия*

Пермские отложения Волго-Уральского региона несут целый комплекс нефтеносных формаций и месторождений, связанный с рядом нефтесконтролирующих факторов, в первую очередь определяющихся наличием зон минералого-фациальных соотношений, установленных в середине XIX века Н.А. Головкинским и известных как правила Головкинского–Вальтера. В основе этого правила лежат секвенс-стратиграфические соотношения, связанные с вертикальной и латеральной литологической изменчивостью этих отложений. Учитывая тот факт, что эта изменчивость отражает последовательность эвстатического изменения уровня пермского палеобассейна, можно по изменению литолого-фациальных особенностей и литологической изменчивости проследить последовательную смену соотношений литотипов пород отдельных горизонтов. Выделить определенные системные последовательности от трансгрессивных – TST до последовательностей высокого уровня – HST и последовательностей регрессивного типа – RST. Эти последовательности соответствуют известным горизонтам Н.Н. Форша – М.Э. Ноинского для отложений казанского яруса.

Профильное разбуривание этих отложений с анализом изменения соотношений отдельных типов пород в контрастных условиях верхнепермского времени позволяет описать эти изменения с помощью дифференциальных уравнений второго порядка, решением которых являются экспоненциальные функции распределения литотипов пород от типичных карбонатных и сульфатных лагунно-морских отложений Приказанского района до терригенных красноцветных комплексов более восточных регионов. Естественно, на особенности распределения по меридиональным профилям существенное влияние оказывает и локальная тектоника, и структурно-тектонический план региона с его основными структурными элементами: Казанско-Кировский прогиб, система Татарского свода и Верхнекамская впадина, что существенно осложняет особенности соотношений ведущих литотипов изучаемых формаций, проводить анализ палеотектонической эволюции в пределах изучаемого региона и закономерности размещения в этих отложениях ведущих видов полезных ископаемых – природных битумов, районов развития медного оруденения и соленосно-гипсоносных комплексов.

## ON THE DISCOVERY OF THE GENUS *BIARMOPTERIS* FROM THE MIDDLE PERMIAN DEPOSITS (UDMURTIA, RUSSIA)

*Eugeny V. Karasev*

*A.A. Borissyak paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia  
Kazan Federal University, Kazan, Russia*

## О НАХОДКЕ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *BIARMOPTERIS* ИЗ СРЕДНЕПЕРМСКОГО МЕСТОНАХОЖДЕНИЯ КОСТОВАТЫ (УДМУРТИЯ, РОССИЯ)

*Е.В. Карасев*

*Палеонтологический институт, РАН, Москва, Россия  
Казанский федеральный университет, Казань, Россия*

Ископаемые растения из пермских континентальных отложений на территории Русской платформы изучены неравномерно. Комплексы растений из верхней и нижней части пермской системы описаны сравнительно подробно, в то время как среднепермские комплексы относительно менее исследованы. В 2016 году, в рамках совместной палеботанико-палеознтомологической экспедиции, была собрана новая коллекция растений из местонахождения Костоваты (Галево). Возраст костоватских отложений дискуссионен и, в зависимости от вариантов корреляции, варьируется от позднеказанского до раннеуржумского (Щербakov, 2008; Гоманьков, 2012; Aristov et al., 2013). А.В. Гоманьков (2012) предложил объединить близкие по составу комплексы из местонахождений Донаурово, Чепаника и Костоваты в костоватский палеофлористический комплекс. В составе комплекса он приводит следующие растения: пельтаспермовые птеридоспермы родов *Compsopteris*, *Odontopteridium* и *Ustyugia*, ангаропельтидиевые птеридоспермы рода *Phylladoderma* (подрода *Phylladoderma*), папоротники *Pecopteris* sp. и листья кордаитов. Собранная нами коллекция включает, кроме этого остатки побегов хвощей, листья рода *Taeniopteris*, многочисленные разнообразные синангии *Permotheca* и два образца семенных органов, отнесенные нами к монотипному роду *Biarmopteris*. Единственный вид рода *Biarmopteris pulchra* до недавнего времени считался диагностическим для ранней перми Приуралья (Наугольных, 2007). В 2013 году Н.С. Бухман и Л.М. Бухман описали находку *Biarmopteris* из казанских отложений местонахождения Новый Кувак (Самарская область). Типовой материал из ранней перми Приуралья и новые находки *Biarmopteris* из казанских отложений Нового Кувака представлены в виде отпечатков. Обнаруженные нами в Костоватах два фрагмента уплощенных семенных органов представляют собой сегменты, перисторасчеченные на конечные лопасти длиной от 1,5 до 4 мм при средней ширине 1 мм. Апикальные части лопастей в различной степени расширены и несут семенные рубцы. Находки *Biarmopteris* в Костоватах расширяют стратиграфическое и географическое распространение этого рода, а также предоставляют новые данные о морфологии и эпидермальном строении.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания №5.2192.2017/4.6 в сфере научной деятельности.

Бухман Н.С., Бухман Л.М. О находке *Biarmopteris pulchra* Zalesky на Ново-кувакском местонахождении пермской флоры // Систематика организмов. Ее значение для биостратиграфии и палеобиогеографии. Материалы LIX сессии Палеонтологического общества при РАН (1–5 апреля 2013 г., Санкт-Петербург). СПб., 2013. С. 25–27.

Гоманьков А.В. Костоватский флористический комплекс и проблема казанско-уржумской границы на Восточно-Европейской платформе / Верхний палеозой России: региональная стратигра-



- фия, палеонтология, гео- и биособытия // Материалы III Всероссийского совещания «Верхний палеозой России: региональная стратиграфия, палеонтология, гео- и биособытия» (24–28 сентября 2012 г., Санкт-Петербург). СПб.: ВСЕГЕИ. 2012. С. 70–72.
- Наугольных С.В. Пермские флоры Урала. М.: ГЕОС, 2007. 322 с.
- Щербаков Д.Е. О пермских и триасовых энтомофаунах в связи с биогеографией и пермо-триасовым кризисом // Палеонтологический журнал. 2008. № 1. С. 15–32.
- Aristov D.S., Bashkuev A.S., Golubev V.K. et al. Fossil insects of the middle and upper Permian of European Russia: Paleontological journal // Paleontol. J., 2013. V. 47. № 7. P. 641–832.

## PERMIAN COALS OF TATARSTAN: DEPOSITIONAL ENVIRONMENTS AND COMPOSITION

*Rinat R. Khasanov*

*Kazan Federal University, Kazan, Russia*

## УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ И СОСТАВ ПЕРМСКИХ УГЛЕЙ ТАТАРСТАНА

*Р.Р. Хасанов*

*Казанский федеральный университет, Казань, Россия*

Пермские отложения на востоке Восточно-Европейской платформы характеризуются сложными условиями образования, которые варьируются от аридных до гумидных. Изменение палеогеографических условий приводило к формированию совершенно разных по составу отложений, из которых наибольший интерес представляют угленосные породы. Пермские угли имеют специфический состав, который находится в тесной зависимости от условий их образования и геологической позиции. Угленосные отложения залегают в виде полосы между реками Вятки и Белой (Блудоров, 1964). Наиболее крупные углепроявления сосредоточены на относительно небольшой площади, которая охватывает юг Удмуртии и северо-восток Татарстана. Пермская угленосная формация приурочена к подошве отложений казанского (рудского) яруса. Угленосная толща включает до 4–6 маломощных угольных пластов. Угольные залежи мелкие, линзовидной формы. Угли гумусовые, бурые, обладают высокой сернистостью (до 4 %) и зольностью более 40 % (Блудоров, 1964). Они часто переходят в глины смешанного иллит-монтмориллонитового состава с высоким содержанием терригенных минералов и сульфидов железа. В органическом веществе углей встречаются смоляные частицы, которые свидетельствуют о хвойных разновидностях растений-углеобразователей. В углях встречаются также фаунистические остатки. Впервые в углях Голюшурминского месторождения были обнаружены раковины мелиолид (Сухов и др., 2010). Нахождение фораминифер в углях позволяет предположить, что они были занесены в болотную среду вместе с морской водой, что указывает на близость морского бассейна. Периодическое подтопление приморских болот морскими и, возможно, речными водами подтверждается и нахождением в том же углепроявлении фрагментов чешуи рыб (Исламов и др., 2012).

В углях отмечаются повышенная концентрация ряда металлов. Наиболее характерной ассоциацией является медь – серебро – германий. Причина необычной геохимической специализации пермских углей является их соседство с красноцветной формацией. Пермская угленосная толща занимает промежуточное положение между сероцветными морскими и красноцветными континентальными (белебеевская свита) отложениями, что создает предпосылки для формирования геохимических барьеров. Она является континентальным аналогом морских «лингуловых» глин байтуганского горизонта, которые по высокому содержанию органического вещества (от 1 до 5 %) можно отнести к «черносланцевой» формации. Угленосные отложения формировались в условиях локальной гумидизации прибрежного участка рассматриваемой территории в результате казанской трансгрессии. С востока угленосные отложения контактируют с красноцветной белебеевской толщей.

Блудоров А.П. История палеозойского угленакопления на юго-востоке Русской платформы. М.: Наука, 1964. 275 с.

Сухов Е.Е., Хасанов Р.Р., Исламов А.Ф. Находка мелиолид в ископаемых углях казанского яруса Волго-Уральского региона // Материалы V международной конференции, посвященной 150-летию со дня рождения Владимира Прохоровича Амалицкого (1860–1917). «Палеонтология и Стратиграфия перми и триаса северной Евразии». М., 2010. С. 114–116.

Исламов А.Ф., Хасанов Р.Р., Гафуров Ш.З. Особенности состава и условия образования позднепалеозойских углей Волго-Уральского региона // Материалы III Всероссийского совещания «Верхний палеозой России: региональная стратиграфия, палеонтология, гео- и биособытия» (24–28 сент. 2012 г.). СПб.: ВСЕГЕИ, 2012. С. 254–256.

# THE IMPACT OF CLIMATE FLUCTUATIONS ON THE EVOLUTION AND PALEO GEOGRAPHY OF THE PENNSYLVANIAN FUSULINIDS

Rimma R. Khodjanyazova<sup>1</sup>, Vladimir I. Davydov<sup>2</sup>, Mark D. Schmitz<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kazan Federal University, Kazan, Russia

<sup>2</sup> Boise State University, Boise, ID, USA

The linkage between temporal and spatial proliferation of a vegetation cover on land, marked by extensive coal formation in terrestrial and near-shore marine sedimentary basins, and macroevolutionary trend and paleogeographic distribution of the late Paleozoic benthic foraminifers inhabiting the shallow-water epicontinental marine basins has been recognized. We suggested that besides the temperature, one of the important factors that had an impact on the diversity and paleogeographic distribution of larger foraminifers (fusulinids) was the variation in water salinity in epicontinental basins due to humid-arid climate fluctuations recorded in floral evolution (e.g. Phillips, 1985). As continuous and more complete marine successions are well characterized by fusulinid zonation and correlated with radiometrically calibrated succession of the Donets Basin (Davydov *et al.*, 2010), we can use marine strata in reconstruction of paleoclimate, i.e. in outlining the geographic extension of the Pennsylvanian climatic zones (tropical humid and arid belts), and in determining the timing and duration of wet-dry episodes.

The biostratigraphic distribution of the middle Pennsylvanian (Moscovian) fusulinids in the eastern margin of the continent Laurussia revealed that the occurrences of fusulinids possess patterns of 'punctuated gradualism' (Malgren *et al.*, 1983). Short-term catastrophic events repeatedly occurred in the middle Pennsylvanian, which are recorded by abrupt change in benthic communities from mainly photozoan community, with highly diverse and geographically widely distributed fusulinids to mainly heterozoan population, with a monospecific fusulinid assemblage A (*Hemifusulina*). After each event, the marine environments were steadily recovering. Gradually over time, marine environments were becoming suitable for the other fusulinid genera, such as *Beedeina*, *Ozawainella*, *Neostaffella*, and *Taitzehoella* (assemblage B). Approximately in the second half of the recovery phase, the geographically widely distributed genera, such as *Fusulinella*, *Fusulina* and *Fusiella*, were joining to the above-mentioned fusulinid genera, which means the completion of recovering of the the marine environments that became favorable for habitat of photozoan biota (assemblage C) (Khodjanyazova *et al.*, 2014).

In the Pennsylvanian – early Permian tropical shallow marine basins, three groups of fusulinids, which belong to the assemblage A and could probably adapt to low water salinity, are distinguished. 1) A lifetime of the late Moscovian (middle Pennsylvanian) *Hemifusulina* occurred in the eastern, western, and southern margins of Laurussia, coinciding with one of the wettest episodes (Westphalian D) marked by the onset of most extensive swamps in the continent (Phillips *et al.*, 1985). 2) An occurrence of the latest Kasimovian – early Gzhelian (latest Missourian – Virgilian) fusulinids from groups *Triticites secalicus* and *Tr. (Ferganites) ferganensis* is restricted to the western and southern margins, outlining the shift of wetness to the western part of the continent, which is supported by the formation of the Stephanian B and C intramountain coal-bearing basins in western Europe (France, Spain) and foreland basins in North American Midcontinent. 3) Coeval appearance of the late Asselian – Sakmarian Tethyan *Darvasites* and Wolfcampian North American *Eoparafusulina* suggests that their occurrence is probably related to climatic events associated with regional coal deposition, while the arid climate was established over the rest of continent Laurussia.

Paleogeographic distribution of these group of fusulinids seems to outline the palaeoequator that crossed North American Midcontinent, continental western and eastern Europe in the Westphalian. During the Stephanian, the most part of the western, central, and eastern Europe moved to the arid belt; the Stephanian equator crossed the North American Midcontinent, the most western Europe, Iberian massif (Spain), massif Central of France and some terraines (?) in the Paleothetys (Kirgizstan). In the early Permian, the palaeoequator passed through the south of North America and along the Peri Gondwanan terrains.

- Davydov, V.I., Crowley, J.L., Schmitz, M.D., and Poletaev, V.I. (2010): High-precision U-Pb zircon age calibration of the global Carboniferous time scale and Milankovitch band cyclicity in the Donets Basin, eastern Ukraine. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 11: 1–22.
- Khodjanyazova, R.R., Davydov, V.I., Schmitz, M.D., and Montanez, I. (2014): Climate- and eustasy-driven cyclicity in Pennsylvanian fusulinid assemblages, Donets Basin (Ukraine). *Palaeogeography, palaeoclimatology, Palaeoecology*, 396: 41–61.
- Malmgren, B.A., Berggren, W.A., and Lohman, G.P. (1983): Evidence for punctuated gradualism in the Late Neogene *Globorotalia tumida* lineage of planktonic foraminifera. *Paleobiology*, 9: 377–389.
- Phillips, T.L., Peppers, R.A., and DiMichele, W.A. (1985): Stratigraphic and interregional changes in Pennsylvanian coal-swamp vegetation: environmental inferences. *Intern. Jour. Coal Geology*, 5: 43–109.

# LOWER PENNSYLVANIAN RESERVOIR FACIES FROM THE FORELAND BASIN CARBONATE RAMP OF VOLGA-URAL REGION, EAST EUROPEAN PLATFORM, RUSSIA

**Anton N. Kolchugin<sup>1</sup>, Giovanna Della Porta<sup>2</sup>, Vladimir P. Morozov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia

<sup>2</sup>Milan University, Milan, Italy

Bashkirian (Lower Pennsylvanian) carbonate successions are relevant hydrocarbon reservoirs in the subsurface of the Volga-Ural region in the South-East of the Republic of Tatarstan (Russian Federation). The studied Bashkirian succession represents an eastward dipping, low-angle carbonate ramp belonging to the Russian Platform developed on the distal margin of the West Uralian foreland basin.

The Bashkirian carbonate strata were investigated in 20 wells from several oilfields in the region for a total thickness of more than 700 m. Bashkirian strata are nearly 35–45 m thick and largely consist of: a) skeletal peloidal packstone and grainstone cemented by blocky sparite including common benthic foraminifers (endothyrids, staffellids, globivalvulinids, *Ozawainella*, *Climacammina* and *Bradyina*), echinoderms, brachiopods, gastropods, bivalves and *Donezella* algae fragments; b) coated grain grainstone with thin isopachous cement rims and open interparticle porosity often filled by hydrocarbons including micrite coated grains, superficial ooids, aggregate grains, coated grain intraclasts, benthic foraminifers and crinoids; c) mudstone with rare peloids, calcispheres and ostracodes; d) rugose coral biostromes. These facies are indicative of inner to middle ramp settings with high-energy, above-wave base coated grain grainstone, open marine subtidal peloidal skeletal grainstone to packstone and coral boundstone, and shallow restricted calcisphere-rich mudstone.

These facies display vertical thickness variations in each core and among the various sections. The average thickness of the skeletal peloidal grainstone and packstone is 2–3 m (ranging from 7 to 0.5 m). The other facies show thicknesses of 1.5–2 m. Vertical facies stacking is organized in metre-scale shallowing upward cycles from subtidal open marine grainstone facies to restricted mudstone. The high lateral facies variability at the metre scale makes it difficult to correlate from core to core even at 2–3 km spacing.

Oil saturation occurs in correspondence of high-energy poorly cemented coated grain grainstone, and in some cases also in skeletal packstone, where primary interparticle porosity appears to have been enlarged by processes of leaching during burial corrosion. Leaching during burial diagenesis must have enhanced the primary porosity of subtidal high energy grainstone and generated secondary porosity in skeletal packstone.

This study demonstrates the high lateral variability of facies types and reservoir properties in shallow-water ramp carbonates during the Bashkirian.

## GEOCHEMICAL CHARACTERISTIC OF THE ORGANIC MATTER IN THE LOWER PERMIAN OUTCROP "ZAKOPUSHKA" (PERM REGION)

*Ivan S. Khopta<sup>1, 2</sup>, Dariya I. Vasyanina<sup>2</sup>, Galina Yu. Ponomareva<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Perm State University, Perm, Russia

<sup>2</sup> Institute of the Study of Ultradeep Wells, Perm, Russia

## ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПОРОД ОБНАЖЕНИЯ «ЗАКОПУШКА» (ПЕРМСКИЙ КРАЙ)

*И.С. Хопта<sup>1, 2</sup>, Д.И. Васянина<sup>2</sup>, Г.Ю. Пономарева<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

<sup>2</sup> АО «Камский научно-исследовательский институт комплексных исследований глубоких и сверхглубоких скважин», Пермь, Россия

Разрез Камайский Лог представлен обнажением «Закопушка», который находится на левом берегу р. Сылвы в средней части правого склона Камайского лога. В обнажении вскрыты породы нижнепермских отложений дивьинской свиты. Комплексные геохимические исследования органических компонентов пород разреза были выполнены впервые с целью выявления нефтегазоматеринских пород и оценки степени их преобразования.

Содержание органического углерода ( $C_{\text{орг}}$ ) в известняках и мергелях дивьинской свиты слоя 2 изменяется в диапазоне 0,41–1,51 %. В породах присутствует кислый битумоид смолистого или маслянисто-смолистого типа. Концентрация хлороформенного битумоида ( $B_{\text{хл}}$ ) составляет в среднем 0,01 %, спиртобензольного ( $B_{\text{сб}}$ ) – 0,04 %. Значения коэффициента битуминозности ( $\beta$ ) низкое, менее 2 %. Пиролиз пород методом Rock-Eval выявил низкое содержание нефтяных углеводородов ( $S_1 \leq 0,22$  мг/г) и высокое значение параметра  $S_2$  (4,06 мг/г в среднем). Предварительная дебитуминизация образцов привела к почти полному исчезновению пика  $S_1$  и лишь незначительному снижению  $S_2$ . Следовательно, высокий  $S_2$  не связан с пиролизом смолисто-асфальтеновых компонентов, а может быть интерпретирован как характеристика потенциала керогена. По величине водородного индекса (HI 223–436 мг/г) и значению  $T_{\text{max}}$  (424–434 °C) диагностировано органическое вещество II типа (по классификации Б. Тиссо, Д. Вельте), находящееся в начальной стадии зоны «нефтяного окна».

В составе битумоида до 55 % приходится на углеводороды, среди которых велика доля насыщенных. Смолисто-асфальтеновые компоненты составляют 45–70 %, большая часть их представлена тяжелыми смолами. По результатам ИК-спектроскопии битумоиды делятся на два типа в зависимости от роли ароматических и кислородсодержащих групп в молекулярной структуре. В первом случае интенсивно поглощение кислородных структур, во втором – более высокая ароматичность битумоида в целом на фоне снижения окисленности.

Слой 3, представленный плитчатыми мергелями с прослоями глинистых известняков, в большей степени обогащен органическим веществом:  $C_{\text{орг}}$  изменяется от 0,27 до 2,4 %. Повышено также содержание битумоидов: до 0,118 %  $B_{\text{хл}}$  и до 0,156 % –  $B_{\text{сб}}$ . Битумоид окисленный, смолисто-асфальтенового типа, коэффициент битуминозности – менее 8 %. Содержание нефтяных компонентов в породах, по результатам пиролиза, низкое ( $S_1$  не превышает 0,5 мг/г), а нефтематеринский потенциал пород очень высок (среднее значение  $S_2$  после дебитуминизации – около 10 мг/г). Пиролитические параметры позволяют идентифицировать органическое вещество II и III типа, катагенетически преобразованное до стадии ПК<sub>2</sub>-МК<sub>1</sub> ( $T_{\text{max}}$  416–432 °C). Состав битумоида смолисто-асфальтеновый: доля тяжелых смол в среднем – 50 %, асфальтенов – 14 %, углеводородов – 25 %. В ИК-спектрах битумоидов отмечается интенсивный комплекс поглощения кислородсодержащих группировок и насыщенных углеводородных структур. Аналогично слою 1 распознаются два

типа битумоидов по соотношению кислородных и ароматических систем в молекулярной структуре.

Содержание органического вещества в породах слоя 4, сложенного мергелями с бугристыми поверхностями наслоения и прослоями глинистых известняков, снижается до 0,15–0,51 %. Органическое вещество III типа (HI 89–194 мг/г) вступило в главную зону нефтеобразования ( $T_{\max}$  435–437 °C), однако генерационный потенциал низкий ( $S_2 \leq 1$  мг/г). По сравнению со слоями 2 и 3 заметно понижена концентрация битумоидов: 0,003 % –  $B_{хл}$ , 0,011 % –  $B_{сб}$ . Из состава битумоида исчезают легкие подвижные компоненты (петролейноэфирный битумоид). Битумоид смолистый, окисленный, коэффициент битуминозности ( $\beta$ ) менее 2 %. По данным пиролиза, содержание нефтяных углеводородов ( $S_1$ ) составляет менее 0,1 мг/г. В составе  $B_{хл}$  на первый план выходят метаново-нафтеновые углеводороды (до 44,6 %), на втором месте – тяжелые смолы (до 36,5 %). Битумоиды однородны по молекулярно-структурному составу, значительную роль в котором играют кислородные соединения.

Состав *n*-алканов в битумоидах пород из разных слоев описывается несколькими видами кривых, обусловленных различием исходного органического вещества. Преобладание нечетных гомологов в «тяжелой» области ( $nC_{27-34}$ ) и отсутствие такого преобладания в «легкой», отсутствие низкомолекулярных изопреноидов ( $iC < 18$ ) связано с относительно невысокой зрелостью гумусового органического вещества. На всех хроматограммах метаново-нафтеновой фракции битумоидов выражен нафтенный «горб».

Неожиданным для пород из обнажений является обнаружение в битумоидах никелевых (Ni<sub>p</sub>) и ванадиевых (V<sub>op</sub>) металлопорфиринов, особенно в наиболее обогащенном органическим веществом слое 3.

Таким образом, установлено присутствие сингенетичного органического вещества во всех трех слоях. Результаты микропетрографического исследования и фракционный состав битумоидов из слоя 3 с высокой вероятностью указывают на процессы генерации углеводородов, несмотря на низкую степень зрелости пород. Различия в составе битумоидов и содержании металлопорфиринов во всех трех слоях объяснимы, по-видимому, наложением сингенетичных и миграционных форм.



## DIAGENESIS OF A LOWER PENNSYLVANIAN CARBONATE RESERVOIR

**Anton N. Kolchugin<sup>1</sup>, Adrian Immenhauser<sup>2</sup>, Benjamin Walter<sup>3</sup>, Vladimir P. Morozov<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Kazan Federal University, Kazan, Russia*

<sup>2</sup> *Ruhr-University Bochum, Germany*

<sup>3</sup> *Eberhard Karls University Tübingen, Germany*

Oil-water transition zones in carbonate reservoirs represent important but rarely studied diagenetic environments that are now increasingly re-evaluated because of their potentially large effects on reservoir economics. Data from cathodoluminescence, isotope geochemistry, micro-thermometry of fluid inclusions are combined to decipher the diagenetic history of a 5-meter-long core interval comprising the oil-water transition zone in a Lower Pennsylvanian carbonate reservoir. The aim is understanding of diagenetic processes during and after oil emplacement and changing of fluid parameters in time. Carbonate cements formed from the earliest marine to the late burial stage. Five calcite (Ca-1 through 5) and one dolomite (Dol) phase are recognized with phase Ca-4b recording the onset of hydrocarbon migration. Carbon and oxygen cross-plots clearly delineate different paragenetic phases with Ca-4 representing the most depleted  $\delta^{13}\text{C}$  ratios with mean values of about  $-21\text{‰}$ . During the main phase of oil emplacement, arguably triggered by far-field Alpine tectonics, carbonate cementation was slowed down and eventually ceased in the presence of hydrocarbons and corrosive fluids with temperatures of  $110\text{--}140\text{ °C}$  and a micro-hiatal surface formed in the paragenetic sequence. These observations support the “oil-inhibits-diagenesis” model. The presence of an earlier corrosion surface between phase Ca-3 and 4 is best assigned to initial pulses of ascending corrosive fluids in advance of hydrocarbons. The short-lived nature of the oil migration event found here is rather uncommon when compared to other carbonate reservoirs. The study is relevant as it clearly documents the strengths of a combined petrographic and geochemical study in order to document the timing of oil migration in carbonate reservoirs and its related cementation dynamics. It was established that after oil charge of reservoir diagenetic processes in water-oil transition zones continue. A second hiatal surface was established between Ca-4b and Ca-5 as corrosion of previous cement phase and precipitation of final cement phase. Final Ca-5 calcite is a result of processes of stabilization of the oil-water surface.

## PALEONTOLOGICAL DATING AND FACIAL SPECTERS OF PALEOZOIC CARBONATE ROCKS OF THE MENDELEEV RISE (CENTRAL-ARCTIC UPLIFTS)

**Olga L. Kossovaya<sup>1,2</sup>, Tatyana. U. Tolmacheva<sup>1</sup>, Tatyana N. Isakova<sup>3</sup>, Elena S. Mirollyubova<sup>5</sup>, Rimma M. Ivanova<sup>4</sup>, Pavel V. Rekant<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> A.P. Karpinski Research Geological Institute, Sredny pr., 74, Saint Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Kazan Federal University, Kazan, Russia

<sup>3</sup> Geological Institute RAS, Pyzhevsky per., 7, Moscow

<sup>4</sup> A.N. Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry UB RAS, Ekaterinburg, Russia

<sup>5</sup> Okeangeologia, Angliyskiy pr., 1, Saint Petersburg, 190121, Russia

## ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ДАТИРОВКИ И ФАЦИАЛЬНЫЕ СПЕКТРЫ ПАЛЕОЗОЙСКИХ КАРБОНАТНЫХ ПОРОД ХРЕБТА МЕНДЕЛЕЕВА (ЦЕНТРАЛЬНО-АРКТИЧЕСКИЕ ПОДНЯТИЯ)

**О.Л. Коссовая<sup>1, 2</sup>, Т.Ю. Толмачева<sup>1</sup>, Т.Н. Исакова<sup>3</sup>, Е.С. Мироллюбова<sup>5</sup>, Р.М. Иванова<sup>4</sup>, П.В. Рекант<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский геологический институт, Средний пр., 74, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Казанский федеральный университет, Казань, Россия

<sup>3</sup> Геологический институт РАН, Москва, Россия

<sup>4</sup> Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого УРО РАН, Екатеринбург, Россия

<sup>5</sup> Всероссийский научно-исследовательский институт Океангеология, Санкт-Петербург, Россия

Гипотеза о присутствии в Восточном секторе Арктики древнего блока консолидированной континентальной литосферы – реликта древней Гиперборейской платформы – принадлежала Н.С. Шацкому (Шацкий, 1935). Позднее этот блок, получивший название Арктида, рассматривался как коллаж фрагментов докембрийского кратона (Зоненшайн, Натапов, 1987) или континентального блока Крорекледа (Embry, 1993; Anfinson et al. 2016). Полученные в последние десятилетия результаты изучения донно-каменного материала глубоководного бассейна и отложений на его обрамлении свидетельствуют о присутствии палеозойских морских образований.

Первые определения платформенных карбонатных пород среднего и позднего палеозоя были получены в результате работ экспедиции «Арктика-2000» (Кабаньков и др., 2004). Научно-исследовательское судно «Академик Федоров» пересекло в широтном направлении зону сочленения поднятия Менделеева и хребта Альфа (82° с.ш.). Определения фораминифер, рыб, конодонтов, брахиопод и мшанок позволили предположить возраст осадочного чехла от верхнего силура до девона и от среднего карбона до нижней перми. При подводном опробовании хребта Менделеева в ходе работ экспедиции «Арктика-2012» были получены образцы карбонатных пород (Морозов и др., 2013). Обломки известняков были извлечены драгированием, и каждый вынос включал обломки пород различных по составу и возрасту, что не позволяет точно восстановить последовательность осадконакопления.

В районе г. Шамшура (полигон KD12-01, глубина отбора от 2210 до 1640 м) карбонатные породы, содержащие биокласты, представлены мшанково-остракодовыми пакстоунами с остатками криноидей, водорослей, кораллов и фузулинид. В образце на глубине 2210 м встречены крупные дазикладациевые водоросли *Anthracoporella*, встречающиеся от девона до нижнего карбона. Во вторичных доломитах определена колония мелких ветвистых ругоз *Fasciphylum* Schluter. Кораллы данного рода наиболее широко распространены в верхах нижнего – среднем девоне различных регионов мира, из которых ближайшее положение к поднятию Менделеева занимают Аляска и Полярный Урал. Несколько выше (гл. 1640) по членикам криноидей определен *Polyporocrinus* sp., характерный для эмско-эйфельского интервала. К фамену-нижнему карбону отнесен фрагмент (гл. 1640), содер-

жащий две разновидности карбонатов (в одном шлифе) – вторичный доломит и фораминиферово-остракодовый вакстоун, участками со скоплениями трилобитов, крупных остракод и мелких фораминифер рода *Septabrungsiina* Lipina (семейство Pseudoammodiscidae). На той же глубине из фузулинидово-водорослевого грейнстоуна определены фораминиферы *башкирского яруса* – *Eostaffella designata* (D. Zeller), *Eostaffella pseudoovoidea* Reithl., *Ozawainella* sp., водоросли *Beresella polyramosa* Kul. Более молодые позднемосковско-раннекасимовские фораминиферы найдены в криноидно-мелкофораминиферовом грейнстоуне с обрывками колоний мшанок В составе комплекса присутствуют *Kanmeraia*(?) aff. *longdalensis* (Cassidy et Langen.) и др. Полный возрастной спектр в районе г. Шемшур – верхний силур-ранняя пермь.

В средней части поднятия Менделеева (полигон KD12-09, драгирование от 3100 до 2800 м) определены конодонты *Panderodus* sp., *Ansella* sp., *Zieglerodina? remscheidensis* (Ziegler, 1960). В этом же образце обнаружены хвостовые щиты и фрагменты торакса трилобитов, относящихся к сем. *Dalmanitidae* Reed, 1905 (ордовик-девон (определения И.Я. Гогина). Среди микрофауны и мелких остатков макрофауны обнаружены дакриоконариды, беззамковые брахиоподы, сколекодонты и рыбы. Полный возрастной диапазон силур (верхний?) – девон ранний.

Южнее (полигон 03), на глубине 2300 м, были обнаружены мшанково-остракодовые пакстоуны с остатками криноидей, трилобитов и зеленых водорослей *Nanopora undata* R. Ivan., *Anthracooporella setosa* Schuysky, характерных для девона – нижнего карбона и *Epimastopora* sp. – рода, типичного для среднего карбона. Присутствие ниже-средне-девонских отложений на г. Трукшина (полигон 06) установлен по кораллам, *Fasciphyllum* sp., криноидеям *Polyporocrinus* sp. и тентакулитам *Nowakia* sp.

На южном склоне г. Рогоцкого (полигон KD12-08, пробоотбор с глубины 2670 и 2534 м) – самой северной точке отбора, в мшанковом пакстоуне встречены единичные *Pseudonodosaria* ex gr. *ventrosa* Schleifer. (определения Филимоновой Т.В.) кунгурско-казанского возраста. Ранее вблизи этой точки указывались раннепермские формы *Schubertella obscura* Lee et Chen, *S. compressa* Raus., *S. gracilis* Raus., *Nodosaria praceriformis* Gerke (AF 11,12, гл. 1540-1553, известняки) (Кабаньков и др., 2004). Сходный комплекс фораминифер был обнаружен в средней части свиты Хищников на острове Врангеля (Объяснительная записка, 2014).

Спектр микрофаций карбонатных пород верхнего силура – ранней (средней?) перми свидетельствует о развитии осадков мелководного шельфа от внешней зоны шельфа до лагунных и отмельных обстановок, характерных для внутренней части шельфа карбонатной платформы.

На поднятии Менделеева предполагается нормальное стратиграфическое строение разреза с наращиванием стратиграфического диапазона разреза в северном направлении.

Комплексы фузулинид среднего-верхнего карбона сходны с комплексами фауны Чукотки (Соловьева, 1975), острова Врангель (Косыко и др., 2003) и хребта Нордвинд (Northwind) (Grantz, 1998). Они позволяют предполагать существование тепловодного бассейна, существенно отличавшегося в этом возрастном интервале от Бореальных бассейнов окраины Ангариды.

## CISURALIAN-BIARMIAN SERIES BOUNDARY OF THE GENERAL STRATIGRAPHIC SCALE

Galina V. Kotlyar<sup>1, 2</sup>, Svetlana K. Pukhonto<sup>3</sup>

<sup>1</sup> A.P.Karpinsky Russian Geological Research Institute (VSEGEI)

<sup>2</sup> Kazan Federal University

<sup>3</sup> V.I.Vernadsky State Geological Museum of Sciences (RAS)

## ГРАНИЦА ПРИУРАЛЬСКОГО И БИАРМИЙСКОГО ОТДЕЛОВ ОБЩЕЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ ШКАЛЫ

Галина В. Котляр<sup>1, 2</sup>, Светлана К. Пухонто<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ВСЕГЕИ)

<sup>2</sup> Казанский Федеральный университет

<sup>3</sup> Государственный геологический музей им. В.И. Вернадского РАН

Обновленная Общая (Восточно-Европейская) стратиграфическая шкала (ОСШ) традиционно используется в России для регионов с широким развитием континентальных отложений. Приуральский (нижний) отдел содержит ассельский, сакмарский, артинский, кунгурский и уфимский ярусы. Объем приуральского отдела в ОСШ и МСШ отличается отсутствием в последнем уфимского яруса, где кунгурский ярус непосредственно сменяется роадским ярусом гваделупского отдела. Различие в объемах приуральского отдела в ОСШ и МСШ ставит под сомнение предполагаемую изохронность границ биармийского и гвадалупского отделов, требует уточнения объема приуральского отдела в ОСШ и положения уфимского яруса в разрезах Бореальной области. В разное время поднимался вопрос о неоднородности и невалидности уфимского яруса в ОСШ и необходимости отнесения соликамского горизонта к кунгурскому ярусу (Будников и др., 1998; Durante, Pukhonto, 1999; Пухонто, 2005, 2007, 2016; Пронина, 1999; Kotlyar, 1997, 2000, 2014, 2015; Kotlyar et al., 2006), однако вопрос не был решен и ограничился лишь отнесением уфимского яруса к приуральскому отделу.

Уфимский ярус в составе соликамского и шешминского горизонтов развит на востоке и севере Русской платформы и в Приуралье. Непрерывные разрезы уфимского и согласно подстилающего его кунгурского ярусов приурочены к узкой полосе, протянувшейся вдоль Предуральского прогиба от хр. Пай-Хой до Соликамской впадины.

Стратотипическим районом соликамского горизонта является Соликамская впадина, где горизонту соответствует соликамская свита, представленная сероцветными плитчатыми известняками, доломитами, мергелями, аргиллитами, алевролитами и песчаниками с редкими прослоями и линзами каменной соли, гипса и ангидрита, мощностью 120-225 м. Свита содержит морскую, неморскую фауну и редкие растительные остатки, представленные вячеславиевой флорой: *Viatscheslavia vorcutensis* Zal., *Viatscheslaviophyllum vorcutense* Neub., *Intia variabilis* Neub., *Samaropsis vorcutana* Tschirk. Появляются и доминируют в соликамской свите палеомутеллы, выделенные в зоны: *stegoccephalum* и *ovatiformis* в группе *P. (P.) umbonata* и зона *larae* в группе *P. (Palaeonodonta) castor* (Силантьев, 2016). Кроме того, в соликамском горизонте В.В. Силантьевым выделены бивальвиевые слои с *Sinomya longissima-S. gemina*, которые прослеживаются в верхней части лекворкутской свиты (пакет М и интинская свита) Печорского бассейна, в усятском горизонте Кузнецкого и Горловского бассейнов, в верхнебургуклинском подгоризонте Тунгусского бассейна (Верхний палеозой..., 1988) и верхних слоях тумаринского горизонта Верхоянья. В усятском, верхнебургуклинском и верхней части тумаринского горизонтов совместно со слоями *Sinomya longissima-S. gemina* выделены флористические слои с *Salairia latifolia*, которые широко прослеживаются на этом уровне повсеместно в рассматриваемых бассейнах. Таким образом, флористические зоны *Viatscheslavia vorcutensis* страторегии и Печорского бассейна

на и *Salairia latifolia* усятского горизонта и выделенные на этом стратиграфическом уровне слои с *Salairia latifolia*, можно рассматривать как корреляционный уровень неморских отложений всей Бореальной области соликамского возраста. Дотерапсидная интинская фауна (тетраподная зона *Clamogosaurus posturnus*; выделенная В.К. Голубевым, близкая к фаунам Северной Америки и Западной Европы, считается нижепермской и соотнесена В.К. Голубевым с соликамским горизонтом (Голубев, 2016).

Подстигается соликамский горизонт и его морские аналоги в пределах стратотипической области отложениями иренского горизонта кунгурского яруса ВЕП (брахиоподовая зона *Megousia kuliki*-*Striapustula koninckiana*). В результате комплексного переизучения пограничных отложений нижнего и среднего отделов перми Печорского Приуралья, Приполярного Урала и Пай-Хоя, представленных сочетанием морских, прибрежных, дельтовых, лагунных и континентальных отложений, были установлены аналогичные стратотипическим зональные последовательности по брахиоподам, строго увязанные с распространением макрофлористических остатков, аммоноидей и данными циклостратиграфии (Котляр и др., 2004), позволившие установить аналоги иренского и соликамского горизонтов кунгурского возраста. По комплексу брахиопод и аммоноидеям отложения иренского горизонта коррелируется с брахиоподовой зоной *Megousia kuliki* – *Sowerbina granulifera* нижней подсвиты табьуской свиты Пай-Хоя, содержащей аммоноидеи *Epijuresanites primarius* Роров, большей нижней частью (без пакета М) лекворкутской свиты Печорского бассейна с *Megousia kuliki* и *Sowerbina granulifera*, с аячьегинской и рудницкой подсвитами (без пакета М) лекворкутской свиты о-ва Вайгач с *Epijuresanites vaigachensis* Bogosl., с отложениями зоны *Megousia kuliki* и *Epijuresanites musalitini* халалинского и тумаринского горизонтов Колымо-Омолонского и Верхояно-Охотского регионов Северо-Востока Азии и с зонами *Primorewia reshetnikovi*-*Tomioopsis atlanichus* (брахиоподы) и *Epijuresanites primarius* (аммоноидеи) юга Дальнего Востока.

Шешминский горизонт, мощностью 100-300 м, развит в бассейнах р. Белой и р. Шешмы. Сложен горизонт монотонной красноцветной толщей косослоистых песчаников, алевролитов, аргиллитов и гипсов с прослоями внутриформационных конгломератов и гравелитов. В стратотипе горизонт содержит исключительно неморскую фауну - двустворчатые моллюски, остракоды и ископаемые растения. В Печорском Приуралье и Печорской синеклизе аналоги шешминских отложений представлены пестроцветами, а на севере – сероцветными и зеленоватосерыми отложениями с мощными угольными пластами. Самый существенный рубеж изменения состава и характера ископаемых растений в Печорском Приуралье происходит на границе воркутской и печорской серий ([Пухонто, 1998; 2005), соответствующих границе соликамского и шешминского горизонтов страторегiona. Именно на этой границе появляются первые элементы шешминской флоры *Signacularia arctica* Shvedov, *Phylladoderma arberii* Zalessky, *Wattia seidaensis* Pukhonto и др. Флористический комплекс шешминского горизонта характерен для сейдинской и еръягинской свит в Печорском бассейне; печоргородской и устьпереборской в Большесынинской впадине; улыспорожской в Верхнепечорской впадине; шешминской свиты в Соликамской впадине. В сейдинской свите, соответствующей шешминско-казанскому интервалу В.В. Силантьевым выделены слои с 'Concinella' komiensis.

Скудная, нередко противоречивая фаунистическая характеристика и трудность расчленения шешминских красноцветов не позволяла ранее надежно установить их возраст. Существовали лишь немногочисленные данные, свидетельствовавшие о казанском возрасте шешминских красноцветов. В редких морских прослоях шешминского горизонта страторегiona Н.А. Валеевой (Есаулова, 1996) и В.М. Игониным (1965) были определены фораминиферы *Pseudoammodiscus megasphaericus* (Gerke), *P. microsphaericus* (К. М.-Maclay), *Lingulonodosaria fallax* (Tcherdynceev), *Lingulina* cf. *L. semivelata* Tcherdynceev, *Ichtiolaria longissima* (К. М.-Maclay), характерные, по мнению Г.П. Прониной (1999), для слоев с *Nodosaria hexagona*-*Ichtiolaria subtilis* низов казанского яруса. На этом основании она рассматривала комплексы шешминского горизонта и байтуганских слоев в качестве единой зоны раннеказанского комплекса. В вихтовской свите, относимой в полном

объеме к уфимскому ярусу на севере Русской платформы, были определены казанские брахиоподы (Астафуров, Розанов, 1988). Позже на присутствие казанских элементов в составе шешминской флоры настаивала Н.К. Есаулова (1998), выделяя шешминско-уржумский филладодермовый флористический суперкомплекс. На основе находок древнейших терапсид очерского комплекса В.К. Голубевым (2002) выделена тетраподная зона *Parabradysaurus silantjevi*, соответствующая шешминско-казанскому интервалу. Единство шешминско-казанского комплекса неморских двустворчатых моллюсков убедительно доказано А.К. Гусевым (1996) и В.В. Силантьевым (2016), выделившими зону *Palaeomutella umbonata*. Палинологические данные, полученные при изучении шешминско-казанских отложений на р. Шешме, также указывают на их казанский возраст. Все сказанное не позволяет рассматривать шешминские красноцветы и соликамские плитняки, как единое ярусное подразделение, тем более, что гудронные песчаники, являющиеся составной частью шешминского горизонта, отнесены в Центрально-Европейской легенде к казанскому ярусу. Появление и широкое развитие в основании шешминского горизонта (сейдинской, еръягинской свит) Печорского Приуралья видов *Wattia rara* Pukhonto и *W. seidaensis* Pukhonto (Пухонто, 2016), а на границе ниже- и верхнеабрекской подсвит Юга Дальнего Востока *Wattia neuburgiana* и *W. rara* Pukhonto, выделенных В.И. Бураго в слои с *Wattia neuburgiana* (Kotlyar et al., 2006; Котляр, 2015), и указание на присутствие в роадском ярусе штата Техас Северной Америки – *Wattia texana* (Mamay, 1967; DiMichele et al., 2001), с несомненностью свидетельствуют о казанском (роадском) возрасте рассматриваемых подразделений.

Проведенная корреляция континентальных и морских отложений Бореальной области от стратотипического региона до юга Дальнего Востока, включая основные континентальные бассейны и морские отложения Приуралья, Северо-Востока Азии и Дальнего Востока, позволила надежно установить выдержанную на всем протяжении последовательность иренских, соликамских и шешминско-казанских стратиграфических подразделений и протянуть кунгурско-казанскую границу на всей рассмотренной территории (Котляр, Пухонто, in press).

Затянувшаяся дискуссия относительно валидности уфимского яруса, его месте в конкретных разрезах и в шкале ОСШ может быть окончательно завершена. А граница приуральского и биармийского отделов, соответствующая границе кунгурского и казанского ярусов может обоснованно считаться изохронной границе приуральского и гваделупского отделов МСШ.

## MULTIDISCIPLINARY STUDY OF THE DAL'NY TULKAS SECTION, SOUTHERN URALS

**Galina V. Kotlyar<sup>1</sup>, Valery V. Chernykh<sup>2</sup>, Gunar G. Mizens<sup>2</sup>, Rafael Kh. Sungatullin<sup>3</sup>, Guzal M. Sungatullina<sup>3</sup>, Ruslan V. Kutygin<sup>4</sup>, Tatiana V. Filimonova<sup>5</sup>, Vladimir I. Davydov<sup>3</sup>, Nuriia G. Nurgalieva<sup>3</sup>, Yury P. Balabanov<sup>3</sup>, Larisa I. Linkina<sup>3</sup>, Bulat I. Gareev<sup>3</sup>, Georgii A. Batalin<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch, RAS, Ekaterinburg, Russia

<sup>3</sup> Kazan Federal University, Kazan, Russia

<sup>4</sup> Diamond and Precious Metal Geology Institute of the Siberian Branch, RAS, Yakutsk, Russia

<sup>5</sup> Geological Institute of the RAS, Moscow, Russia

## КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗРЕЗА ДАЛЬНИЙ ТЮЛЬКАС, ЮЖНЫЙ УРАЛ

**Г.В. Котляр<sup>1</sup>, В.В. Черных<sup>2</sup>, Г.А. Мизенс<sup>2</sup>, Р.Х. Сунгатуллин<sup>3</sup>, Г.М. Сунгатуллина<sup>3</sup>, Р.В. Кутыгин<sup>4</sup>, Т.В. Филимонова<sup>5</sup>, В.И. Давыдов<sup>3</sup>, Н.Г. Нурғалиева<sup>3</sup>, Ю.П. Балабанов<sup>3</sup>, Л.И. Линкина<sup>3</sup>, Б.И. Гареев<sup>3</sup>, Г.А. Баталин<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Всероссийский геологический институт, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия

<sup>3</sup> Казанский федеральный университет, Казань, Россия

<sup>4</sup> Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск, Россия

<sup>5</sup> Геологический институт РАН, Москва, Россия

Разрез Дальний Тюлькас, расположенный в 3 км от г. Красноусольский (Республика Башкортостан), рассматривается в качестве лимитотипа артинского яруса перми. Он представлен непрерывной мощной серией терригенно-карбонатных пород сакмарского (курортная свита) и артинского (тюлькасская свита) ярусов нижней перми. Нижняя граница артинского яруса определяется по появлению конодонтов *Sweetognathus whitei* (Rhodes) (Chuvashov *et al.*, 2013). Отложения курортной свиты содержат конодонты, фораминиферы, аммоноидеи, радиолярии, зубы и фрагменты скелетов рыб, растительные остатки. В породах тюлькасской свиты встречаются карбонатно-глинистые конкреции с конодонтами, фузулинидами и аммоноидеями. В артинской части разреза обнаружены туфовые прослои.



б)

Рис. 1. Обнажение Дальний Тюлькас: а – местоположение, б – бульдозерная расчистка



Летом 2016 года группой российских геологов проведены работы по расчистке и доизучению обнажения Дальний Тюлькас с помощью комплекса методов. В результате проведенных исследований вскрыта канава длиной около 60 м (рис. 1), выполнен детальный отбор образцов на различные виды анализов (рис. 2). В настоящее время проводится обработка каменного материала (изучаются конодонты, фораминиферы, радиолярии, рыбы). В верхней части курортной свиты разреза Дальний Тюлькас было обнаружено большое количество радиолярий, представленных видами *Helioentactinia ikka* Nasarov et Ormiston, *Tormentum pavlovi* (Kozur), *Latentibifistula triacanthophora* Nasarov et Ormiston, *Tetraregnon vimineum* Amon et Braun и др. В слое 4 найдены фрагменты скелетов и чешуи рыб *Rhadinichthys flexuosus* Yank (определения Бакаева А.С.). Впервые выполнены геохимические (определение химического состава пород,  $C_{орг.}$ ), палеомагнитные (магнитная восприимчивость пород, определение палеоширот) и палинологические исследования. Для некоторых видов исследований получены предварительные результаты (см. тезисы в данном сборнике Г.А. Мизенс и др.).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 16-05-00306а).

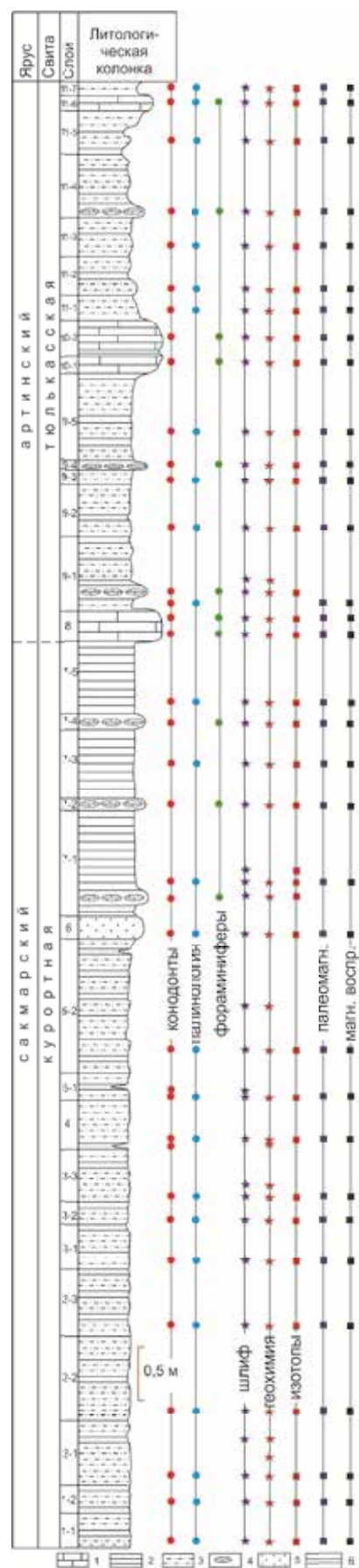


Рис. 2. Разрез Дальний Тюлькас, литологическая колонка и схема отбора образцов. 1 – известняк, 2 – глина, 3 – алевролит, 4 – конкреции, 5 – песчаник

## MULTIDISCIPLINARY STUDY OF THE MECHETLINO SECTION, SOUTHERN URALS

**Galina V. Kotlyar<sup>1, 2</sup>, Valery V. Chernykh<sup>3</sup>, Gunar G. Mizens<sup>3</sup>, Rafael Kh. Sungatullin<sup>2</sup>, Guzal M. Sungatullina<sup>2</sup>, Ruslan V. Kutugin<sup>4</sup>, Tatiana V. Filimonova<sup>5</sup>, Vladimir I. Davydov<sup>2</sup>, Nuriia G. Nurgalieva<sup>2</sup>, Yury P. Balabanov<sup>2</sup>, Larisa I. Linkina<sup>2</sup>, Bulat I. Gareev<sup>2</sup>, Georgii A. Batalin<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Russia

<sup>2</sup> Kazan Federal University, Kazan, Russia

<sup>3</sup> Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch, RAS, Ekaterinburg, Russia

<sup>4</sup> Diamond and Precious Metal Geology Institute of the Siberian Branch, RAS, Yakutsk, Russia

<sup>5</sup> Geological Institute of the RAS, Moscow, Russia

## КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ РАЗРЕЗА МЕЧЕТЛИНО, ЮЖНЫЙ УРАЛ

**Г.В. Котляр<sup>1</sup>, В.В. Черных<sup>3</sup>, Г.А. Мизенс<sup>3</sup>, Р.Х. Сунгатуллин<sup>2</sup>, Г.М. Сунгатуллина<sup>2</sup>, Р.В. Кутыгин<sup>4</sup>, Т.В. Филимонова<sup>5</sup>, В.И. Давыдов<sup>2</sup>, Н. Г. Нургалеева<sup>2</sup>, Ю.П. Балабанов<sup>2</sup>, Л.И. Линкина<sup>2</sup>, Б.И. Гареев<sup>2</sup>, Г.А. Баталин<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Всероссийский геологический институт, Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup> Казанский федеральный университет, Казань, Россия

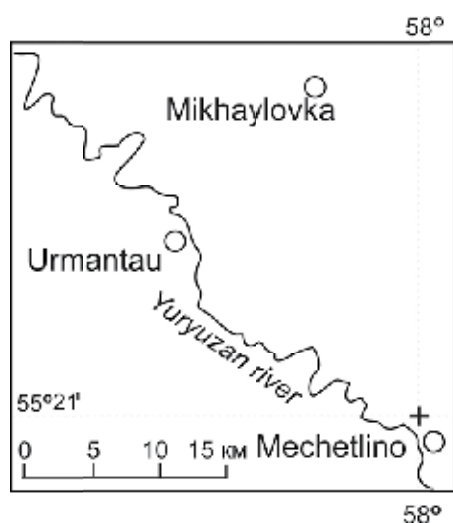
<sup>3</sup> Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия

<sup>4</sup> Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск, Россия

<sup>5</sup> Геологический институт РАН, Москва, Россия

Разрез Мечетлино расположен на правом берегу р. Юрюзань в Республике Башкортостан в пределах Предуральяского прогиба. Разрез является кандидатом GSSP кунгурского яруса пермской системы. Здесь обнажаются карбонатно-терригенные отложения верхней части артинского (габдрашитовская свита) и нижней части кунгурского (саранинский горизонт) ярусов. Нижняя граница кунгурского яруса определяется первым появлением конодонтов *Neostreptognathodus pnevi* Kozur et Movshovitsch. По итогам полевой экскурсии, проведенной в рамках XVIII ИССР в 2015 году, членами Международной Пермской подкомиссии было рекомендовано создать Российскую Рабочую группу с целью проведения дополнительного мультидисциплинарного исследования данного разреза, включающего весь комплекс современных стратиграфических методов (палеонтологический, литологический, геохимический, палеомагнитный, геохронологический), включая, в первую очередь, расчистку разреза.

Работы по расчистке и комплексному изучению разреза Мечетлино (рисунок) проведены Российской Рабочей группой в 2016 году по гранту РФФИ 16-05-00306а (рис. 1).



а)



б)

Рис. 1. Обнажение Мечетлино: а – местоположение, б – бульдозерная расчистка

Бульдозерной канавой вскрыты отложения габдрашитовской свиты, которая сложена переслаиванием карбонатно-глинистых пород, известняков органогенных, грубозернистых с фауной аммоноидей, брахиопод, фораминифер, криноидей; аргиллитов известняковых, темно-серых с криноидеями, брахиоподами, фузулинидами, фрагментами мшанок; встречаются растительные остатки. Выше по разрезу залегает серый афанитовый известняк с линзами и прослоями, обогащенными аммоноидеями, в верхней части которого известняк органогенно-детритовый с рассеянными фузулинидами, мшанками, брахиоподами и обильным, крупным растительным аттритом. Самая верхняя часть габдрашитовской свиты артинского яруса представлена известковистым песчаником тонкозернистым с рассеянным растительным аттритом, встречаются крупные фрагменты стволов каламитов. Граница с кунгурским ярусом согласная, в пограничном интервале постепенно уменьшается количество растительных остатков. Выше наблюдается переслаивание тонкозернистых и тонкослоистых песчаников (мощностью 5–10 см до 20 см), с аргиллитами (мощностью 1–2 см до 10 см). Для песчаников характерна тонкая горизонтальная слоистость. На поверхностях слоиков встречается растительный аттрит и сдавленные раковины аммоноидей плохой сохранности.

На разрезе Мечетлино впервые выполняются следующие виды исследований: прецизионное U-Pb датирование цирконов из единичных синхронных осадконакоплению туфовых прослоев, исследования изотопов углерода и кислорода, геохимические (определение химического состава пород,  $C_{орг.}$ ), палеомагнитные (магнитная восприимчивость пород и определение палеоширот). Завершается изучение спор и пыльцы, описание кунгурских аммоноидей (тезисы Р.В. Кутыгина), мелких фораминифер и фузулинид (подготовлена статья) пограничного артинско-кунгурского интервала. По анализу распределения химических элементов в разрезе Мечетлино получены следующие предварительные результаты (тезисы Г.А. Мизенс и др.): к кровле артинского яруса постепенно увеличиваются содержания Fe, Al, Ti и Zr; нижняя граница кунгурского яруса фиксируется аномалиями (в 10 раз более фоновых значений) Sr и Ba; по геохимическим индикаторам породы разреза образовались в зоне аридного типа литогенеза.

В предстоящий полевой сезон планируется дополнительный отбор фаунистических и флористических материалов на определенных интервалах разреза и образцов на необходимые виды анализов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 16-05-00306а).

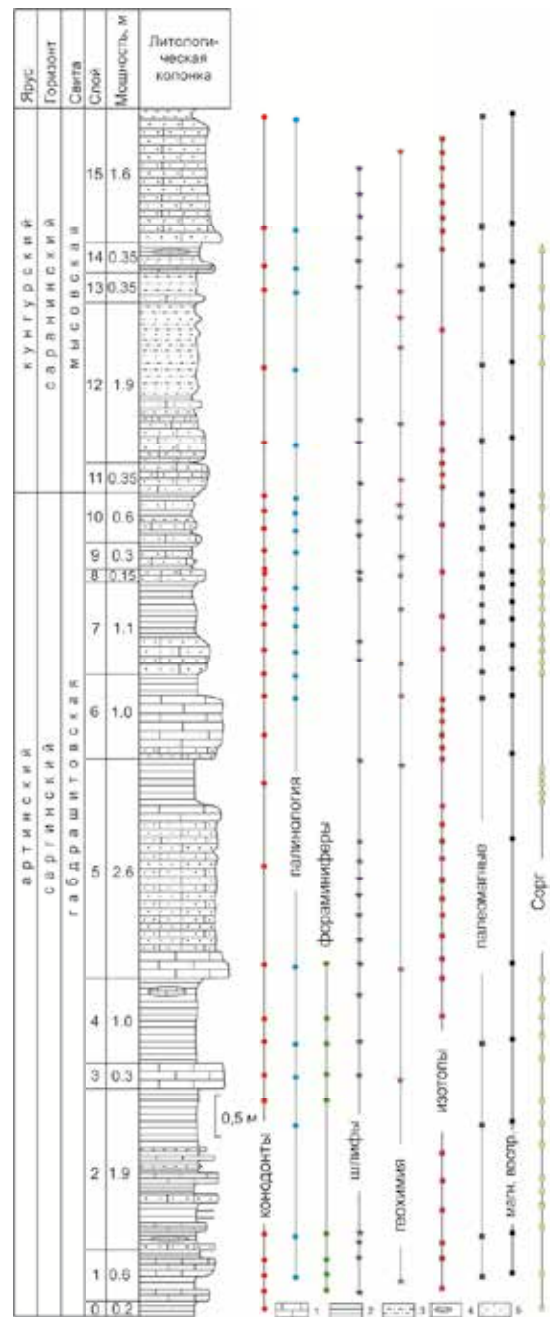


Рис. 2. Разрез Мечетлино, литологическая колонка и схема отбора образцов.

1 – известняк, 2 – глина, 3 – алевролит, 4 – конкреции, 5 – песчаник

## THE LOWER PENNSYLVANIAN BASHKIRIAN STAGE OF THE SOUTH-EAST OF EAST EUROPEAN PLATFORM AND ADJOINING TERRITORIES

*Elena I. Kulagina<sup>1</sup>, Elena N. Gorozhanina<sup>1</sup>, Valery M. Gorozhanin<sup>1</sup>, Svetlana V. Nikolaeva<sup>2</sup>, Zaliya A. Kanipova<sup>1</sup>, Tatiana V. Zhernovkova<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Institute of Geology, Ufa Science Center, Russian Academy of Science, Ufa, Russia*

<sup>2</sup> *Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences*

## БАШКИРСКИЙ ЯРУС СРЕДНЕГО КАРБОНА КРАЙНЕГО ЮГО-ВОСТОКА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ ЮЖНОГО УРАЛА

*Е.И. Кулагина<sup>1</sup>, Е.Н. Горожанина<sup>1</sup>, В.М. Горожанин<sup>1</sup>, С.В. Николаева<sup>2</sup>, З.А. Канипова<sup>1</sup>, Т.В. Жерновкова<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> *Институт геологии, Уфимский научный центр РАН, Уфа, Россия*

<sup>2</sup> *Палеонтологический институт им. Борисяка РАН, Москва, Россия*

Отложения башкирского яруса (нижний отдел пенсильвания) вскрыты скважинами в Оренбургской области, на Восточно-Европейской (ВЕ) платформе (Карнаухов и др., 2000; 2004), в Предуральском прогибе, а также выходят в естественных обнажениях на Южном Урале.

В районе Соль-Илецкого свода отложения среднего карбона изучены в скв. 501 Вершиновская, 2,3 Нагумановские, 23 Копанская. Сводный разрез представлен вознесенским, краснополянским, северокельтменским, прикамским и черемшанским горизонтами башкирского яруса. Палеонтологических данных по мелекесскому горизонту нет. Верейский горизонт московского яруса обнаружен в скв. 23 Копанская и 3 Нагумановская. Мощность среднего карбона варьируется в пределах 40–140 м. Башкирские отложения согласно залегают на известняках серпуховского яруса нижнего карбона и с размывом перекрываются мощной толщей ассельского яруса приуральского отдела перми, содержащей биогермные фации тубифитовых известняков (скв. 501 Вершиновская, и 2,3 Нагумановские). Пермские отложения ложатся на разные горизонты среднего карбона от краснополянского башкирского яруса до верейского московского яруса. В скв. 23 Копанская средний карбон перекрыт депрессионными черными мергелистыми известняками верхнего карбона с конодонтами (данные В.Н. Пазухина). Отложения вознесенского, краснополянского и северокельтменского горизонтов сложены фораминиферо-оолитовыми грейнстоунами (фации пляжа и отмели) с фораминиферами зон *Pi. bogdanovkensis* и *Ps. antiqua*. В скв. 3 Нагумановская вскрыты отложения от краснополянского горизонта башкирского яруса до верейского московского яруса включительно. Нижнемосковский возраст установлен по фораминиферам и конодонтам. В северной части Соль-Илецкого свода (скв. 23 Копанская) прикамские и черемшанские отложения сложены известняками водорослево-фораминиферовыми и водорослевыми, их вскрытая мощность 37 м. Они перекрываются пачкой пакстоунов и вакстоунов мощностью 10 м с фузулинидами и конодонтами нижнемосковского возраста.

В Предуральском прогибе башкирские отложения мощностью 75–186 м вскрыты скважинами на Кылобинской, Акобинской и Корниловской площадях, где они согласно залегают на водорослево-биокластовых известняках серпуховского яруса и по резкой границе перекрываются маломощными депрессионными ассельско-артинскими отложениями. Перерыв охватывает прикамский, черемшанский и мелекесский горизонты башкирского яруса, московский ярус и верхний карбон. Характерны две фации известняков: оолитовая (преобладает) и биокластовая. Вознесенский горизонт определен по появлению *Plectostaffella cf. reitlingerae* Groves и *Plectomillerella* sp., представлен брахиоподовыми биокластовыми пакстоунами с прослоями оолитовых грейнстоунов. Краснополянский горизонт сложен фораминиферовым грейнстоуном с зоштаффелло-архедисцидовой био-

фацией, зона *Pl. bogdanovkensis*. Северокельтменский горизонт содержит фораминиферы зоны *Ps. antiqua*. Особенностью разреза скв. 161 Кзылобинской является присутствие пачки известняков (7 м) верхов башкирского – низов московского яруса с многочисленными конодонтами, в том числе *Declinognathodus donetzianus* Nem. Общая мощность среднего карбона – 134 м.

Фациальная обстановка формирования пород башкирского яруса — открытый мелко-водный шельф — обширная карбонатная платформа с активной циркуляцией воды. Характерно образование отмелей и намывных валов при периодическом осушении, вызывающем активное оолитообразование на глубинах от 0 до 10 м. В конце карбона — начале перми в результате развития трансгрессии карбонатный шельф был затоплен, известняки были перекрыты алевроглинистыми и кремнисто-карбонатными осадками с прослоями туфогенного материала.

На западном склоне Южного Урала в Западно-Уральской зоне складчатости (Зилимо-Зиганский район) в естественных выходах наблюдаются близкие по фациям отложения башкирского яруса. Горизонты ВЕ платформы коррелируются с горизонтами Урала по фораминиферам и конодонтам. В Зилаирском синклинии развиты более глубоководные отложения в составе бухарчинской и унбетовской свит, содержащие многочисленные местонахождения фауны аммоноидей. В башкирском ярусе Урала и сопредельных территорий выделяются пять аммоноидных генозон – Upper Carboniferous (UC I-V): *Homoceras* (UC-I) с четырьмя видовыми зонами (богдановский горизонт Урала, аналоги вознесенского горизонта), *Reticuloceras*–*Bashkortoceras* (UC-II) с тремя видовыми зонами (каменногорский? горизонт – низы акавасского горизонта Урала, аналоги краснополянского и низов северокельтменского горизонта), *Bilinguites*–*Cancelloceras* (UC-III) с двумя видовыми зонами (акавасский и аскынбашский горизонты Урала, аналоги части северокельтменского и прикамского горизонтов), *Branneroceras*–*Gastrioceras* (UC-IV) и *Diaboloceras*–*Axinolobus* (UC-V) (архангельский подъярус Урала, аналоги черемшанского и мелекесского горизонтов).

Работа выполнена по теме госзадания № 0252-2014-0002.

Карнаухов С.М., Галимов А.Г., Сафонов А.О., Пиманова З.В., Никулина О.П., Панфилова В.Б., Маркова Т.Н. Стратиграфическое расчленение и литолого-фациальные особенности подсолевых отложений в разрезе параметрической скважины 501 Вершиновской площади (Оренбургская область) // Фанерозой Волго-Уральской, Прикаспийской и Северо-Кавказской нефтегазоносных провинций: стратиграфия, литология, палеонтология: Матер. II науч.-практ. Стратиграф. конф. 6–9 дек. 2004 г. Саратов: Научная книга, 2004. С. 48–49.

Карнаухов С.М., Политыкина М.А., Тюрин А.М. Условия залегания и локальные перспективные объекты девон-нижнепермских карбонатных отложений прибортовых зон прикаспийской синеклизы // Геология нефти и газа 06'2000. URL: <http://geolib.ru/OilGasGeo/2000/06/Stat/stat02.html>



# THE UPPER TOURNAISIAN FORAMINIFERAL SEQUENCE OF NORTHERN EURASIA, AND THE ALBORZ BASIN OF NORTHERN IRAN

*Elena I. Kulagina<sup>1, 2</sup>, Mehrdad Sardar Abadi<sup>3</sup>, Tatiana I. Stepanova<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Institute of Geology, Ufa Science Centre, Russian Academy of Science, Ufa, Russia

<sup>2</sup> Kazan Federal University, Kazan, Russia

<sup>3</sup> School of Geology and Geophysics, University of Oklahoma, Oklahoma, OCA

<sup>4</sup> Institute of Geology and Geochemistry, Urals Branch, Russian Academy of Science, Yekaterinburg

## ВЕРХНЕТУРНЕЙСКАЯ ФОРАМИНИФЕРОВАЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ И БАСЕЙНА ЭЛЬБУРС СЕВЕРНОГО ИРАНА

*Е.И. Кулагина<sup>1, 2</sup>, Mehrdad Sardar Abadi<sup>3</sup>, Т.И. Степанова<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> Институт геологии Уфимского научного центра РАН, Уфа, Россия

<sup>2</sup> Казанский федеральный университет, Казань, Россия

<sup>3</sup> Школа геологии и геофизики, университет Оклахомы, США

<sup>4</sup> Институт геологии и геохимии им. А.Н. Заварицкого УРО РАН, Екатеринбург, Россия

Проведено сравнение фораминиферовых комплексов верхнетурнейского подъяруса трех регионов Евразии. В позднем турне Палеоуральский океан располагался между континентами Восточно-Европейским с одной стороны и Казахстанским и Сибирским с другой, соединяясь с океаном Палеотетис (Пучков, 2000). Положение бассейна Эльбурс трактуется по-разному. Как один из возможных вариантов предполагается его положение в южном полушарии на северной окраине Гондваны в субтропическом поясе (Sardar Abadi et al., 2017).

Если в начале турнейского века сообщества фораминифер в рассматриваемых бассейнах различны, то позднетурнейские сообщества близки по таксономическому составу и хорошо сопоставляются между собой (рис.).

Global time scale	Russia			Iran		Western Europe Franco-Belgian Basin (Hance et al., 2006; Poty et al. 2006)	
	Urals (Stratigraphic schemes... 1993; Pazukhin and Kulagina 2014)	Kuznetsk Basin (Bogush and Juferev 1991)		Altorz Mountain (Sardar Abadi et al. 2017)			
Viséan Tournaishian	Lower (part)	<i>Eoparastaffella simplex</i>	<i>Endothyra excelsaformis - Eotextularia diversa</i>	Mobarak Formation	<i>Eoparastaffella simplex</i>	Molnaecian (part)	MFZ9
		<i>Eoparastaffella rotunda</i>	<i>Septatourayella evoluta - Eotextularia diversa - Tetrataxis</i>		<i>Eoparastaffella rotunda - Endospiroplectammina venusta</i>		MFZ8
	<i>Eotextularia diversa</i>	<i>Eotextularia diversa</i>			MFZ7		
	Upper	<i>Spinoendothyra costifera</i>	<i>Endothyra tuberculata - Pseudoplanoendothyra</i>		<i>Granuliferella latispiralis - Endothyranopsis</i>	Ivotian	MFZ6
		<i>Granuliferella latispiralis</i>	<i>Tourayella discoidea - Endothyra parakovensis</i>		Beds with Earlandiidae		MFZ5
		<i>Ch. glomiformis - Palaeospiroplectammina tsarnyshinensis</i>					MFZ4
		<i>Chernyshinella disputabilis</i>				MFZ3	
		Lower	<i>Earlandia minima</i>			Hastarian	MFZ2
							MFZ1

Рис. Корреляция фораминиферовых зон верхнего турне

В Общей Стратиграфической шкале России (ОСШ) в верхнетурнейском подъярусе выделяются следующие зоны фораминифер: *Palaeospiroplectamina tchernyshinensis*, *Spinoendothyra costifera*, *Endothyra elegia* – *Eotextularia diversa*. Граница с визейским ярусом фиксируется в основании зоны *Eoparastaffella simplex* – *Eoendothyranopsis donica*. В разрезах Урала зоне *P. tchernyshinensis* соответствуют две зоны фораминифер: *P. tchernyshinensis* – *Chernyshinella glomiformis* и *Granuliferella latispiralis*. Этим двум зонам отвечают конодонтовые зоны *Siphonodella quadruplicata* и *S. isosticha* (Пазухин, Кулагина, 2014). Зоне *E. diversa* ОСШ соответствуют зоны *Eotextularia diversa* и *Eoparastaffella rotunda* Урала и конодонтовая зона *Scaliognathus anchoralis*. Данный интервал отвечает косьвинскому горизонту Урала и Русской платформы и коррелируется с крапивнинской свитой Кузнецкого бассейна (Bogush, Yuferev, 1991). На Урале косьвинские отложения широко распространены как в западном, так и в восточном субрегионах. Многие виды, описанные из верхнетурнейских отложений Урала, такие как *Eotextularia diversa* (Tchern.), *Eoforschia gigantea* (Lip.), *E. moelleri* (Malakh.), *Endothyra superba* Malakh., *E. parakosvensis* Lip., *Spinoendothyra costifera* (Lip.), *Tetrataxis perfidus* Malakh. и другие, известны в верхнем турне Алтае-Саянской области и Ирана.

Широкое распространение комплекса с характерным видом *E. diversa* связывается с потеплением после гляциального периода на Гондване в середине турнейского века (Kalvoda, 2002). Вид *E. diversa* имеет высокий корреляционный потенциал и является планктарным маркером.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 15-05-06393.

- Пазухин В.Н., Кулагина Е.И. Стратиграфия карбона Зилаирского синклинория (Южный Урал) // Бюл. МОИП. Отд. геологический, 2014. Т. 89. Вып. 6. С. 19–44.
- Пучков В.Н. Палеогеодинамика Южного и Среднего Урала. Уфа: Даурия, 2000.
- Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой), 1993. Институт геологии и геохимии УРО РАН, Екатеринбург, 151.
- Bogush O.I. & Yuferev V.O. (1991). Foraminifers and problems at the Tournaisian-Visean boundary in Siberia and northeast USSR. *Courier Forschung-Institut Senckenberg*, 130 (1990), 61–63.
- Hance, L., Poty, E., & Devuyst, F.-X. (2006). Tournaisian. *Geologica Belgica*, 9, 47–53.
- Kalvoda, J. (2002). Late Devonian-Early Carboniferous foraminiferal fauna: zonations, evolutionary events, paleobiogeography and tectonic implications. *Folia Facultatis scientiarum naturalium Universitatis Masarykianae Brunensis. Geologia*, 39, 213p. Brno.
- Poty, E., Devuyst, F. X., & Hance, L. (2006). Upper Devonian and Mississippian foraminiferal and rugose coral zonations of Belgium and northern France: a tool for Eurasian correlations. *Geological Magazine*, 143(06), 829–857. doi:10.1017/S0016756806002457.
- Sardar Abadi, M., Kulagina, E., Voeten, D. F. A. E., Boulvain, F. & Da Silva, A. C. (2017). Sedimentologic and paleoclimatologic reconstructions of carbonate factory evolution in the Alborz Basin (northern Iran) indicate a global response to Early Carboniferous (Tournaisian) glaciations. *Sedimentary Geology*, 348, 19–36.



## COMPLEX BIOSTRATIGRAPHY STUDY OF FRASNIAN DEPOSITS FROM THE SHIGRY-16 CORE (NIZHNEKRASNOE VILLAGE, KURSK REGION)

*Tatiana A. Kulashova*<sup>1,2</sup>, *Valentina M. Nazarova*<sup>1</sup>, *Lyudmila I. Kononova*<sup>1</sup>, *Elena L. Zaytseva*<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> *Moscow State University, Moscow, Russia*

<sup>2</sup> *Paleontological institute RAS, Moscow, Russia*

<sup>3</sup> *FBSD VNIGNI, Moscow, Russia*

## КОМПЛЕКСНОЕ БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ФРАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СКВ. 16 ЩИГРЫ (С. НИЖНЕКРАСНОЕ, КУРСКАЯ ОБЛ.)

*Т.А. Кулашова*<sup>1,2</sup>, *В.М. Назарова*<sup>1</sup>, *Л.И. Кононова*<sup>1</sup>, *Е.Л. Зайцева*<sup>1,3</sup>

<sup>1</sup> *Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

<sup>2</sup> *Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия*

<sup>3</sup> *ФБГУ ВНИГНИ, Москва, Россия*

Изучены франские отложения (верхний девон) разреза скв. 16 Щигры (Курская обл.). Они сложены карбонатно-терригенными породами, которые согласно залегают на алевролитах ястребовской свиты живетского яруса и с несогласием перекрываются юрскими песчаниками. Положение нижней границы франского яруса дискуссионно. В изучаемом разрезе в связи с редкостью ископаемых остатков (прежде всего, конодонтов) она проводится условно в основании чаплыгинских слоев (гл. 140.2 м). Из 122 образцов керна (средним весом 0.3–0.5 кг) 77 проб содержат конодонтовые элементы (всего 4795 экземпляров), 30 проб – сколекодонты (524 экз.) и 11 проб – фораминиферы (42 раковины).

По конодонтам выделено 6 комплексов (рис.), для которых проведена корреляция с местными зональными подразделениями центральных районов Восточно-Европейской платформы: один для аналогов тиманского горизонта (соответствует местной конодонтовой зоне *P. alatus*), два в саргаевском горизонте (соответствуют местной зоне *P. reimersi*) и три в семилукском (1, 2 – зона *P. efimovae* и 3 – зона *P. aspelundi*). Судя по преобладанию икриодонтид (59 %), для тиманского времени характерны наиболее мелководные прибрежные условия икриодонтидной биофауны. В саргаевское время доля полигнатид увеличивается, бассейн углубляется. В семилукских комплексах заметное количество представителей *Mesotaxis* и *Ancyrodella*, а также увеличение общего видового разнообразия указывает на продолжающееся углубление бассейна. В речицком (петинском) горизонте конодонты не встречены, в воронежском – присутствуют единичные *P. unicornis*.

По сколекодонтам выделено 5 комплексов: два в саргаевском, два в семилукском и один общий для верхней части семилукского, петинского и воронежского горизонтов. Комплексы по сколекодонтам сопоставлены с конодонтовыми ассоциациями (рис.). Несовпадение границ слоев, содержащих комплексы сколекодонтов и конодонтов, объясняется разницей экологических факторов существования бентосных и пелагических животных.

Фораминиферы представлены двумя резко различными по таксономическому составу и разнообразию комплексами (рис.), отвечающими, соответственно, саргаевскому и семилукскому горизонтам. Первый комплекс беден по составу и содержит только представителей рода *Nanicella*. Второй – представлен таксономически разнообразными представителями *Semitextularia* и *Pseudopalmula*.

Ovnatanova N.S., Kononova L.I. Conodonts and Upper Devonian (Frasnian) biostratigraphy of central regions of Russian Platform // *Cour. Forsch. Inst. Senckenb.* № 233. 2001. 115 p.

горизонт/свита	глубина, м	Местные конодонтовые зоны (Орлатова, Колупова, 2001)	Конодонты	Сколекодонты	Фораминиферы
Воронежский	66,7	P. subincompletus		Alb. sp. A, Paul. sp., Xan. gen.	
	76,0				
Потинский	86,2				
Семилукский	89,2	P. aspelundi	I. vitabilis, M. falsovalis, M. johnsoni, P. aspelundi, P. azygomorphus, P. brevilamiformis, P. ilmenensis, P. praepolitus, P. pseudoxylyus, P. xylus, P. zinaiidae		
	89,7				
	91,0	P. efimovae	A. africana, A. devoni, A. gigas, A. lobata, A. mouravieff, A. rotundiloba, A. rugosa, A. soluta, C. angustidiscus, I. interjectus, I. expansus, I. subterminus, I. symmetricus, I. vitabilis, P. xylus, M. asymmetrica, M. falsovalis, M. johnsoni, P. aequalis, P. azygomorphus, P. brevilamiformis, P. brevilaminus, P. dengleri, P. efimovae, P. xylus, P. ilmenensis, P. lingulatus, P. pollocki, P. zinaiidae, P. praepolitus, P. pseudoxylyus, P. rudkinensis	K. sp. U, K. sp., Paul. exploratus, Paul. sp. D, Pau. paranaensis, Paul. planus, Paul. sp., Xan. gen., Polyh. gen., Alb. sp. A, Alb. sp. B, Atr. sp. S, Atr. sp., K. ellery, Paul. cf. digitus, Mochtyellidae gen, ?Xanthoprion sp.	S. semilukiensis, S. virgulina, S. aff. natiopsis, S. sigillaria voronezhensis, S. sigillaria curta, S. sp. 1, Ps. fragaria triangularia, P. aff. fragaria triangularia
	93,6				
	94,8				
	97,0				
98,2		A. gigas, C. angustidiscus, I. symmetricus, I. vitabilis, M. asymmetrica, M. falsovalis, P. webbi, P. lingulatus, P. Ijaschenkoi, P. pollocki, P. posterus, P. praepolitus, P. pseudoxylyus, P. rudkinensis	Paul. planus, Paul. sp., Paul. sp. D Paul. exploratus, Paul. paranaensis		
Сартаевский	105,9	P. reimersi	I. symmetricus, M. asymmetrica, M. falsovalis, P. Ijaschenkoi, P. planarius, P. pollocki, P. reimersi	Paul. planus, Paul. polonensis, K. sp. U, Paul. sp., Xan. gen., Polyh. gen.	N. eugeni, N. tchernysheva
	109,5				
	110,8	I. expansus, I. vitabilis, I. xenium, C. angustidiscus, P. denisbriceae, P. dubius, P. lanei, P. Ijaschenkoi, P. pennatus, P. pollocki, P. posterus, P. praepolitus, P. pseudoxylyus, P. reimersi, P. webbi, P. xylus	K. sp., Paul. planus, Paul. polonensis	Принятые сокращения: Конодонты: A.-Ancyrodella; I.-Icriodus; C.-Ctenopolygnathus; P.-Polygnathus; M. - Mesotaxis	
	111,3				
119,5					
Тиманский	140,2	P. alatus	I. expansus, I. vitabilis, I. xenium, P. pennatus	Сколекодонты: Alb.-Albertapron; Atr.-Atraktopron; K. - Kielanopron; Paul.-Paulinites; Polyh.-Polyhaetaspidae; Xan.-Xaniopronidae Фораминиферы: N.-Nanicella; Ps.-Pseudopalmula; S.-Semitextularia	

Рис. Соотношение комплексов конодонтов, сколекодонтов и фораминифер в скв. 16 Щигры

# LITHOLOGY AND ISOTOPE GEOCHEMISTRY ( $\delta^{13}\text{C}$ , $\delta^{18}\text{O}$ ) OF CARBONATE DEPOSITS OF THE BASHKIRIAN STAGE HYPOSTRATOTYPE SECTION AT THE ASKYN RIVER (SOUTHWESTERN URALS, BASHKORTOSTAN, RUSSIA)

Vladimir N. Kuleshov<sup>1</sup>, Kuliash M. Sedaeva<sup>2</sup>, Valery M. Gorozhanin<sup>3</sup>, Elena N. Gorozhanina<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Geological Institute of RAS, Moscow

<sup>2</sup>Moscow State University, Moscow

<sup>3</sup>Institute of Geology, Ufa Science Center, Russian Academy of Sciences, Ufa

Lithology and isotope composition of carbonate deposits of the Askyn river sequence (southwestern Urals, Bashkortostan) were studied. A full complex of transit beds from Lower (Mississippian) to Upper (Pennsylvanian) Carboniferous occurred here, including upper horizons of Serpukhovian Stage, Bashkirian and lower horizons of Moscovian Stages (Putevoditel..., 1975; Nemerovskaja, Alekseev, 1993; Kulagina *et al.*, 2001). This sequence serves as the hypostratotype of the Bashkirian Stage (Geological..., 2002).

In the structure of the sequence, carbonate rocks of different compositions, lithology and post-sedimentation changes occur; they are represented by interstratification of different lithological types of limestones: microgranulare (micritic-microbial), detrital (biomorphic), oolitic, and their transited species. Dolomites are presented also.

The multiplicity of lithological types indicates that carbonate rocks were formed in various marine environments, by climate aridization at the end of the Mississippian and by the humidization at the beginning of the Pennsylvanian, against the background of a changing sea level.

$\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  in the studied carbonates vary within broad boundaries: from  $-3.0$  to  $4.1\text{‰}$  for  $\delta^{13}\text{C}$  (PDB), and from  $24.7$  to  $30.0\text{‰}$  for  $\delta^{18}\text{O}$  (SMOW); their distribution in the sequence is irregular with numerous excursions to both negative and positive values, which reflects the diversity of environments and conditions during the formation of carbonate deposits: from normal-marine, remote from shore area, to coastal-marine brackish-water, desalinated, by passive or enhanced hydrodynamic regime.

It can be assumed that sedimentation at the end of the Serpukhovian ( $C_1s$ ) occurred in shallow-marine and at times extremely shallow, lagoonal conditions. The regime of the basin did not remain constant—it experienced shallowing and short drainage. A decrease of its water area with the appearance of extremely shallow coastal and marine environments, with a passive or relatively increased hydrodynamic regime took place also. This is indirectly evidenced by the presence of biocorroded and often almost completely mikritized shells of small foraminifera and other biogenic remains, and the presence of small interlayers of oolitic limestones near the roof of the Mississippian ( $C_1s$ ) formation. At times, the introduction of normally saline sea water occurred.

Formation of  $C_2b$ - $C_2m$  carbonate rocks occurred in the shallow-marine environments. Insignificant variations in C- and O-isotope composition of carbonates of Bashkirian and Serpukhovian Stages in the sequence were due to regional and local causes: bioproductivity of sedimentary basins, desalination and transgressions of sea waters. Negative excursions of  $\delta^{13}\text{C}$  indicate an increase of the role of oxidized organic carbon ( $C_{org}$ ). Positive data are an evidence of an increase in bioproductivity and rate of buried organic matter. Fluctuations of  $\delta^{18}\text{O}$  are a consequence of periods of desalination paleobasins, humidization of climate and ingressions of sea waters.

Note that, in general, there is no clear correlation between  $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$  values and the lithological type of rocks, although the biomorphic and polytaxonic detrital limestones of the Upper Bashkir Substage are generally characterized by a more heavy isotope composition of carbon and oxygen.

The most significant isotope trend in the studied sequence is observed in the lower layers of the Bashkirian Stage (on the boundary of layers 6 and 7, numbered according to Z.A. Sinitsyna (Putevoditel..., 1975)). A positive excursion of  $\delta^{13}\text{C}$  (from  $-3.0$  to  $2.1\text{‰}$ ) and  $\delta^{18}\text{O}$  (from  $24.8$  to  $30.0\text{‰}$ ) is noted here.

This positive carbon isotope trend is global, manifested in the same age formations of many regions of the world (Europe, the Urals, etc.), and is a consequence of the global cooling (glaciation of Gondwana) and the mass burial of organic carbon from vegetable and, in part, animal origin. It can serve as a geological time mark (first order) in the correlation of the transitional strata of Mississippian and Pennsylvanian in carbonate sequences of different parts of the world.

The change in sedimentation conditions recorded on the basis of isotopic data is located slightly higher (at 3.0 m) than the current position of the biostratigraphic boundary between the Lower (Mississippian) and the Upper Carboniferous (Pennsylvanian).

Carbonate rocks of the Serpukhovian Stage of the Mississippian and the lower horizons of the Bashkirian Stage of the Pennsylvanian (layers 5–6 according to Z.A. Sinitsyna) in the Askyn river sequence are characterized by the lightest values of  $\delta^{13}\text{C}$  (negative) and  $\delta^{18}\text{O}$ , but overlying deposits of the Bashkirian Stage (layers 7 and higher according to Z.A. Sinitsyna) and the Moscovian Stage show a heavier carbon isotope composition. This indicates different isotope-geochemical sedimentological cycles of formation of the lower and upper parts of the studied section. Therefore, the “transition layers” of limestones in the studied sequence, lying at the base of the Bashkirian Stage (layers 5–6 according to Z.A. Sinitsyna), and carbonates of the Serpukhov Stage form a unified isotope-geochemical sedimentation cycle.

Relatively sharp excursions of the isotopic composition of oxygen and carbon, observed at certain levels of the section, can be associated with frequent changes in carbonate accumulation conditions and, in some cases, apparently with post-sedimentation transformations. Detailed lithological studies have revealed that this may be due to crystallization (or recrystallization as a result of the hypergenic processes, for example, paleocarst), dolomitization and silicification in zones of increased permeability of carbonate rocks.

The work was carried out in accordance with the state task № 0135-2016-0017: “Isotope-geochemical indicators of the age and nature of chemostratigraphic markers and stages of lithogenesis in the sedimentary sequences of the Late Precambrian and the Phanerozoic”; state order No. 0252-2014-008: “Isotope-geochemical reconstructions of paleogeographic environments of the South Ural Mountains on the Riphean-Vendian Boundary”, and the state task № 0252-2014-0002: “Geological Development of the Southern Urals at the Orogenic Stage”.

Kulagina E.I., Pazukhin V.N., Kochetkova N.M. *et al.* *Stratotipicheskie i opornie razrezy bashkirskogo yarusa karbona yuzhnogo Urala*. Ufa, Gilem. 2001. 139 pp. (in Russian).

Nemirovskaya T.I., Alexeev A.I. Konodonty bashkirskogo yarusa razreza Askyn (Gornaya Bashkiria) // *Bull. MOIP. Otd. geol.*, 1993, Vol. 3, № 1, pp. 65–86 (in Russian).

*Putevoditel' exkursii po razrezam karbona Yuzhnogo Urala (Bashkiria)*. Moscow, Nauka. 1975, 184 pp. (in Russian).

*The Geological Time Scale 2012*. Vol. 1–2. (Editors: Felix M. Gradstein, James G. Ogg, Mark D. Schmitz, Gabi M. Ogg), ELSEVIER, Amsterdam–Tokio, 2012, 1144 pp.

# MANGANESE ORE BASINS OF NORTHEASTERN EUROPEAN RUSSIA AND URALS IN THE LATE PALEOZOIC: MAIN FEATURES OF DEVELOPMENT AND REGULARITIES OF MANGANESE ORES FORMATION

**Vladimir N. Kuleshov<sup>1</sup>, Alexei I. Brusnitsyn<sup>2</sup>, Elena V. Starikova<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> *Geological Institute of RAS, Moscow*

<sup>2</sup> *Department of Mineralogy, St. Petersburg State University, St. Petersburg*

<sup>3</sup> *VSEGEI, St. Petersburg*

Manganese ore deposits and ore occurrences of the Northeastern European Russia as well as Polar and Southern Urals form the Novaya Zemlya-Paikhoy-Ural manganese ore region, and belong to the Middle and Late Paleozoic manganese epochs (Kuleshov, 2016).

In the Middle Paleozoic epoch (Silurian-Devonian), the accumulation of manganese occurred in basins of two types. One of them, the South Urals, containing the deposits of the Magnitogorsk group (Kyzyl-Tash, Kazan-Tash, Urazovsky, Kozhaevskoe, Faizulinskies, Bikkulovskoye, Kusimovskoe, etc.), was characterized by the depositions of manganese bearing volcanogenic and hydrothermal sedimentary rocks and silicites, and developed in conditions of an active oceanic margin. These deposits are considered as hydrothermal-sedimentary (Brusnitsyn *et al.*, 2016).

The second type, which includes the Paikhoy-Polar Urals manganese ore basin (the occurrences of Pai-Khoy and the Sob River area, the Parnok deposit) was apparently a marginal (paleocontinental) sea. Manganese rocks are included here in siliceous and clayey-siliceous-carbonate (in different proportions) sediments, often with high concentrations of  $C_{org}$ . This Mn-bearing basin existed until the end of the Middle Paleozoic, and at different stages of its development was characterized by periods of hydrogen sulfide contamination.

It is assumed that the sources of manganese of the Parnok deposit and occurrences of Pai-Khoy were hydrothermal solutions (Brusnitsyn *et al.*, 2016; Starikova, Kuleshov, 2016). The genesis of the occurrences of the Sob group is interpreted from the position of the sedimentary-diagenetic model (Brusnitsyn *et al.*, 2017).

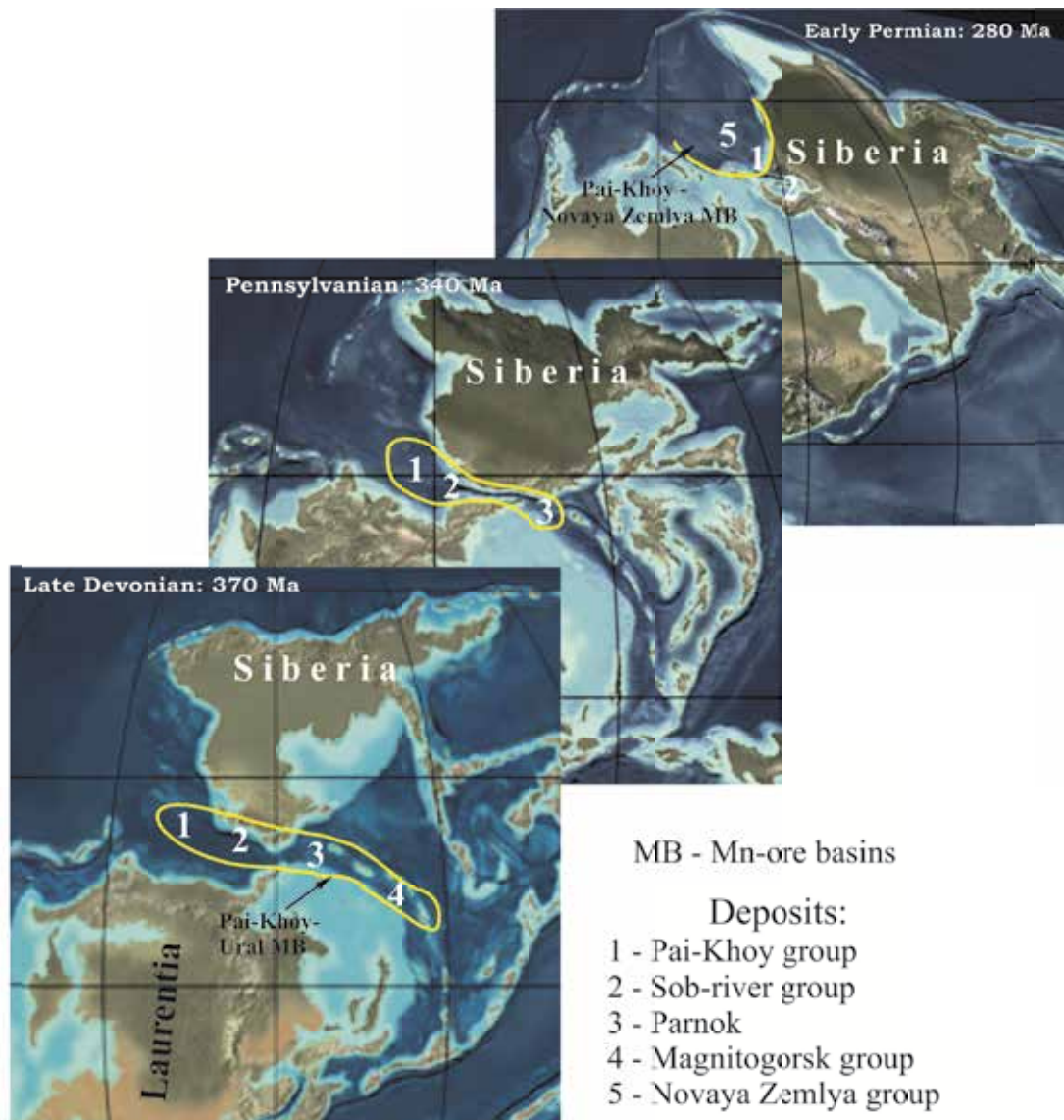
In the Carboniferous, there was no significant primary accumulation of manganese carbonates, they were formed in the early diagenesis (insignificantly), and later—in late diagenesis, or catagenesis (predominantly).

At the end of the Paleozoic (Late Paleozoic epoch), an “outbreak” of manganese accumulation is observed. The epicenter of ore formation in the manganese ore basin has moved from the southeast to the northwest, to the Novaya Zemlya-Paikhoy basin (the figure shows the approximate position of the Mn-ore basins).

In the Early Permian, Mn-basin stretched from the North Ural on the east, Pai-Khoy in the south and covered the islands of Novaya Zemlya (Voyakovsky *et al.*, 1984), and could probably spread farther to the northwest.

Initially, iron and manganese accumulated in oxide form. At the stage of diagenesis, when manganese oxides interacted with organic matter, manganese-containing carbonates (rhodochrosite, kutnogorite, manganous calcite) were formed. They were characterized by a light carbon isotope composition. It was typical for all types of manganese ore basins of the Middle and Late Paleozoic that existed at that time in the Urals and the Northeast of the European part of Russia.

Economically important Mn-ore deposits are formed in the zone of modern and ancient hypergenesis.



This study was supported by the Presidium of the Russian Academy of Sciences (program no. 4).

Brusnitsyn A.I., Starikova E.V., Zhukov I.G. Metamanganolith deposits of the Urals (2016): *Mineralogiya*, pp. 3–31.

Brusnitsyn A.I., Kuleshov V.N., Perova E.N., Zaitsev A.N. Ferromanganese Carbonate Metasediments of the Sob river Area, Polar Urals: Bedding Conditions, Composition, and Genesis (2017): *Lithology and Mineral Resources*, Vol. 52, № 3, pp. 192–213.

Kuleshov V. *Isotope Geochemistry: The Origin and Formation of Manganese Rocks and Ores*. (Edited by J. Barry Maynard), Amsterdam-Tokyo: Elsevier, 2016, 427 pp.

Starikova E.V., Kuleshov V.N. Isotopic Composition ( $\delta^{13}\text{C}$  and  $\delta^{18}\text{O}$ ) and Genesis of Carbonates from the Famienian Manganiferous Formation of Pai-Khoy (2016): *Lithology and Mineral Resources*, Vol. 51, № 3, pp. 195–213.

Voyakovsky S.K., Ilyin V.F., Pavlov L.G *et al.* Novaya Zemlya – novaya margancenosnaya provinci-ya (1984): In: *Margancevoe rudoobrazovanie na territorii SSSR*. Moscow: Nauka, pp. 174–177 (in Russian).

## AMMONOIDS AROUND THE ARTINSKIAN-KUNGURIAN BOUNDARY IN THE MECHELINO-3 SECTION (SOUTHERN CISURALIAN REGION)

**Ruslan V. Kutugin**

*Diamond and Precious Metal Geology Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Yakutsk, Russia*

## АММОНОИДЕИ АРТИНСКО-КУНГУРСКИХ ПОГРАНИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ РАЗРЕЗА МЕЧЕТЛИНО-3 (ЮЖНОЕ ПРЕДУРАЛЬЕ)

**Р.В. Кутыгин**

*Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск, Россия*

Для обоснования границы артинского и кунгурского ярусов по аммоноидеям первостепенным является выяснение биостратиграфической последовательности аммоноидных комплексов в потенциальном Глобальном стратотипе границы (GSSP) артинского и кунгурского ярусов – разрезе Мечетлино-3 (Карьер). Первоначально в карьере вскрывались 2.5 м верхней части саргинского и 4 м саранинского горизонтов, граница между которыми совмещается с артинско-кунгурским рубежом (Chernykh *et al.*, 2012). В 2016 г. рабочей группой под руководством В.В. Черныха и Г.М. Сунгатуллиной вниз по склону от карьера была проложена канава, в которой вскрылись дополнительные более 7 м разреза артинского яруса. На нескольких уровнях артинского интервала были собраны многочисленные аммоноидеи, таксономический состав которых сходен с приведенными ранее списками из разрезов Мечетлино-2 и Мечетлино-3 (Бойко, 2010; Chernykh *et al.*, 2012). Здесь наблюдается доминирование рода *Uraloceras* – в основном представители морфологически разнообразной группы *U. fedorowi* и формы с грубым продольным орнаментом, относимые к виду *U. suessi*. Существенно реже встречаются виды рода *Paragastrioceras* – *P. verneili* и *P. karpinskii*. Последние артинские аммоноидеи были обнаружены в кровле прослоя органогенных известняков слоя 6 (здесь и далее приводится послойная разбивка, выполненная Г.А. Мизенсом (см. Kotlyar *et al.*, 2016, fig. 8)), что на 2.4 м ниже указанной (Chernykh *et al.*, 2012) артинско-кунгурской границы. На этом уровне, кроме привычного комплекса аммоноидей группы *U. fedorowi*, встречаются мелкорослые узкие инволютные раковины, предварительно определенные как *Clausiuraloceras?* sp. Они обладают промежуточными между позднеартинскими *U. fedorowi* и кунгурскими *Clausiuraloceras* признаками. Выше по разрезу наблюдается толща преимущественно глинисто-терригенных отложений артина, в которой аммоноидеи не обнаружены, а сами породы для подобных находок выглядят малоперспективными, за исключением двух 10–15 см прослоев известняков (слой 8 и основание слоя 10). Судя по описанию разреза (Chernykh *et al.*, 2012) именно в известняках слоя 8 (согласно послойной разбивке Б.И. Чувашова и В.В. Черных – это слой 4) М.С. Бойко собрал и определил богатый комплекс аммоноидей, содержащий, кроме артинских таксонов, также считающийся кунгурским вид *Clausiuraloceras chuvashovi*.

В 5–15 см прослое средне-крупнозернистых известково-глинистых песчаников слоя 12, в 1 м выше подошвы кунгурского яруса появляются первые единичные *Clausiuraloceras* sp., вероятно, относящиеся к кунгурскому аммоноидному комплексу. В основании слоя 14 рассеяны преимущественно мелкие раковины аммоноидей: *Clausiuraloceras* sp. nov., *C.* sp. 1 (рис. 1) и *Uraloceras* sp. Интересно, что ни одного представителя рода *Paragastrioceras* на этом уровне встречено не было. В верхней части слоя 14 имеется тонкий (1–3 см), местами выклинивающийся, прослой грубообломочного известкового песчаника, в котором обнаружена небольшая раковина гониатита с плоскими покатыми умбональными стенками и заостренным умбональным краем, предварительно определенная как *Uraloceras?* sp. 1 (рис. 1а).



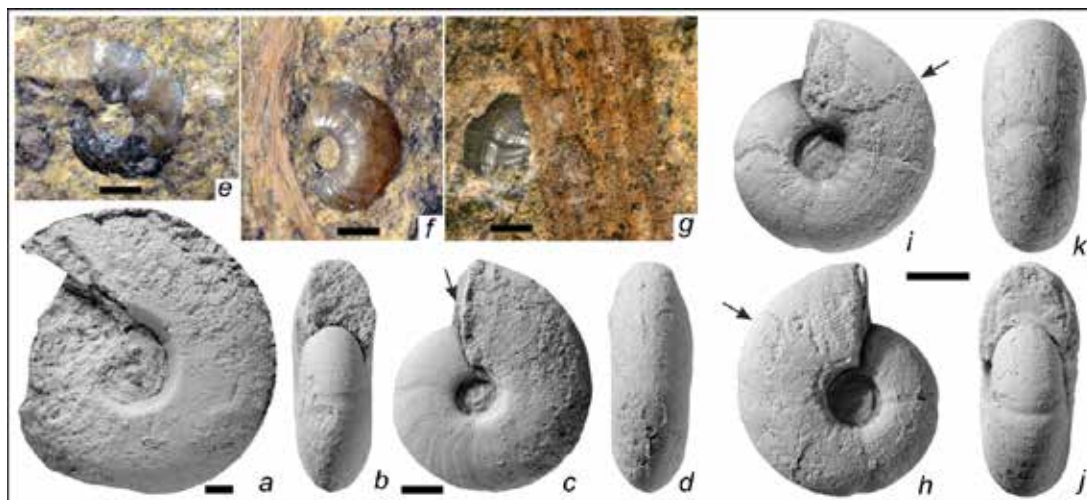


Рис. 1. Kungurian ammonoids of the Mechetlino-3 Section: a - *Uraloceras*? sp. 1, экз. 213/3 (×2), b–g – *Clausiuraloceras* sp. nov.: b–d – экз. 5597/9 (×3), e – specimen 213/2-2 (×3), specimen 213/2-1 (×3), specimen 213/2-3 (×3); h-k – *Clausiuraloceras* sp. 1, specimen 5597/16 (×4.5); all scale bars 2 mm

Особый интерес вызывает вид *Clausiuraloceras* sp. nov., представляющий раннекунгурский этап развития парагастриоцератид. Род *Clausiuraloceras*, вероятно, произошел от одного из представителей группы *Uraloceras fedorowi*. При обособлении клаузиуралоцерасов от уралоцерасов в конце артина происходило сужение раковины, усиление степени инволютности раковин и объемлемости оборотов, упрощение лопастной линии, выражающейся в сильном расширении боковой лопасти и спрямлении стенок. В начале кунгура морфогенетический разрыв между родами *Uraloceras* и *Clausiuraloceras* существенно увеличился, при этом клаузиуралоцерасы приобрели обширный набор специфических признаков.

Находка *Clasiuraloceras* sp. nov. в зоне *Neostreptognathodus pnevi* кандидата GSSP границы артинского и кунгурского ярусов позволила выделить в основании кунгура самостоятельный биостратон, предварительно обозначаемый как слои с *Clasiuraloceras* sp. nov. Нижняя граница этого биостратона пространственно близка к границе артинского и кунгурского ярусов. Выявленные особенности онтогенетического развития и изменчивости вида *C. sp. nov.* раскрывают лишь малую часть общей картины эволюционного развития артинско-кунгурских парагастриоцератид Предуралья. Для выяснения особенностей дивергенции у близких форм родов *Uraloceras* и *Clasiuraloceras* и дальнейшего морфогенеза последнего необходимо изучение онтогенеза и изменчивости группы *U. fedorowi* и всех представителей рода *Clasiuraloceras*.

Работа выполнена при финансовой поддержке грантом РФФИ 16-05-00306.

Бойко М.С. Аммоноидеи из артинско-кунгурских отложений разреза Мечетлино (Южный Урал) // Бюлл. МОИП. Отд. геол. 2010. Т. 85. Вып. 5. С. 33–39.

Chernykh, V.V., Chuvashov, B.I., Davydov, V.I., Schmitz, M.D. Mechetlino Section: A candidate for the Global Stratotype and Point (GSSP) of the Kungurian Stage (Cisuralian, Lower Permian) // Permophiles. 2012. Iss. 56. P. 21–34.

Kotlyar G., Sungatullina G., Sungatullin R. GSSPs for the Permian Cisuralian Series stages // Permophiles. 2016. Iss. 63. P. 32–37.

# ON THE SAKMARIAN-ARTINSKIAN INVASION OF BIOTA IN THE VERKHOYANSK-KOLYMA WATER AREAS FROM THE URALIAN AND NORTH AMERICAN REGIONS

**Ruslan V. Kutygin**

*Diamond and Precious Metal Geology Institute, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Yakutsk, Russia*

## О ПРОНИКНОВЕНИИ УРАЛЬСКИХ И СЕВЕРОАМЕРИКАНСКИХ БИОТ В ВЕРХОЯНО-КОЛЫМСКИЕ АКВАТОРИИ НА РУБЕЖЕ САКМАРСКОГО И АРТИНСКОГО ВЕКОВ

**Р.В. Кутыгин**

*Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск, Россия*

Пограничный сакмарско-артинский интервал в Верхоянье представлен наиболее мористыми осадками эчийского горизонта, накопившимися в период предельного отдаления от Центрально-Верхоянской акватории фронтальной части дельты реки Палео-Виллюй, в условиях подъема уровня Мирового океана, вероятно, связанного с глобальным потеплением. Эти крупные события нашли отражение в биогеографических чертах, касающихся миграции морских биот, в том числе аммоноидей.

С сакмарско-артинским биостратиграфическим рубежом принято связывать появление в разрезах нижней перми Северо-Востока Азии гониатитов рода *Neoshumardites*, известного также в основании артинского яруса Урала. В Уральском регионе ареал этого рода был очень незначительным и не заходил за пределы Южно-Уральской акватории (рис. 1). На Среднем и Северном Урале неошумардиты не известны, тем удивительнее находка подвида *N. triceps hyperboreus*, морфологически очень близкого к южно-уральскому *N. triceps triceps*, в эчийской свите приустьевой части р. Дьеледжи Западного Верхоянья (Руженцев, 1961; Кутыгин и др., 2010). Интересно, что верхоянский неошумардит был обнаружен В.Н. Андриановым в ракушняковом прослое, содержащем таксоны брахиопод (Перегаев и др., 2009), малохарактерные для Верхоянья, но широко распространенные в Уральском регионе. В особенности это касается вида *Uraloproductus stuckenbergianus*, имевшего в начале артинского века обширный ареал, протягивающийся от Южно-Уральского бассейна до Новой Земли и, возможно, Таймыра, с вероятным центром расселения, расположенным в пределах Печорской палеоакватории.

На Омолонском массиве также известна находка неошумардитов, по появлению которых в верхней части мунугуджакского горизонта ранее обосновывалась граница сакмарского и артинского ярусов (Ганелин, 1984). Изучение омолонских неошумардитов (Кутыгин, Ганелин, 2013) показало, что морфологически они ближе к североамериканским сомоголитидам, нежели уральским. Они, вероятно, являются непосредственными потомками вида *Andrianovia* sp. nov. (= «*Neoshumardites* cf. *sakmarae*»), обнаруженного в сакмарско-артинских отложениях полуострова Бьёрн, о. Элсмир (Nassichuk et al., 1965). Ранее было сделано обоснование дотрицепсового возраста омолонских неошумардитов и встреченных совместно с ними многочисленных *Uraloceras omolonense* (Kutygin et Ganelin, 2013). Последний вид известен также в разрезе приустьевой части р. Дьеледжи (ниже уровня с *N. triceps hyperboreus*) и, вероятно, в Северном Приохотье.

Следует отметить, что в одном местонахождении с *Andrianovia* sp. nov. полуострова Бьёрн североамериканскими коллегами был обнаружен также представитель рода *Uraloceras*, очень близкий к виду *Uraloceras kolymense*, сопутствующему *U. omolonense*, а также вид *Metalegoceras crenatum*, известный в эчийской свите верховьев р. Тумары (Андрианов, 1985).

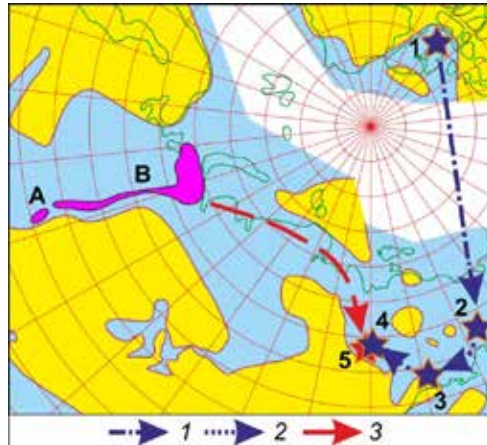


Рис. 1. Sakmarian-Artinskian invasions of biota in the Verkhoyansk-Omolon waters: Areas: **A** – *Neoshumardites triceps triceps*, **B** – *Uraloproductus stuckenbergianus*; localities: **1** – Arctic Canada, Ellesmere Island, Bjerne Peninsula, **2** – Omolon massif, Munugudzhak River, **3** – Okhotsk Region, Inia River; **4, 5** – Verkhoyansk Region, upper reaches of the Tumara River; migrations: **1, 2** – Late Sakmarian – inter- and intraregional, **3** – Early Artinskian, interregional

На основе анализа морфологической близости видовых таксонов аммоноидей можно сделать следующий вывод. В период потепления и максимального подъема уровня мирового океана наблюдались две хронологически близкие волны проникновения уральских и североамериканских биот в акватории Верхояно-Колымского региона.

В период первой волны, происходившей в конце сакмарского века, из Свердрупского бассейна в Омолонское море и Западно-Верхоянский сектор Верхоянской акватории проникли крупные экзотические представители сомоголитид (*Neoshumardites?*) и металегоцератид (*Metalegoceras*). Возможно, что в это время между регионами также проводился обмен парагастриоцератидами группы *Uraloceras omolonense*. Вторая волна, произошедшая в начале артинского века, характеризуется проникновением в Верхоянский бассейн южно-уральских сомоголитид рода *Neoshumardites*, а также разнообразных северо-уральских брахиопод. Однако ни уральские, ни североамериканские иммигранты не смогли приспособиться к местным условиям и в раннеартинское время, с началом падения уровня мирового океана, они из Верхояно-Омолонских акваторий бесследно исчезли.

Работа выполнена по Плану НИР ИГАБМ СО РАН при частичной финансовой поддержке грантами РФФИ 15-45-05024 и 16-05-00306 и Второй якутской комплексной экспедиции.

Андрианов В.Н. Пермские и некоторые каменноугольные аммоноидеи Северо-Востока Азии. Новосибирск: Наука, 1985. 180 с.

Ганелин В.Г. Таймыро-Колымская подобласть // Основные черты стратиграфии пермской систем СССР. Л.: Недра, 1984. С. 111–123.

Кутыгин Р.В., Будников И.В., Бяков А.С., Горяев С.К., Макошин В.И., Перегоедов Л.Г. Новые данные о стратиграфическом взаимоотношении брахиопод рода *Jakutoproductus* и иноцерамоподобных двустворок в нижней перми Западного Верхоянья // Отечественная геология. 2010. № 5. С. 97–104.

Перегоедов Л.Г., Кутыгин Р.В., Клец А.Г., Ганелин В.Г., Будников И.В., Кривенко О.В. Палеонтологическая характеристика нижнего артина низовья р. Дьеленджа (Западное Верхоянье) // Верхний палеозой России: стратиграфия и фациальный анализ: Мат-лы Второй всероссийской конференции. Казань: КГУ, 2009. С. 207–209.

Руженцев В.Е. Первые аммоноидеи из пермских отложений Верхоянья // Палеонтол. журн. 1961. № 2. С. 50–63.

Kutygin R.V., Ganelin V.G. Permian ammonoids of the Kolyma-Omolon region: Ogonerian association // Paleontological Journal. 2013. Vol. 47. № 1. P. 1–10.

Nassichuk W.W., Furnish W.M., Glenister B.F. The Permian ammonoids of Arctic Canada // Geological Survey of Canada. 1965. Bulletin 131. P. 1–56.

# SPECIFIC PERMIAN TRACE FOSSILS FROM EAST TAIMYR AND NEW SIBERIAN ISLANDS, AND THEIR USABILITY FOR STRATIGRAPHY

Alexander B. Kuzmichev, Maria K. Danukalova

Geological Institute of RAS, Moscow, Russia

# СПЕЦИФИЧЕСКИЕ ПЕРМСКИЕ ИХНОФОССИЛИИ ВОСТОЧНОГО ТАЙМЫРА И НОВОСИБИРСКИХ ОСТРОВОВ И ИХ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

А.Б. Кузьмичев, М.К. Данукалова

Геологический институт РАН, Москва, Россия

При изучении пермских пород, обнажающихся в обрамлении моря Лаптевых, нам встречалось множество разнообразных следов жизнедеятельности. Среди обычных, широко распространенных форм были встречены три группы весьма специфических ихнофоссилий, о которых пойдет речь в докладе. Первые две группы мы наблюдали в клифе мыса Цветкова (Восточный Таймыр) в нижнепермских породах. Здесь крупные (дециметры) ихнофоссилии густо насыщают некоторые пласты песчаника. Третья группа наблюдалась неоднократно на Новосибирских островах.

**1. «Шнеки».** Представляют собой лопасть, спирально навитую на стержень длиной 30–40 см. Диаметр по внешнему контуру лопасти 5–7 см вверху и до 15 см в основании. В осевом сечении конструкция похожа на елку. Сходные образования в литературе описаны как *Spirophiton* (родственник зоофикуса) (Miller, 1991), но морфологически они сильно отличаются от наших шнеков. Строители шнеков первыми колонизировали намытые штормами песчаные отмели и бары и не выдерживали конкуренции с биотой, заселявшей эти ландшафты позже. Мы не наблюдали шнеков в биотурбированных песчаниках.

**2. «Метелки»** и «баллоны» присутствуют в тех же фациях и на тех же стратиграфических уровнях, что и шнеки, но образуют обособленные популяции. Они могли сосуществовать с другими формами и встречаются также в сильно биотурбированных песчаниках. Это не менее поразительные образования: в обрыве они иногда выглядят как срез грядки, засаженной корнеплодами. Данная группа похожа на некоторые разновидности *Rosselia* (Knaust, 2017), но отличается от них отсутствием центрального стержня и концентрической структуры. Метелки представляют собой пучок «листьев» или «перьев» высотой 10–25 см и диаметром 10–15 см, растущих вбок и вверх от единого основания, снабженного ножкой. В некоторых экземплярах вверх от метелки отходит дополнительный узкий пучок. В отличие от шнеков, метелки не имеют объема, ограниченного коркой: они сложены таким же песком, как и вмещающая порода, но прокрашенным органикой. Вследствие окисления органики, черная окраска часто исчезает по периферии и контуры (особенно в верхней части) становятся нечеткими. Иногда окраска исчезает полностью и от метелок остаются только тени, хорошо заметные, если ими пронизан слоистый песок. Основание и внутренняя часть пучка наиболее богаты органикой и иногда превращаются в некое подобие конкреции. В этом случае появляется заметное массивное ядро, и такие формы описывались нами в маршрутах как «баллоны». По форме и размеру они похожи на огурец или грушу, которые в еще большей степени напоминают *Rosselia*, но также лишены концентрической слоистости и центрального стержня.

**3. «Фукоиды».** Это название бурых водорослей, которое применялось также для обозначения проблематичных структур в глубоководных отложениях. Мы описывали их в поле как «спиральные кустики». Это весьма необычные формы, действительно напоминающие растение с хорошо сохранившимися черепитчатыми черными толстыми «листовыми пластинками» шириной около сантиметра, закрученными вокруг неясно выраженного стебля. Похожие образования описаны как ихнофоссилия *Hillichnus*, оставленная илоядной пеллециподой (Bromley *et al.*, 2003). *Hillichnus* – это комплексная довольно редкая структура

с несколькими характерными элементами. В наших примерах представлен только один из них. Мы видели «фукоиды» в большом количестве обнажений, но остальные элементы так и не были обнаружены. Скорее наблюдавшийся узор образован случайными сечениями извилистых ходов питания, заполненных отходами жизнедеятельности, от которых заметными остались только выпуклые «мениски» (backfilled meniscate burrows). Как бы то ни было эта структура весьма специфична и легко опознается в глубоководных разрезах перми на о. Бельковский и в западной части о. Котельный. В береговых обнажениях перми Восточного Таймыра «спиральные кустики» мы не нашли, вероятно, вследствие того, что там вскрыты более высокие горизонты. Самые нижние горизонты перми мы наблюдали в керне скважины АХ-2, пробуренной на Восточном Таймыре, где благополучно обнаружили такие же ихнотекстуры, предположительно на том же стратиграфическом уровне.

**Выводы.** Все упоминавшиеся образования весьма специфичны и легко идентифицируются в поле. Первые две группы приурочены к мелководно-морским отложениям. В цикличном разрезе позднего палеозоя Восточного Таймыра подобные песчаные фации присутствуют в верхнем карбоне, средней и верхней перми, однако шнеки и метелки приурочены только к верхам разреза нижней перми и на других уровнях отсутствуют. Единственное известное нам место, где наблюдались спирофитоны, аналогичные нашим шнекам, это нижне-среднепермские отложения на берегах бухты Тихая, Приморский край (<http://www.ammonit.ru/text/1391.htm>). «Фукоиды» приурочены к глубоководным отложениям. Они наблюдались приблизительно на одном и том же стратиграфическом уровне по разные стороны моря Лаптевых. Во всех разрезах, в которых были встречены перечисленные ихнофоссилии, классическая фауна отсутствует, поэтому они приобретают, по крайней мере, региональное корреляционное значение. Мы не исключаем, что некоторые ихнофоссилии с описанной выше морфологией специфичны именно для пермских или, может быть, даже только для нижнепермских пород. Присутствие «шнеков» в дальневосточных разрезах, во всем подобных таковым мыса Цветкова, подтверждает такую возможность. Мы надеемся, что присутствующие на совещании специалисты смогут опознать в ихнофоссилиях, демонстрируемых в докладе, знакомые им формы, наблюдавшиеся ими в разрезах перми других регионов.

Bromley R.G., Uchman A, Gregory M.R. et al (2003): *Hillichnus lobosensis* igen. et isp. nov., a complex trace fossil produced by tellinacean bivalves, Paleocene, Monterey, California, USA. *Palaeogeogr Palaeoclimatol Palaeoecol* 192:157–186.

Knaust D. (2017): *Atlas of Trace Fossils in Well Core: Appearance, Taxonomy and Interpretation*, Springer, 209 p.

Miller M.F. (1991): Morphology and paleoenvironmental distribution of Paleozoic Spirophyton and Zoophycos: implications for the Zoophycos ichnofacies. *Palaios* 6: 410–425.

# A TESTING OF THE MODELS OF LATE PALEOZOIC TECTONIC AND PALEO GEOGRAPHIC EVOLUTION OF THE POLAR SEGMENT OF THE PALEOZOIDS OF URALS BY DATING OF DETRITAL ZIRCONS

*Nikolay B. Kuznetsov<sup>1</sup>, Anna A. Soboleva<sup>2</sup>, Elizabeth L. Miller<sup>3</sup>, Oksana V. Udoratina<sup>2</sup>, Tatyana V. Romanyuk<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> *Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

<sup>2</sup> *Institute of Geology, Komi Science Center, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia*

<sup>3</sup> *Stanford University, Stanford, California, United States*

<sup>4</sup> *Institute of Physics of the Earth, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

# ТЕСТИРОВАНИЕ МОДЕЛЕЙ ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКОЙ ТЕКТОНИЧЕСКОЙ И ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ЭВОЛЮЦИИ ПОЛЯРНОГО СЕКМЕНТА ПАЛЕОЗОИД УРАЛА С ПОМОЩЬЮ ДАТИРОВАНИЯ ДЕТРИТНЫХ ЦИРКОНОВ

*Н.Б. Кузнецов<sup>1</sup>, А.А. Соболева<sup>2</sup>, Э.Л. Миллер<sup>3</sup>, О.В. Удоратина<sup>2</sup>, Т.В. Романюк<sup>4</sup>*

<sup>1</sup> *Геологический институт РАН, Москва, Россия*

<sup>2</sup> *Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия*

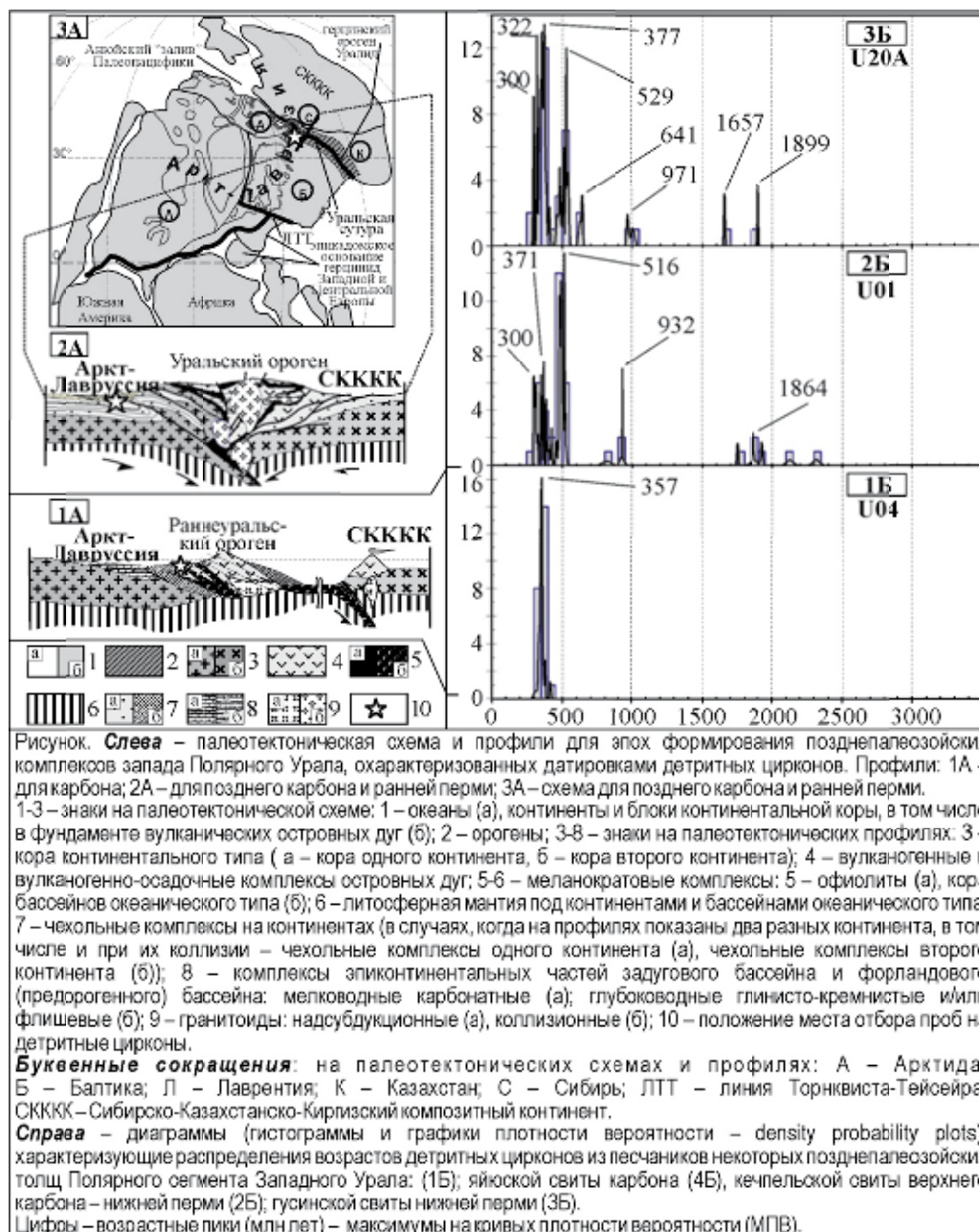
<sup>3</sup> *Стэнфордский университет, Калифорния, США*

<sup>4</sup> *Институт физики Земли РАН, Москва, Россия*

На основе анализа результатов датирования детритных цирконов (**dZr**), извлеченных из песчаников яйюской свиты (карбон), кечпельской свиты (верхний карбон-нижняя пермь) и гусиной свиты (нижняя пермь) свит Полярного сегмента Западного Урала, проведено тестирование современных представлений о позднепалеозойской эволюции уралид Полярной части Уральскогo покровно-складчатогo пояса. Диапазон возрастов **dZr** из яйюской свиты (проба **U04**) – от ~312 до ~415 млн лет со статистическим пиком ~357 млн лет (рисунок, диаграмма 1Б). Этот диапазон отвечает возрастам магматических комплексов восточных зон Урала – восточно-уральский «провенанс-сигнал». Наличие в песчаниках яйюской свиты только (!) этого «провенанс-сигнала» означает, что во время ее накопления в пределы Полярного сегмента Западноуральскогo осадочного бассейна кластика поступала с начинающего воздыматься Уральскогo орогена. В.Н. Пучков (2010) рассматривает это как отражение начавшейся в раннем карбоне «мягкой» коллизии. Мы называем это событие раннеуральским орогенезом и связываем его с закрытием Войкарскогo задугового бассейна и столкновением островной дуги с краем континента (рисунок, профиль 1А). В наборах возрастов **dZr** из песчаников кечпельской (проба **U01**) (рисунок, диаграмма 2Б) и гусиной (проба **U20А**) (рисунок, диаграмма 3Б) свит зафиксированы как восточно-уральский, так и протоуральско-тиманий «провенанс-сигналы», и незначительные количества **dZr** с более древними возрастaми. Мы объясняем это тем, что во время их накопления на уровень эрозионного среза в осевой зоне растущего Уральскогo орогена, наряду с собственно уральскими комплексами, были выведены крайние восточные части Западно-Уральскогo зоны, в строении фундамента которых участвуют комплексы протоуралид-тиманид (рисунок, профиль 2А и схема 3А). Иными словами, палеотектоническая и палеогеографическая ситуация конца карбона – начала перми в пределах Полярного сегмента Западного Урала является отражением «жесткой», по терминологии В.Н. Пучкова (2010), коллизии. Мы предлагаем называть это событие собственно уральским орогенезом и связываем его с закрытием Палеоуральскогo океана.

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ №16-05-00259.







## THE REEFS OF SOUTH CHINA AND BIOTIC CRISIS AT THE PERMIAN – TRIASSIC BOUNDARY

*Vitaly G. Kuznetsov<sup>1</sup>, Liliya M. Zhuravleva<sup>1</sup>, Liu Shiqi<sup>1</sup>*

*Gubkin University, Moscow, Russia*

## РИФЫ ЮЖНОГО КИТАЯ И БИОТИЧЕСКИЙ КРИЗИС НА ГРАНИЦЕ ПЕРМИ И ТРИАСА

*В.Г. Кузнецов<sup>1</sup>, Л.М. Журавлева<sup>1</sup>, Лю Шици<sup>1</sup>*

*РГУ нефти и газа (НИУ) им. И.М. Губкина, Москва, Россия*

Пермское рифообразование происходило главным образом в конце ранней и средней перми. Верхнепермские рифы известны в двух районах – на Северном Кавказе и более широко – в Южном Китае в пределах блока Янцзы.

Материалы по геологии этих рифов достаточно широко опубликованы (Fan J. *et al.*, 1982; Fan Jiasong, Zhang Wei., 1985; Li Shushun *et al.*, 1985; Liu Huaibo *et al.*, 1991, Wu Xichun *et al.*, 1990), и они использованы в данном сообщении, задача которого проанализировать особенности рифообразования в периоды биотических кризисов, в данном конкретном случае, – массового вымирания на границе перми и триаса

Установлено два типа рифов – линейно вытянутые и развитые на краю мелководного шельфа, и относительно изометрические изолированные постройки в пределах зарифового мелководья.

Начало рифообразования фиксируется накоплением детрита эхинодермат, сцементированного микрозернистым материалом. Ядра рифов мощностью до 160 м сложены в значительной степени каркасными известняками, главными рифостроителями которых являлись разнообразные известковые губки, инозои, табулозои, мшанки, гидрозои, тубифиты, водоросли, причем развитие этих организмов четко приурочено только к рифам, во внерифовых фациях они отсутствуют.

Имеются группы фауны, общие с зарифовыми мелководными отложениями – брахиоподы, моллюски, иглокожие, фораминиферы, включая фузулинид. С другой стороны, дазикладиевые и гимнокодиевые водоросли распространены только в зарифовых мелководных отложениях.

Принципиально важно отметить, что само рифообразование закончилось до конца перми и постройки везде перекрываются нерифовыми детритовыми отложениями, содержащими в том числе потенциально рифостроящую биоту.

В этом плане интересно рассмотреть, почему рифообразование завершается до массового вымирания на границе перми и триаса, когда, повторим, рифостроящие организмы еще существуют.

Рифы как биологические объекты представляют собой крупные многокомпонентные биоценозы. Значительное групповое разнообразие составляющих такие биоценозы организмов, их функциональная значимость, с одной стороны, и взаимозависимость, с другой, превращают риф в закрытую самодостаточную систему, эксплуатирующую собственные ресурсы. Вместе с тем любая закрытая система является весьма чувствительной к любым, даже незначительным, изменениям окружающей среды. Возможно поэтому любое отклонение от установившейся обстановки, не критическое для существования и жизнедеятельности каждой из групп организмов в отдельности, ведет к разрушению важных функциональных связей внутри самого биоценоза. Организмы, в частности каркасообразующие, как, впрочем, и другие, продолжают существовать, однако уже не в рамках единой рифовой системы.

По-видимому, события, приведшие к великому массовому вымиранию, не были внезапными и предварялись некими изменениями, которые прежде всего разрушали систе-

му биоценоза, что и привело к прекращению формирования именно рифов при все еще благополучном существовании отдельно взятых групп организмов, в том числе и каркасообразующих.

- Fan J., Ma X., Zhang Y., Zhang W. The Upper Permian Reefs in West Hubei, China // *Facies*, 1982. V. 6. P. 1–14.
- Fan Jiasong, Zhang Wei. Sphinctozoans from Late Permian Reefs of Lichuan, West Hubei, China // *Facies*, 1985. V. 13. P. 144.
- Li Shushun, Liu Dacheng, Gu Shunhua. Characteristics of the Honghua Reef in Kai Country of Sichuan and its Significance in Finding the New Types Hydrocarbon Reservoir // *Oil and Gas Geology*, 1985. V. 5, N 2, P. 24–28. (на китайском языке, резюме на английском).
- Liu Huaibo, Rigby J. K. Li Guisen, Xia Kedong, Liu Lingshan. Upper Permian Carbonate Buildups and Associated Lithofacies, Western Hubei – Eastern Sichuan Provinces, China // *AAPG, Bull.*, 1991, V. 75, N 9. Pp. 1447–1467.
- Wu Xichun, Lin Xiaozeng, Yang Zhonglun, Chen Xinsheng. Formation of reef-bound reservoirs of Upper Permian Changxing formation in East Sichuan // *Oil and gas geology*, 1990, v. 11 N 3. P. 283–299. (на китайском языке, резюме на английском).

## LATE PALAEOZOIC CONTINENTAL DEPOSITS OF MOROCCO: RICH AND DIVERSIFIED PALAEOECOSYSTEMS

**Abdelouahed Lagnaoui<sup>1, 2</sup>, Sebastian Voigt<sup>3</sup>, Jörg W. Schneider<sup>2, 4</sup>, Hafid Saber<sup>1</sup>, Abdelkbir Hminna<sup>5</sup>, Abouchouaib Belahmira<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Chouaïb Doukkali University, El Jadida, Morocco, [abdelouahedlagnaoui@gmail.com](mailto:abdelouahedlagnaoui@gmail.com)

<sup>2</sup> Kazan Federal University, Kazan, Russian Federation

<sup>3</sup> Umweltmuseum GEOSKOP, Thallichtenberg, Germany

<sup>4</sup> TU Bergakademie Freiberg, Institut für Geologie, Freiberg, Germany

<sup>5</sup> Sidi Mohamed Ben Abdellah University, Fès, Morocco

The Late Palaeozoic deposit from Morocco yielded a diverse and rich palaeontological heritage. New findings have been described from seven stratigraphic intervals in six localities: (1) Westphalian deposits of Sidi Kassem basin contain of the ichnogenera *Batrachichnus*, *Dimetropus*, *Hylopus* and *Notalacerta*, associated with invertebrate traces assigned to the ichnogenera *Scoyenia* and *Imponoglyphus* and diverse plant remains (i.e. *Calamites*, *Cordiates*, *Gingophytes*... etc.). (2) Stephanian strata of Souss basin are rich in trampled surfaces with tetrapod activities, and they provided the ichnogenera *Batrachichnus*, *Dimetropus*, *Dromopus*, *Limnopus* and *Ichniotherium*. Furthermore, this basin is the richest area by paleoentomological fauna in Africa, including *Blattoidea*, *Ephemeroptera*, *Grylloblattid*, *Plecoptera*, *Phasmatodea*, *Protorthoptera* (*Blattinopsidae*), *Dasyleptidae* (*Monura*), *Zygentoma* and chonchostrans, and yielded rich and diverse flora (i.e. *Calamites*, *Cordiates*, *Gingophytes*, *Walkia*, ... etc.). (3) Late Carboniferous-Early Permian deposits of the Khénifra and Tiddas basins provided tracks of *Batrachichnus*, *Limnopus*, *Amphisauropus*, *Ichniotherium*, *Dimetropus*, *Varanopus-Hyloidichnus*, and *Dromopus*, which co-occur with plant remains and invertebrate traces. (4) Middle-Late Permian red beds of the Argana Basin yielded footprints of *Amphisauropus*, *Pachypes*, *Erpetopus*, *Hyloidichnus* and *Dromopus*, and diverse invertebrate traces, including the ichnogenera *Arenicolites*, *Paleohelcura* and *Scoyenia*. We note the first occurrence of the ichnogenera *Dimetropus* and *Batrachichnus*, and a new ichnospecies *Paleohelcura ichnosp. nov.*, from the Argana basin, which needs a careful ichnotaxonomic analysis. Recently tetrapod burrows are found in several strata of this stratigraphic unit in two different localities and considered as the oldest record of communal fossorial vertebrate behaviour in a palaeotropical region.

The Late Palaeozoic vertebrate ichnoassemblages from diverse stratigraphic units can be referred to the small and medium temnospondyls, diadectomorphs, primitive synapsids and sauropsids, “pelycosaurs”, seymouriamorphs captorhinomorphs, captorhinids and araeoscelids potential trackmakers, which reflects the richness of the study areas for wildlife.

The diverse tetrapod ichnofauna together with the rich macroflora reveals the central Morocco as a complex well-developed Late Palaeozoic ecosystem, most likely representing an intracontinental basin under pronounced humid climatic conditions. The abundance and variety of fossils strongly encourages further systematic prospecting, in particular for tetrapod body remains. With the earliest record of diadectomorph, seymouriamorph and advanced captorhinomorph tracks from the African continent, the study area could be of great importance for the reconstruction of Late Palaeozoic continental faunas in close proximity to the Gondwanan biotic province. Given its potentially pivotal role for the understanding of the evolution of Late Palaeozoic terrestrial ecosystems, radiometric age determination of associated volcanites would be desirable in order to get a biostratigraphically independent age control of the fossiliferous continental deposits.

Our data extend the stratigraphic and geographic range of several important groups of early terrestrial tetrapods besides of linking certain Palaeozoic tetrapod ichnofaunas of Europe, Gondwana and North America. Therefore, the Late Palaeozoic fossils show an important diversity and abundance, and are considered as Palaeontological heritage of great scientific interest to understand the continental palaeoecosystems during that time. Exploration in other Moroccan basins is intended to refine the ichnofossil record and improve further these results.

## **HEAVY MINERALS FROM THE URZHUMIAN (MIDDLE PERMIAN) VARIEGATED CLAYS (MIDDLE VOLGA REGION, EAST EUROPEAN PLATFORM)**

***Marina V. Lavrukhina, Olga V. Akishina, Ilvina R. Biktagirova, Vladimir V. Silantiev***

*Kazan Federal University, Russia*

The territory of the Middle Volga region is part of the East European platform – the type region of the Permian system. The Middle (Biarmanian) and the Upper (Tatarian) Series of the system are represented here mainly by continental variegated deposits. Direct correlation of these Series with the International Stratigraphic Scale with biostratigraphic methods is difficult. Precise radiometric dating of rocks, along with paleomagnetic studies, are additional tools for the correlation. To solve the problem of the correlation, we have to find rocks containing syngenetic zircon grains.

Since 2013, geologists of Kazan Federal University under the leadership of Vladimir I. Davydov (Boise State University, USA) have been studying the Permian continental successions of the Middle Volga region in order to find the few horizons that contain in situ zircon grains. Such rocks may represent beds of modified volcanic tuffs altered into bentonite. Thus, the researchers need to answer the question: how to find a thin, usually of mm–cm scale thickness, layer of clay, formed from volcanic ash, within a thick variegated succession of 300 m thick and containing hundreds and thousands of normal clay interbeds? To answer this question, the task was to determine the differences in heavy minerals within the clays of different genesis.

The material for this study was sampled from the Urzhumian regional stage in the Middle Volga region. The clays were selected under the following criteria. One group of the samples was sampled from thin clay interlayers with a geochemical anomaly on Cr, Ni, Cu, Zn, Zr and Cl. Such beds usually lie within the carbonate intervals of the sections and are well visible (usually, bright red colors) in the general light gray background. The second group of samples was sampled from paleosols.

The separation of mineral grains was carried out using ultrasound, bromoform and manual picking under a microscope. Then, the most characteristic grains from each group were studied using a scanning electron microscope with an INCA X-MAX spectrometer.

In all types of studied clays, quartz (40%) and feldspars (30%), represented by the complete isomorphous orthoclase-albite-anorthite series predominate in the accessory minerals. The content of dolomite and calcite is 10%, heavy minerals account for 20%. The grain size varies from 50 to 100 microns.

The clays of the paleosols are characterized by a lumpy texture and the presence of variegated (green, blue) spots of gleying, often of root-shaped form. The main minerals of the heavy fraction are magnetite, ilmenite, apatite, rutile, epidote, kyanite, and zircon. Mineral grains are mostly broken; complete crystals are rare; zircon grains are usually strongly rounded and therefore detrital.

Clays from the beds with a geochemical anomaly are characterized by a homogeneous non-laminated texture. The main minerals of the heavy fraction are apatite, zircon, topaz, rutile. Mineral grains are represented, as a rule, by well-preserved unbroken crystals. Zircon grains have distinct edges, grains of other minerals are characterized by traces of roundness. The difference in the composition of heavy minerals may indicate a different genesis of clays. The presence of a large number of well-preserved zircon grains in the clays with geochemical anomalies may indicate that volcanogenic material has probably participated in their sedimentation. The subsequent radiometric dating of zircons will allow making more reliable conclusions about the genesis of clays with geochemical anomalies.

This study was partly supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 16-04-01062).

# GIS MAP OF STRATOTYPES AND KEY SECTIONS AS PART OF AN INFORMATION SYSTEM “GEOLOGICAL MONUMENTS OF RUSSIA”

*Irina E. Logacheva, Sergey A. Semiletkin*

*A.P. Karpinsky Russian Geological Research Institute (FGBU «VSEGEI»), St. Petersburg, Russia*

## ГИС-КАРТА РАСПОЛОЖЕНИЯ СТРАТОТИПОВ И ОПОРНЫХ РАЗРЕЗОВ КАК ЧАСТЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ПО ГЕОЛОГИЧЕСКИМ ПАМЯТНИКАМ РОССИИ

*И.Е. Логачева, С.А. Семилеткин*

*Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А.П. Карпинского (ФГБУ «ВСЕГЕИ»), Санкт-Петербург, Россия*

В последнее время в мире, с одной стороны, все более важной становится идея популяризации науки, использование ее достижений в целях образования и привлечения новых кадров. С другой стороны, возрастает потребность в сохранении ненарушенных природных территорий, в частности объектов геологического наследия.

Во ВСЕГЕИ разрабатывается информационная система по геологическим памятникам природы России, частью которой является ГИС-карта стратотипов и опорных разрезов.

Карта стратотипов и опорных разрезов составляется на основе данных из серийных легенд листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштабов 1:200 000, 1:1 000 000.

Карта выполнена в виде слоя в формате ArcGIS. Каждая точка, представляющая стратотип, характеризуется ее положением в пространстве (координатами), а также записью в базе данных. База данных позволяет в структурированном виде хранить расширенный набор характеристик каждого стратиграфического объекта, формировать пользовательские запросы и делать выборки по заданным параметрам (рис. 1).

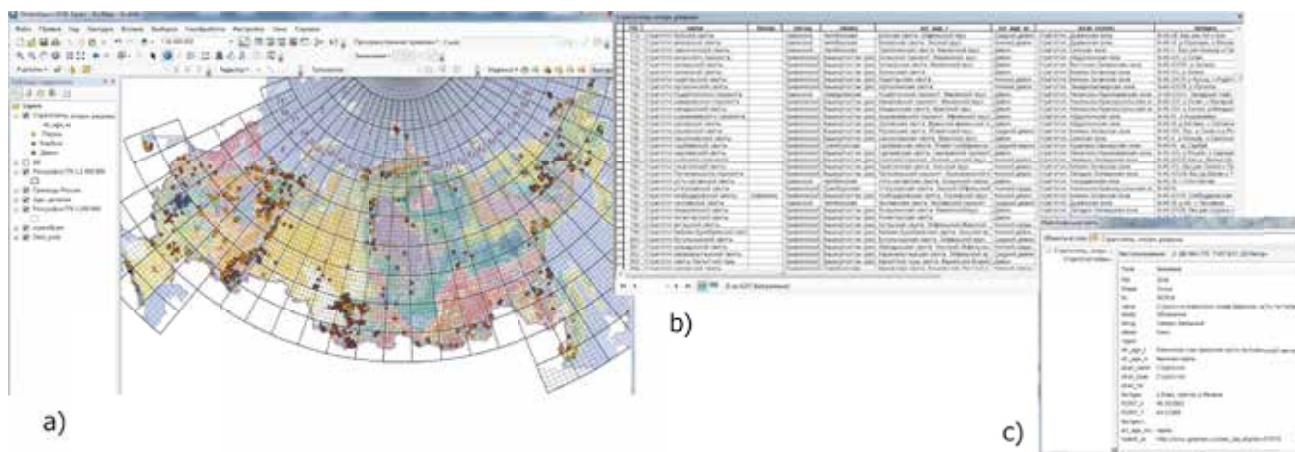


Рис. 1. Стратотипы структур верхнепалеозойского возраста на фоне геологической карты России м-ба 1:1 000 000. Формат представления ArcGIS

а) графический вид – расположение стратотипов на фоне геолкарты; б) вид базы данных – сводная табличная информация по стратотипам; с) вид справки – расширенная информация по одному выбранному объекту.

- В качестве параметров, характеризующих каждый стратотип, приняты следующие:
- название стратиграфического подразделения или граничащих подразделений;
  - вид объекта (скважина, обнажение, карьер и т. д.);
  - обозначение локального возраста (толща, серия, свита, горизонт);
  - глобальный геологический возраст (геологическая система);

– стратиграфический комментарий: разновидность стратотипа (голостратотип, лектостратотип, неостратотип, гипостратотип), категория стратотипа (составной, стратотип границы), парастратотип, гипостратотип и т. д.;

– особенности местоположения: административный округ, область, регион, локальные привязки.

Информационная система имеет интернет-версию; на сайте пользователь может сделать выборку и ознакомиться с информацией по каждому объекту (рис. 2).

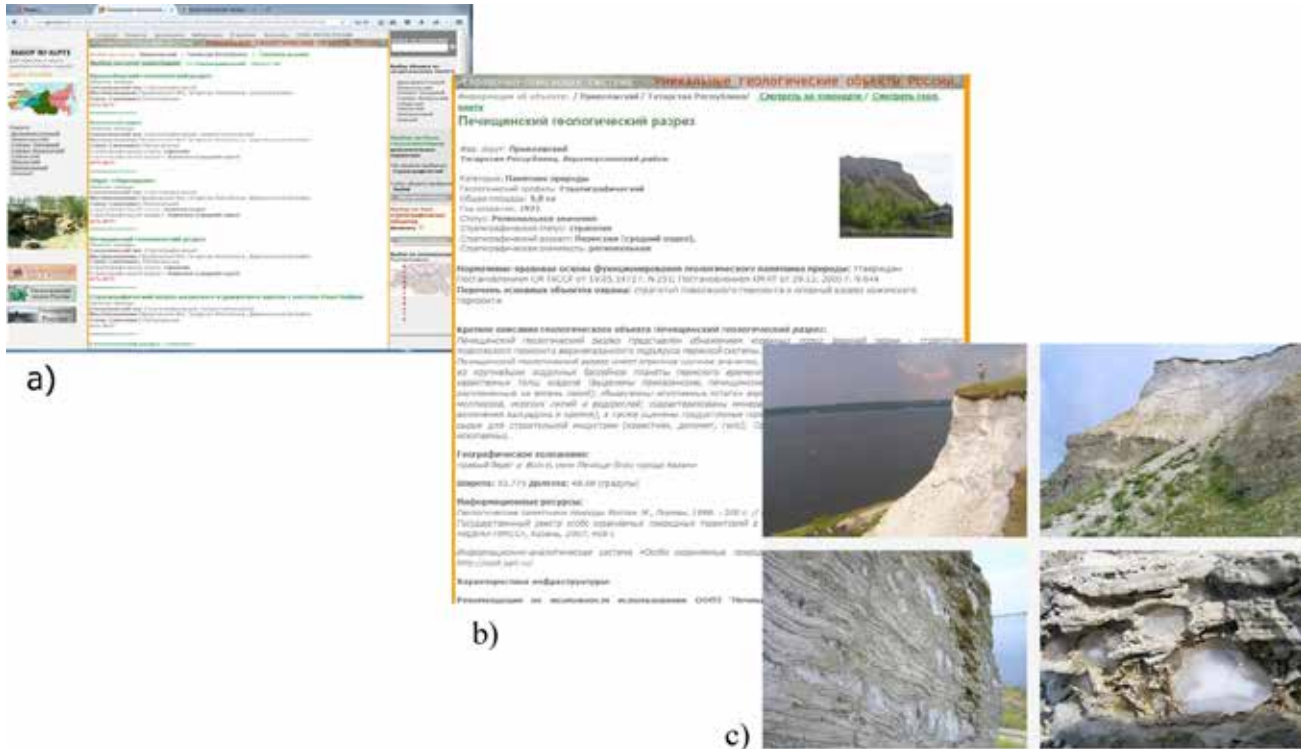


Рис. 2. Интерфейс информационной системы по геологическим памятникам природы стратиграфического типа: а) список объектов Республики Татарстан; б) сводная информация по стратиграфическому памятнику Печищинский геологический разрез; в) часть подробной информации по объекту – фотографии

Школьникова Е.А., Логачёва И.Е., Ренёва О.А. (ФГУП «ВСЕГЕИ»). Карта «Уникальные геологические объекты России»: содержание, наполнение и дальнейшее развитие. СПб.: ВСЕГЕИ, 2013. С. 149–152.

Школьникова Е.А., Карпузов А.Ф., Логачёва И.Е., Семилеткин С.А. ИПС «Уникальные геологические объекты России» – структура, наполнение, совершенствование и использование. СПб.: ВСЕГЕИ, 2011. С. 10–12.

S.Semiletkin, A.Karpuzov. Informational-retrieval system geological monuments of Russian nature. CD-ROM Produced by X-CD Technologies. INTERNATIONAL GEOLOGICAL CONGRESS, OSLO, 2008.

# ESTIMATION OF METHANE EMISSIONS FROM BLACK SHALES: A CASE STUDY FROM THE MESOZOIC OF THE WEST SIBERIAN AND RUSSIAN PLATFORMS

*Luiza F. Maksyutova, Svetlana O. Zorina*

*Kazan Federal University, Kazan, Russia*

At the moment, deposits rich in organic matter have an increased interest from a scientific point of view, since they are a potential source of hydrocarbons, but also an indicator of specific paleogeographic conditions.

It is well known that from late Jurassic to late Cretaceous there is an increase in temperatures, leading to the dominance of “greenhouse” conditions. At such times, sedimentation in the World Ocean is characterized by episodic accumulations of carbon-rich sediments, the so-called black shales, which are formed during short-term anoxic events (OAE – Oceanic Anoxic Event) (Schlanger & Jenkyns, 1976).

Anoxic events have been well studied and described in many studies. The general presentation of the consequences of these events is characterized by: (a) a climatic maximum, leading to extensive transgressions and the demolition of biophilic elements from the continent to the ocean leading to a significant increase in the oceanic productivity; (b) stagnation of hydrodynamic regime of basins and stratification of water masses; (c) a decrease in dissolved oxygen in the water; and (d) the conditions under which the organic matter (OM) does not dissolve and persist in the sediment arise (Schlanger & Jenkyns, 1976).

Currently, the main cause of the OAE is an activation of magmatic provinces, but there is also an alternative point of view – the release of methane from gas hydrates (e.g. Jahren et al., 2001). The contribution of methane to the global greenhouse effect relative to other gases is at least 15%, and its ability to shield thermal radiation is 20-40 times higher in CO<sub>2</sub> (Howarth et al, 2011). Considering the foregoing, we attempted to estimate the volume of released methane from the Mesozoic bituminous rocks occurring on the Russian and West Siberian Platforms for the time spans of their accumulation.

Samples of bituminous rocks from three sections were studied according with a problem to solve. The studied sections are: the lower Aptian Ulyanovsk Formation (Fm) and the Middle Volgian Promzino Fm from the borehole “Tatar Shatrashany” (eastern Russian Platform) and the Volgian-Berriassian Bazhenov Fm from the Krasnoleninsk deposit (West Siberian Platform). The studied high-carbon Formations are associated with the Early Aptian OAE-1a and the Late Jurassic anoxic episodes respectively.

A geochemical investigations of element, isotope, and gas composition of three samples from mentioned strata were undertaken at Institute of Geology and Oil and Gas Technologies of Kazan Federal University (Russia).

Samples were analyzed by inductively coupled plasma – mass spectrometry (ICP-MS) and by gas liquid chromatography (GLC).

According to the ICP-MS results, C<sub>org</sub> in the Ulyanovsk Fm is equal to 9.98%, in the Promzino Fm – 27.3%, in the Bazhenov Fm - 9.96%. All the samples studied are enriched in the light isotope <sup>12</sup>C, thus, the δ<sup>13</sup>C value in the sample from the Ulyanovsk Fm -29.19 ‰; in that from the Promzino Fm -23.37‰; from the Bazhenov Fm is equal to -30.6 ‰.

The GLC data showed that all samples are represented by a high content of methane and a small amount of ethane (Fig. 1). To calculate a quantitative ratio of the methane content in the samples, the areas of peak intensity were taken into account. As the lowest intensity for Bazhenov Fm is accepted as 1, the ratio of the intensity is as following: Bazhenov Fm / Ul'yanovsk Fm / Promzino Fm = 1 / 1.64 / 3.1.



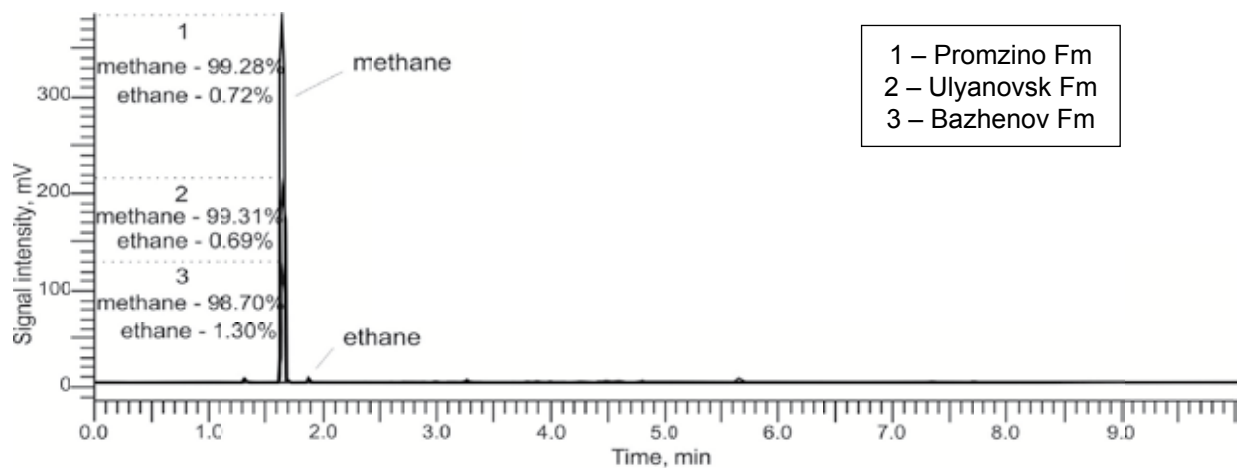


Figure 1. Chromatograms of studied samples.

Estimation of methane emissions (V, tons) was carried out according to the following formula (1):

$$V = S \cdot a \cdot k \cdot v, \quad (1)$$

where, S – area of the Fm distribution (km<sup>2</sup>), A – age of the Fm (million years), V – methane emission rate, (tons/year), K – intensity correction factor obtained from the chromatographic results. For the methane emission rate, the results by Artemov (2014) were used, because they reflect the most approximate conditions for the studied environments ( $V_{\text{CH}_4} = 9.85$  tons/km<sup>2</sup> per year). The distribution areas and age of each Fm were calculated according with published data (e.g. Gradstein, 2012).

In accordance with formula (1), the following methane emissions (in teratons) were obtained: for the Ulyanovsk Fm – 4.2, for the Bazhenov Fm – 128, and for the Promzino Fm – 55.7.

The results obtained indicate the enrichment all the samples in organic carbon and the high content of methane in the studied bituminous rocks. The calculated methane emissions should be taken into account along with methane hydrate emissions while estimating “greenhouse” effect in the Late Jurassic and Early Cretaceous (Early Aptian). Reconstructions of methane emissions may help to understand better modern climate changes and decipher the environmental conditions during the anoxic events in the past.

Howarth R.W., Santoro R., Ingraffea A. Methane and the greenhouse-gas footprint of natural gas from shale formations. *Climatic Change*, 2011, pp. 679.

Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M.D., Ogg G.M. (Eds.). *The geologic time scale 2012*. Elsevier, 2012. 1176 pp.

Jahren A H, Arens N C, Sarmiento G, Guerrero J, Amundson R. Terrestrial record of methane hydrate dissociation in the Early Cretaceous. *Geology*, 2001, Vol. 29, pp. 159–162.

Schlanger S., Jenkyns H. Cretaceous oceanic anoxic events: causes and consequences. *Geologie en mijnbouw*, 1976, Vol. 55 (3–4), pp. 179–184.

Artemov Y.G. Methane emission to the hydro- and atmosphere by gas bubble streams in the Black Sea. Thesis on Candidate of geographic sciences, 2014, 152 pp.

## THE UNIQUE SECTION OF THE MARINE CARBONIFEROUS DEPOSITS IN MOSCOW

**Svetlana U. Malenkina, Serge V. Naugolnykh**

*Geological Institute of RAS, Moscow, Russia*

The present authors found an old empty abandoned quarry, which is disposed on the north-eastern slope of the Vysokaya (“High”) Mountain, southwards from the Moscow Ring Road nearby the Butovo Forest. Several outcrops of the marine deposits of Carboniferous age are disposed in the quarry. The deposits represented mostly by limestones and dolomites. Unfortunately, we got no information about this quarry in the literature sources focused on the local geology and geography. The peculiarity of location of this quarry on one of the highest hills of the Teplostan Upland (230 m), composed of Jurassic and Cretaceous rocks, exposed on another hillside of the same hill, makes this location unique. The depth of the quarry is currently not more than 7 m. The northern wall has a series of outcrops 3 m high and 2.5 m wide in average. Preliminary study revealed three types of rocks: (1) massive hard white limestones without macrofossils, partially silicified, (2) white and yellowish limestones with abundant foraminifers and sporadically occurring fragments of echinoderm skeletal elements, i.e. endoskeletal plates of echinoids and parts of crinoid stems, brachiopods, gastropods and corals, and (3) yellow microgranular dolomitized limestones, sometimes thin-bedded, with small cavities originated as a result of dissolving of organic remains, often massive, some are silicified. The rocks were subjected to strong weathering and disintegration up to the white powder mass. These limestones contain the assemblage of fauna, belonging to the Middle – Upper Pennsylvanian: the shells and imprints of the brachiopods: *Meekella uralica* Tschernyschew, *Orhotetes radiata* Fischer, *Choristites* sp., *Neophricodothyris mosquensis* E.Ivan., sea urchins *Archaeocidaris rossica* Buch., tetracorals *Bothrophyllum* (?) sp., gastropods *Omphalotrochus canaliculatus* (Trautschold).

## NEW DATA ON THE AGE OF THE KHENTEY SERIES (KHANGAY-KHENTEY MEGAZONE, NORTHERN MONGOLIA)

**Olga R. Minina<sup>1</sup>, Alena V. Kurilenko<sup>2</sup>, Yarinpilin Ariunchimeg<sup>3</sup>, Larisa I. Vetluzhskikh<sup>1</sup>,  
Serge V. Naugolnych<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Geological Institute of SB Russian Academy of Science, Ulan-Ude, Russia

<sup>2</sup>Public Corporation "Chitageologorazvedka", Chita, Russia

<sup>3</sup>Institute of Paleontology and Geology, Mongolian Academy of Sciences, Ulaanbaatar, Mongolia

<sup>4</sup>Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

## НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВОЗРАСТЕ ОТЛОЖЕНИЙ ХЭНТЭЙСКОЙ СЕРИИ (ХАНГАЙ-ХЭНТЭЙСКАЯ МЕГАЗОНА, СЕВЕРНАЯ МОНГОЛИЯ)

**О.Р. Минина<sup>1</sup>, А.В. Куриленко<sup>2</sup>, Я. Ариунчимэг<sup>3</sup>, Л.И. Ветлужских<sup>1</sup>, С.В. Наугольных<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Геологический институт СО РАН, Улан-Удэ, Россия

<sup>2</sup>АО «Читагеологоразведка», Чита, Россия

<sup>3</sup>Институт палеонтологии и геологии МАН, Улаанбаатар, Монголия

<sup>4</sup>ГИН РАН, Москва, Россия

Хангай-Хэнтэйская мегазона (террейн) относится к Северо-Монгольской складчатой системе и рассматривается как аккреционная призма северной континентальной окраины Монголо-Охотского океана (Tomurtogo, 2003). Мегазона подразделяется на шесть террейнов – Заг-Хараа, Асралтхайрхан, Хархорин, Хангай, Улаанбаатар, Онон, в пределах которых широко распространены девонские и каменноугольные отложения, представленные двумя различными типами разрезов (Tomurtogo, 2003). Первый тип образован морскими, преимущественно терригенными породами, в составе второго, осадочно-вулканогенного типа разреза, преобладают субаэральные вулканические накопления.

Терригенные отложения первого типа входят в состав мощной кремнисто-терригенной серии, известной в разных террейнах под названиями хангайской и хэнтэйской групп. Авторами получены новые данные по составу, возрасту и генезису отложений хэнтэйской группы Улаанбаатарского террейна. В стратиграфическом отношении отложения группы подразделяются на формации: Сэргэлен (нижний девон), Горхи (средний-верхний девон), Алтановоо (нижний карбон) и Оргиоч (нижний и верхний карбон) (Tomurtogo, 2003). Исследования проводились в бассейне р. Туул, где распространены отложения формаций Горхи и Алтановоо. *Формация Горхи* представлена комплексом чередующихся вулканомиктовых песчаников, алевролитов, глинисто-кремнистых пород с линзовидными телами базальтов, пестроцветных яшм, массивных и слоистых известняков, имеющих разную протяженность (от первых до сотни метров) и мощность (от десятков см до сотни м). Авторами в известняках формации найдены фаменские конодонты и миоспоры, а в терригенных породах – филлоиды плауновидных и миоспоры, позволяющие датировать нижнюю часть разреза турнейским веком и верхнюю – визейско-серпуховским временем. Среди терригенных пород установлено присутствие олистостром (Минина и др., 2016). Разный возраст ( $S_2$ ,  $D_{1e}$ ,  $D_2$ ,  $D_{3f}$  и  $fm$ ) и состав олистолитов и олистоплак (пелагические и гемипелагические кремни, глинисто-кремнистые породы, мелководные известняки, океанические базальты), присутствие тел олистостром (хаотических брекчий) и включающего их стратифицированного матрикса позволяют предполагать присутствие олистостромового комплекса в среднем течении р. Туул. Комплекс со стратифицированным матриксом не образует четко выраженные самостоятельные геологические тела, граница его проводится по исчезновению из разреза флишевых отложений олистолитов и горизонтов хаотических брекчий. Этот комплекс аккреционного типа встречен среди турбидитовой толщи и замещает ее по простирацию. Он формировался, вероятнее всего, в складчато-надвиговой области, перед фронтом надвигающихся пластин в зонах субдукции. Породы *формации Алтановоо*, по нашим данным, по простирацию замещают *формацию Горхи* и представлены полимикто-

выми, граувакковыми песчаниками, алевролитами с прослоями и линзами конгломератов. Отложения впервые датированы по миоспорам и имеют раннекаменноугольный, турнейско-визейский возраст.

Второй тип разреза девонско-каменноугольных отложений распространен в пределах Северо-Хэнтэйского поднятия, в Орхонско-Селенгинском прогибе. В пределах Северо-Хэнтэйского поднятия (бассейн р. Харагол) девонские отложения распространены по обрамлению Дзунмодского вулканического массива и несогласно залегают на нижнепалеозойской харинской серии (Геология МНР, 1973). Они представлены граувакковыми терригенными породами, вулканитами среднего состава и по брахиоподам датируются средним–поздним девонем (Геология МНР, 1973). Выделенные авторами миоспоры позволили ограничить время их формирования ранним франом. К девону здесь мы относим толщу ритмичного чередования терригенных и карбонатно-терригенных пород, включавшихся ранее в состав нижнепалеозойской харинской серии. По находкам плауновидных растений, конодонтов и миоспор стратиграфическая принадлежность этих отложений определяется нижнефранским подъярусом. В Орхонско-Селенгинском прогибе девонские отложения хутэльской толщи впервые выделены из состава венд-кембрийского терригенно-карбонатного комплекса (Минина и др., 2016). Хутэльская толща сложена чередованием полимиктовых песчаников, алевролитов, известковистых алевропелитов с линзовидными прослоями известняков (мощностью десятки м). В известняках установлены девонские конодонты, тентакулиты, криноидеи и живетско-нижнефранский комплекс миоспор. Карбонатно-терригенные породы датированы по конодонтам и миоспорам фаменским веком. Возраст каменноугольной песчанниково-алевролитовой урмугтэйульской свиты уточнен в бассейне р. Шарын-Гол. В нижней части ее разреза найдены растительные остатки, представленные филлоидами и спорофиллами эндемичных плауновидных, облиственными побегами примитивных войновскиеких и выделен турнейский комплекс миоспор. В верхней части разреза установлены поздневизейско-серпуховские криноидеи и миоспоры. Полученные данные свидетельствуют о раннекаменноугольном возрасте урмугтэйульской свиты, причем, нижняя часть разреза накапливалась в турнейское, а верхняя – в визейско-серпуховское время. В бассейне р. Сумын-Гол из состава урмугтэйульской свиты вычленена пачка, в которой установлены криноидеи нижнедевонского (эмсского) возраста.

В заключении следует сказать, что девонские и каменноугольные отложения Орхонско-Селенгинского прогиба и Северо-Хэнтэйского поднятия в формационном и возрастном отношении хорошо коррелируются с отложениями Байкало-Витимской складчатой системы Западного Забайкалья и Агинской зоны Восточного Забайкалья, что свидетельствует о близкой истории геологического развития этих территорий (Минина и др., 2016; Kurilenko, Minina, 2017).

Геология Монгольской Народной Республики. М.: Наука. 1973. Т. 1. 583 с.

Минина О.Р., Доронина Н.А., Некрасов Г.Е., Ветлужских Л.И., Ланцева В.С., Аристов В.А., Наугольных С.В. Куриленко А.В., Ходырева Е.В. Ранние герциниды Байкало-Витимской складчатой системы (Западное Забайкалье) // Геотектоника. 2016. № 3. С. 63–84.

Kurilenko A. V., Minina O. R. The Devonian of Transbaikal: biostratigraphy and correlation // *Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments*, 2017, pp. 1–11.

Tomurtogoo O. Tectonic Map of Mongolia at the scale of 1:1 000 000, and Tectonics of Mongolia (Brief explanatory notes to Tectonic Map of Mongolia at the scale of 1:1 000 000). Mineral Resources Authority of Mongolia. Ulaanbaatar. 2003.

## MID-CARBONIFEROUS BOUNDARY U-Pb AGES IN THE MIDDLE URALS

**Gunar A. Mizens<sup>1</sup>, Tatiana I. Stepanova<sup>1</sup>, Semion A. Dub<sup>1</sup>, Anton B. Kuznetsov<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russia

<sup>2</sup> Institute of Precambrian Geology and Geochronology RAS, Saint Petersburg, Russia

## U-Pb ВОЗРАСТ ГРАНИЦЫ НИЖНЕГО И СРЕДНЕГО КАРБОНА НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

**Гунар А. Мизенс<sup>1</sup>, Татьяна И. Степанова<sup>1</sup>, Семен А. Дуб<sup>1</sup>, Антон Б. Кузнецов<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия

<sup>2</sup> Институт геологии и геохронологии докембрия РАН, Санкт-Петербург, Россия

В настоящее время граница между нижним и средним карбоном установлена на уровне  $323.2 \pm 0.4$  млн лет (International..., 2016). Упомянутый возраст вычислен на основе интерполяции небольшого количества изотопно-геохронологических данных, полученных по нескольким взаимно удаленным разрезам, а именно в Донецком бассейне, на Урале, в Западной Европе и Северной Америке (всего 32 определения на всю каменноугольную систему) (Gradstein *et al*, 2012; Davydov *et al*, 2010; Outerbridge *et al*, 1990). Среди них есть определения и по Среднему Уралу, из отложений, относящихся, по данным биостратиграфии, к средней части башкирского яруса. Здесь, по цирконам, выделенным из трех прослоев вулканических туфов в отложениях щербаковской свиты, был определен U-Pb возраст, равный  $319.09 \pm 0.08$ ,  $318.63 \pm 0.16$  и  $317.54 \pm 0.08$  млн лет (Алексеев и др., 2013; Gradstein *et al*, 2012).

В ходе исследований пограничных отложений серпуховского и башкирского ярусов в двух известняковых карьерах, расположенных на правом и левом берегах р. Исеть выше г. Каменск-Уральский, нами было обнаружено несколько прослоев вулканических туфов, в верхней части серпуховского яруса, вблизи границы с башкирскими отложениями, что позволило уточнить ее возраст. Серпуховский ярус в этих карьерах представлен слоистыми микрозернистыми известняками, чередующимися со строматолитовыми разностями и линзовидными скоплениями онколитов.

Разрез пограничных отложений в свое время был детально изучен в левобережном карьере (Степанова и др., 2001; Чувашов и др., 2002), в настоящее время затопленном. Здесь, в его юго-восточной части, были определены залегающие среди онколитов гониатиты – *Proshumardites* sp., а также единичные *Stenopronorites uralensis* (Karp.) и *Fayettevillea* cf. *friscoense* (Miller et Owen), характеризующие генозону Fayettevillea – Deleriposeras, аналог зоны E2 Западной Европы, которая относится к верхам серпуховского яруса (к чернышевскому горизонту). В 23 м ниже кровли серпуховского яруса были обнаружены конодонты *Gnathodus bilineatus bollandensis* Higg. et Bouck., определяющие верхнесерпуховский возраст вмещающих отложений. Выше встречены только единичные аммоноидеи *Fayettevillea* cf. *friscoense* плохой сохранности и очень бедный непредставительный комплекс микрофауны. В цементе брекчий ключевской свиты, перекрывающей слоистые известняки, определены фораминиферы нижнего (сюранского) горизонта башкирского яруса, а также переотложенные верхневизейско-серпуховские формы. Таким образом, по палеонтологическим данным, здесь устанавливается граница между серпуховским и башкирским ярусами. Описанный разрез без существенных изменений прослеживается на правый берег реки (расстояние порядка 700 м), в действующий карьер, где из прослоя вулканического туфа, в 14 м ниже границы с брекчиями ключевской свиты (координаты  $56^{\circ}25'8.75''$  N и  $61^{\circ}48'47.30''$  E), был отобран образец для геохронологических исследований.

Изучение U-Pb изотопной системы кристаллов цирконов производилось в полированных препаратах на масс-спектрометре SHRIMP-II в Центре изотопных исследований

ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург). Построение графиков с конкордией и вычисление возраста (погрешность на уровне  $2\sigma$ ) выполнены по алгоритму программы ISOPLOT (Ludwig, 1999).

Для изотопного анализа было отобрано 15 зерен, отличающихся по морфологическим особенностям. Двенадцать из них формируют кластер с конкордантным возрастом  $320 \pm 3$  млн лет при величине СКВО, равной 0.87 и вероятности конкордантности 0.35. Исключение из расчета семи зерен с наиболее выраженными следами растворения, большим количеством включений и повышенным содержанием обычного свинца, приводит к незначительному увеличению возраста (и погрешности) – до  $321 \pm 5$  млн лет (СКВО=1.6, вероятность конкордантности 0.23). Высокая погрешность вычисленного возраста определяется присутствием мелких включений в кристаллах циркона и низким содержанием радиогенного свинца.

Таким образом, впервые был получен реальный изотопный возраст пограничного нижне-среднекаменноугольного интервала разреза. С учетом погрешностей эта величина согласуется с официальным возрастом границы серпуховского и башкирского ярусов ( $323.2 \pm 0.4$  млн лет). Дальнейшее уточнение возрастного положения границы названных ярусов в опорных разрезах карбона Урала требует проведения дополнительных изотопно-геохронологических исследований с привлечением классических методов ID-TIMS.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 15-05-01958).

Алексеев А.С., Коссовая О.Л., Горева Н.В. Состояние и перспективы совершенствования Общей шкалы каменноугольной системы России // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и перспективы обустройства. М., 2013. С. 165–177.

Степанова Т.И., Кучева Н.А., Школин А.А. Новые материалы по стратиграфии и аммоноидеям верхнесерпуховских отложений на р. Исети // Эволюция жизни на Земле. Томск, 2011. С. 233–236.

Чувашов Б.И., Черных В.В. Иванова Р.М. Путеводитель геологических экскурсий по карбону Урала. Часть 2. Среднеуральская экскурсия // ИГГ УрО РАН, Екатеринбург, 2002. С. 68–101.

Davydov V.I., Crowley J.L., Schmitz M.D. and Poletaev V.I. (2010): High-precision U-Pb zircon age calibration of the global Carboniferous time scale and Milankovitch-band cyclicity in the Donets Basin, eastern Ukraine. – *Geochemistry, Geophysics, Geosystems. An Electronic Journal of the Earth Sciences*, 11 (1), Q0AA04, 1–22.

Gradstein F. M., Ogg J. G., Schmitz M. D. and Ogg G. M. (Eds) (2012): *Geologic Time Scale 2012*. – Elsevier, 1144. International chronostratigraphic chart (2016) – v 2016/04.

Ludwig K.R. (1999): *Users Manual for Isoplot/Ex, Version 2, A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel*. – Berkeley Geochronology Center, Spec. Publ., 1a, 47.

Outerbridge, W.F., Triplehorn, D.M., and Lyons, P.C. (1990): The Princess № 6 Middle Pennsylvanian volcanic ash fall (tonstein), Kentucky and West Virginia, Central Appalachian basin. – *Southeastern Geology*, Vol. 31, № 2, 63–78.

## PHYTOSTRATIGRAPHIC BOUNDARY OF PERMIAN AND TRIASSIC IN BOREAL REGIONS OF SIBERIA

*Nina K. Mogutcheva*

*Siberian Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources. Novosibirsk, Russia*

## ФИТОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ГРАНИЦА ПЕРМИ И ТРИАСА В БОРЕАЛЬНЫХ РАЙОНАХ СИБИРИ

*Н.К. Могучева*

*Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья, Новосибирск, Россия*

В геологической истории Земли с границей перми и триаса связана одна из самых крупных экосистемных перестроек, массовое вымирание, значительное обновление фауны и крупнейшая перестройка растительности Земли. Что касается границы перми и триаса в континентальных отложениях, то на примере Германского бассейна (стратотипическая местность триасовой системы) сложилось общепринятое мнение, что смена палеофитной флоры на мезофитную произошла не на границе перми и триаса, а в середине пермского периода в связи с наступившей аридизацией климата. Теперь установлено, что смена палеофита и мезофита в разных регионах мира происходила не одновременно.

В Ангариде, например, пограничные отложения перми и триаса представлены континентальными фациями, и никакой крупной перестройки флор в перми не произошло; здесь в это время сохранялся влажный климат, мощное угленакпление и продолжала существовать пермская кордаитовая флора (Криштофович, 1959). Основное ядро этой флоры составляют кордаитантовые (около 55 видов), состав и строение которых заметно изменяется в течение позднепермской эпохи, постепенно приобретая угнетенный облик. Наряду с кордаитами на отдельных стратиграфических уровнях были широко распространены листовые мхи, членистостебельные, папоротники, разнообразные птеридоспермы, часты различные семена. Характерно появление первых единичных представителей мезофитной флоры – *Todites*, *Yavorskia*, *Tomia*, *Ginkgoites*, *Rhipidopsis*.

На пермских угленосных отложениях с кордаитовой флорой в Сибири залегают вулканогенно-осадочные образования с корвунчанской хвойно-папоротниковой флорой. Граница этих отложений литологически и флористически очень четкая и резкая, она официально принята за границу перми и триаса. Она имеет событийный характер на всей территории Сибири. На этом рубеже в Сибири произошла перестройка палеоэкосистем: изменение характера седиментогенеза (нормально-осадочного на вулканогенно-осадочный), прекращение угленакпления, развитие мощных процессов траппового вулканизма, начало морской трансгрессии и коренная перестройка флоры. На этой границе произошло полное вымирание кордаитов, максимальное изменение родового и полностью видового состава остальных групп палеозойских растений и появление в корвунчанской флоре большого количества мезозойских элементов, существование которых продолжалось во второй половине триаса и в юре.

Следует отметить, что смешанные ассоциации кордаитовой и корвунчанской флор отсутствуют. Резкая перестройка состава флоры может свидетельствовать о более или менее длительном перерыве в ее развитии. На самом деле сейчас имеется достаточно данных о наличии в пределах Сибири регионального перерыва в осадконакоплении на границе пермских угленосных и триасовых вулканогенно-осадочных отложений. На большей части Верхоянского мегантиклинория он отвечает, в перми по крайней мере, вятскому веку, иногда и всей верхней перми (Дуранте, 2005 и др.). В Кузбассе установлено, что триасовая мальцевская свита лежит на размывтой поверхности пермских отложений разными своими горизонтами (Радченко, 1973). Вероятно, именно с перерывом на границе перми и



триаса связано отсутствие переходных слоев со смешанной фауной и флорой и слишком резкий скачок в развитии флоры.

Корвунчанская флора представляет собой новый мезофитный этап развития, отличный как от позднепермского, так и от средне-позднетриасового. Она имеет хвойно-папоротниковый состав, в высшей степени эндемичный на родовом и особенно видовом уровне и не имеет общих видов ни со своей предшественницей пермской флорой, ни со сменявшей ее ладинско-позднетриасовой. В ней кроме папоротников и хвойных присутствуют многочисленные хвощевые, а также птеридоспермы, цикадофиты, гинкгофиты, редкие мхи. Довольно разнообразны лепидофиты, имеющие локальное распространение – *Tomiostrongylus*, *Pleuromeia*, *Takhtajanodoxa*, *Gagariostrobus*, *Mesenteriophyllum*, *Isoetes*, *Lycopodites*. Среди них наибольшее распространение в нижнем триасе имеют *Tomiostrongylus*, отчасти *Mesenteriophyllum*. На восточных окраинах Сибирской платформы и Восточного Таймыра пермская флора с доминированием кордаитов сменилась флорой с доминирующими *Tomiostrongylus*, более редкими *Pleuromeia* и *Mesenteriophyllum* и немногочисленными растениями корвунчанского флористического комплекса. Особенностью корвунчанской флоры является также «мезофитный» состав птеридоспермов, среди которых заметную роль играют *Lepidopteris*, *Madygenia*, *Scytophyllum*, *Raphidopteris*.

Итак, в Сибири на рубеже перми и триаса произошла существенная перестройка таксономического состава флоры за счет вымирания палеозойских растений и появления многочисленных мезозойских элементов. Поэтому флостратиграфическая граница между угленосными и вулканогенно-осадочными отложениями довольно резкая, легко узнаваемая и вполне отвечает границе перми и триаса. Об этом же свидетельствуют данные по харофитам, остракодам, двустворкам, палинологии (Могучева, Круговых, 2009), а также палеомагнитные данные. Для залегающих в основании вулканогенных образований Сырминской и Арыджанской свит, содержащих остатки корвунчанских растений, установлен возраст  $251,7 \pm 0.4$  млн лет, что совпадает с данными МСШ для границы перми и триаса (Фетисова и др., 2014).

Дуранте М.В. О «чансиньском ярусе» Северо-Восточной Азии // Современные проблемы палеофлористики, палеофитогеографии и флостратиграфии. Тр. Международной палеоботанической конференции. М.: Геос, 2005. С. 97–101.

Криштофович А.Н. Происхождение и развитие мезозой флоры // Избранные труды. М.-Л.: Изд. АН СССР, 1959. Т. 1. С. 179–199.

Могучева Н.К., Круговых В.В. Новые данные к стратиграфической схеме триасовых отложений Тунгусской синеклизы и Кузнецкого бассейна // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 2009. Т. 17. № 5. С. 60–68.

Радченко Г.П. Кузнецкий бассейн // Стратиграфия СССР. Триасовая система. М., 1973. С. 224–231.

Фетисова А.М., Веселовский Р.В., Латышев А.В., Радько В.А., Павлов А.В. Магнитная стратиграфия пермо-триасовых траппов долины р. Котуй (Сибирская платформа) в свете новых палеомагнитных данных // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2014. Т. 22. № 4. С. 36–51.

## **CARBONATE SEDIMENTS AND THEIR PETROLEUM POTENTIAL IN THE TERRITORY OF THE WEST SIBERIAN PLATE**

*Maria L. Moroz, Adelina V. Tugareva*

*<sup>1</sup>V.I. Shpilman Research and Analytical Centre for the Rational Use of the Subsoil, Tyumen, Russia*

## **КАРБОНАТНЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ И ИХ НЕФТЕГАЗОНОСНОСТЬ НА ТЕРРИТОРИИ ЗАПАДНО-СИБИРСКОЙ ПЛИТЫ**

*М.Л. Мороз, А.В. Тугарева*

*АУ «НАЦ РН им. В.И. Шпилльмана», Россия*

Карбонатные отложения на территории Западной Сибири распространены в западной части ЯНАО (юго-восточная часть Южно-Ямальского мегавала), западной, центральной и восточной частях ХМАО-Югры (склоны Красноленинского свода, Фроловская мегавпадина, Нижневартовский свод, Александровский мегавал и т.д.), на юге Тюменской области (Вагайско-Ишимская впадина), в Томской и Новосибирской областях (Нюрольская мегавпадина).

Отложения представлены дислоцированными толщами известняков, доломитизированных известняков, доломитов, глинистых известняков, калькаренитов, содержащих разнообразную фауну, известняками с терригенной примесью, карбонатными или сланцево-карбонатными породами и, как правило, среди них встречаются толщи, пачки, прослои вулканогенных пород (характерно для депрессионных зон). Разнообразие типов карбонатных пород связано с особенностями строения бассейнов, в которых шло осадконакопление, а также с различными вторичными процессами.

В пределах Фроловской мегавпадины на Ханты-Мансийской площади предполагается, что в приподнятых участках рельефа развиты мощные толщи мелководных карбонатов, а в депрессионных зонах – глинистые битуминозные известняки (возможно, доманикиты), что создает благоприятные условия для скоплений углеводородов. Наиболее полный разрез карбонатных отложений представлен в скв. 50 Ханты-Мансийской. Б.И. Чувашов сделал вывод об их сходности с отложениями карпинского горизонта восточного склона Урала по комплексу брахиопод. Данные карбонатные отложения формировались в начале эмского века, предположительно в мелководном шельфовом море, простиравшемся от Урала на восток в пределы Западно-Сибирской палеозойской мегаструктуры, что не подтверждает существующее мнение о девонском океане на данной территории (Бочкарев, Чувашов, 2014; Чувашов, Яцканич, 2003).

### **Палеогеография**

В последние годы опубликован ряд работ по палеогеографической реконструкции территории Западно-Сибирской равнины. Е.А. Елкин, А.Э. Конторович и др. в основу схемы районирования позднедевонской эпохи положили комплексы пород, которые характеризуют разные типы седиментации (рис. 1). Повсеместно распространение данных комплексов выявлено только на позднедевонском временном срезе, по мнению Елкина, здесь отчетливо выражены пять областей с присущими только им особенностями осадконакопления. Эти области рассматриваются как фациальные мезазоны. Они представляют собой группировки фациальных районов, на территории которых представлен один и тот же тип седиментации (Елкин, Конторович, 2007).

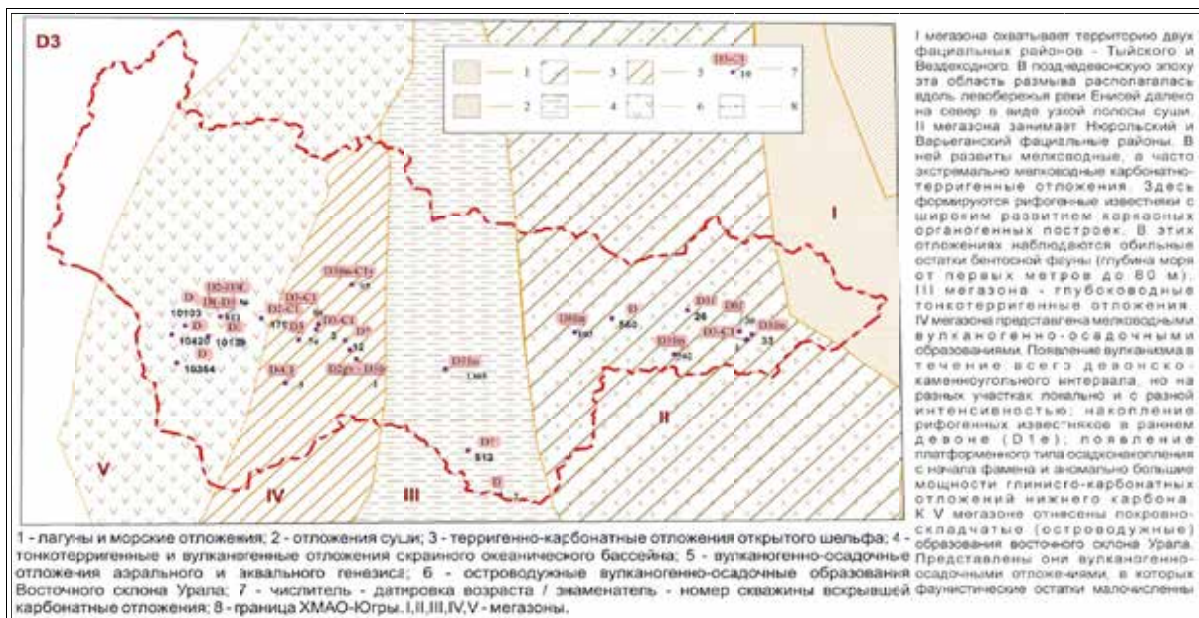


Рис. 1. Палеогеография позднедевонской эпохи по Е.А. Елкину, А.Э. Конторовичу (2007) с дополнениями

Скв. 52 Арчинской вскрыт уникальный для юго-востока Западно-Сибирской плиты разрез рифогенных фаций  $S_{1v-s}$ . В скв. 1 Ванжильской в органических известняках по фораминиферам определен возраст предположительно  $D_3$ , что доказывает широкое распространение морского девона в регионе. Новые данные по возрасту кораллов из разрезов скв. 1 Ванжильской и 52 Арчинской подтверждают фундаментальные представления А.П. Карпинского (1919) и других исследователей о том, что главная складчатость в Урало-Алтайской области началась в центральных частях и отсюда последовательно распространилась к ее окраинам (Исаев, 2016).

### Нефтегазоносность

Залежи нефти и газа в карбонатных отложениях приурочены, как правило, к эрозионно-тектоническим выступам фундамента. Промышленная нефтегазоносность этих отложений в пределах Западной Сибири доказана в Нюрольском бассейне (Арчинское, Герасимовское и др. месторождения), на Чкаловском выступе (Чкаловское), Малоичской ложбине (Малоичское) и др. В пределах ХМАО-Югры залежи нефти и газа в карбонатных отложениях выявлены на Ханты-Мансийском (Pz), Северо-Варьеганском (KB), Котыгъеганском (Pz), Кошильско-Вахском (пласт M), Советском ( $M_0$ ,  $M_1$ ) месторождениях, на западе ЯНАО (Новопортовском).

Дебиты нефти из карбонатных отложений достигают  $302.9 \text{ м}^3/\text{сут}$  (Ханты-Мансийское месторождение), на Чкаловском месторождении – колеблются от 100 до  $500 \text{ м}^3/\text{сут}$ , на Советском – до  $100 \text{ м}^3/\text{сут}$ .

Нефтегазоносность карбонатов, как правило, отмечается в верхней части разреза и связана с рифовыми постройками, которые в основном приурочены к прибортовым частям глубоких впадин фундамента.

Бочкарев В.С., Чувашов Б.И. Уралиды и неомобилизм // Горные ведомости. 2014. № 12(127). С. 6–17.

Елкин Е.А., Конторович А.Э. и др. Палеозойские фацциальные мегазоны в структуре фундамента Западно-Сибирской геосинеклизы // Геология и геофизика, 2007. 48. № 6. С. 633–650.

Исаев Г.Д. К палеогеографии Западно-Сибирской геосинеклизы на рубеже раннего и среднего карбона // Горные ведомости. 2016. № 1–2 (140–141). С. 46–50.

Чувашов Б.И., Яцканич Е.А. К стратиграфии и палеотектоники палеозоя Ханты-Мансийской впадины (Западно-Сибирская плита) // Доклады академии наук. Екатеринбург, 2003. Т. 388. № 6. С. 784–787.

## PALEOSOLS AND LOESS-LIKE SEDIMENTS FROM THE MIDDLE PERMIAN REFERENCE SECTION OF THE VOLGA–URAL REGION, RUSSIA

**Fedor A. Mouraviev<sup>1</sup>, Michael P. Arefiev<sup>1,2</sup>, Vladimir V. Silantiev<sup>1</sup>, Bulat I. Gareev<sup>1</sup>, George A. Batalin<sup>1</sup>, Tatyana V. Kropotova<sup>1</sup>, Irina B. Vybornova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Kazan Federal University, Kazan, Russia

<sup>2</sup> Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

One of the well-studied reference sections of Urzhumian (Wordian) and Severodvinian (Capitanian) stages of Middle Permian in the Volga–Ural region is located in the Monastery ravine. Here we focus on sedimentology, mineralogy, grain size, and geochemistry of red mudstone lithofacies prevailing in this section and paleosols associated with them, to specify their depositional settings and paleoclimatic conditions.

The Monastery ravine succession, of total thickness 150 m, contains five main lithofacies: a) rooted micritic limestones and dolomites; b) laminated carbonate mudstones and limestones; c) cross-bedded sandstones; d) laminated red mudstones; e) massive red mudstones. These lithofacies form 22 high-order cycles (HOC), whose boundaries were delineated by erosional cuts filled with cross-bedded sandstones or by subaerial exposure surfaces (clayey breccias and paleosols). The last two facies account for 62% of the total thickness of the section.

The laminated mudstones have a distinct subhorizontal thin bedding where predominantly silty laminae alternate with predominantly clayey laminae. This sediments may contain an ostracod and bivalve shells or fish scales and sometimes bear the signs of short-term shallowing and drying (interrupted horizontal and cross bedding, brecciated structures). Depositional setting has been interpreted as perennial to playa lakes. Massive mudstones do not contain faunal and plant remains and are often altered by pedogenic processes such as root traces, gleyed spots, carbonate nodules, etc. Massive mudstones occur in laterally continuous tabular beds of 0.7–1.5 m average thickness and overlaid commonly by laminated mudstones or sandstones. Most likely, the massive mudstones were deposited in flood plains with contrast seasonality of precipitation. Both types of mudstones are classified as subarkosic to sublitharenitic, they are poorly sorted, the silt fraction range from 62 to 92%. The geochemistry of siliciclastics of mudstones indicates the recycling of sediments whose source rocks could be intermediate-felsic igneous rocks.

In many cases, massive mudstones similar to those studied here are identified as paleoloesses that were pedogenically altered during the periods of humidization. To verify this assumption, four vertical profiles of mature paleosols from the Urzhumian (2) and Severodvinian (2) stages were sampled and tested for whole-rock geochemistry, particle size and other types of analysis.

In both Urzhumian paleosol profiles, the maximum values of the Ti/Zr parameter correspond to a clearly bimodal distribution of grain sizes in the rocks (Fig. 1), with modes of 3–5 and 25–30  $\mu\text{m}$ . At the same time, the degree of weathering of the rocks (CIA) remains practically unchanged. The bimodal distribution of grain sizes reflects the presence of two grain populations, and an increase in the Ti/Zr ratio values at the same time indicates an additional influx of coarse silt. One of the possible mechanisms for coarse silt supply to depositional center could be its transfer from adjacent areas by wind.

Scanning electron microscopy (SEM) of massive mudstones with a bimodal distribution of grains from paleosol profiles demonstrated the silty and sandy grain microtextures typical for aeolian deposits (crescentic percussion marks, fresh flat cleavage surfaces, etc.).

In the Severodvinian paleosol profile CIA fluctuations are simultaneous with Ti/Zr fluctuations that reflect the primary sedimentary origin of siliciclastics. The bimodal distribution of grain sizes corresponding to an increase in CIA, Ti/Zr and Al/Si values, in contrast to Urzhumian paleosol profiles, is interpreted as an influx of fine silt. Quartz grains morphology and microtextures also indicate their aeolian origin. Minor CIA fluctuations in all studied paleosol profiles indicate the simultaneity of mud deposition and soil formation. Severodvinian paleosol profiles differ from Urzhumian ones in depth to  $B_{\text{gk}}$  horizon, 0.3 m and 0 m respectively, which evidences more humid climatic conditions during the Severodvinian time.

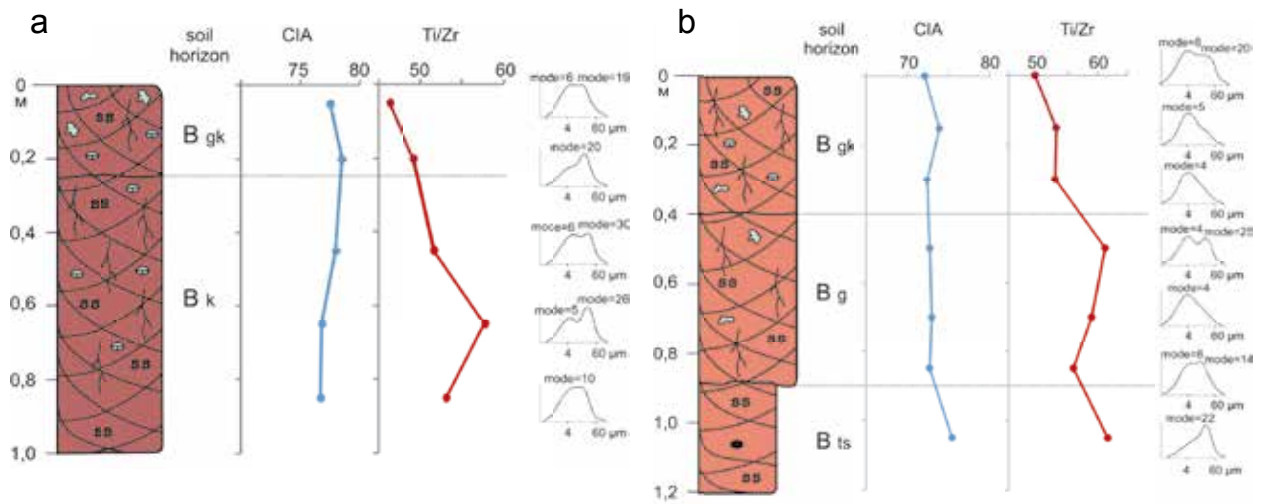


Fig. 1. Paleosol geochemical profiles from the middle (a) and upper (b) Urzhumian, Monastery ravine.

Thus, the red massive mudstones studied here are loess-like sediments accumulated in floodplains during the terminal stages of HOC, when the large areas of clastic sediments are exposed and covered by soil. The study of the paleosol profiles widely represented in the section has allowed the reconstruction of a semi-arid climate with distinct rainfall seasonality in Urzhumian with some humidization in Severodvinian. An increase of the aeolian silt transport occurred in dry seasons during the stages of playa lake regressions, when the fluvial plains prograded basinwards simultaneously with the formation of soil cover. Simultaneous accumulation of aeolian dust with soil formation obscured the process of weathering and chemical differentiation of the soil profiles.

This research was funded by the subsidy of the Russian Government to support the Program of competitive growth of Kazan Federal University among world class academic centers and universities. This study was also supported in part by the Russian Foundation for Basic Research (projects no. 16-05-00706, 16-04-01062).

## SEARCH FOR SYNSEDIMENTARY ZIRCONS IN THE MIDDLE PERMIAN DEPOSITS OF KAZAN VOLGA REGION FOR U-Pb DATING: PRELIMINARY RESULTS

**Fedor A. Mouraviev<sup>1</sup>, Vladimir I. Davydov<sup>1,2</sup>, Vladimir V. Silantiev<sup>1</sup>, Kristina A. Egorova<sup>1</sup>, Marina A. Lavrukhina<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia

<sup>2</sup>Department of Geosciences, Boise State University, Boise, USA

In recent years, the methods of U-Pb dating of zircons from sedimentary deposits have been actively developing worldwide. Reference sections of Middle Permian are located in Volga-Ural region, they are well studied by paleontological, paleomagnetic and geochemical methods (Nurgaliev *et al.*, 2015). However, U-Pb dating has not been done until now in these sections. Marine sections of Middle Permian with conodont and fusulinid fauna are poorly correlated with Volga-Ural continental sections based on non-marine ostracods, fish and tetrapods. Consequently, non-paleontologic methods, such as isotope geochemistry and radiometric dating, have become very important.

The Middle Permian sedimentary basin of Volga-Ural region was located at a sufficiently large distance from potential volcanic centers (1–2 thousand km) (Torsvik, Cocks, 2016). Nevertheless, ash material of large eruptions could reach the area of sedimentation. The task of finding synsedimentary zircons is reduced to the search for camouflaged ash layers in the thickness of shallow-marine or red-colored continental deposits. In this paper, we present some approaches to the search for synsedimentary zircons in reference sections of the Middle Permian Volga-Ural region and the first U-Pb dating results.

*Approach 1.* Sampling of thin ductile clayey layers within the marine and lacustrine carbonate units. In the Monastery ravine section, 40 levels from Urzhumian and Severodvinian stages were sampled during the years 2013–2015. Zircons were found only in seven levels, they all appeared to be detrital and have not been tested. In the reference section of Upper Kazanian, Pechishchi, dark-gray clay with remains of marine fauna of fish and algae from the “Podboy Member” was sampled. One hundred grains of zircon were separated from the heavy fraction and tested by laser ablation (LA-ICPMS) in the laboratory of the University of Boise, USA. The analysis revealed several populations of zircon grains with ages from 271 to 1650 Ma. The peaks of these populations have an Early Permian, Mississippian, Late and Early Devonian ages (Fig. 1). The source rocks for these populations of zircon grains were, most likely, subduction and collisional magmatites of the Middle Urals (Puchkov, 1997); for the Late Devonian zircons, however, the provenance area could be the Baltic Shield. Five youngest grains from Early Permian population were tested by CA-TIMS, which show the 206Pb/238U Artinskian  $290.284 \pm 0.206$  Ma. The Early Permian age of zircons means their detrital origin.

*Approach 2.* Sampling of lacustrine-palustrine clayey layers between the coal beds in the carbonate coal-bearing units. Thin greenish-brown clayey interlayer was sampled in the reference section of Lower Kazanian, Sentyak. Zircon grains' morphology (fissured and abraded grains prevailed) indicates their allochthonous origin.

*Approach 3.* Sampling of thin ductile crimson clayey layers with significant amounts of “fresh” zircon grains in silty fraction and, in some cases, with an increased values of Zr, Cr, Ni and Cu. Three levels of crimson clays from Urzhumian deposits of Monastery and Cheremushka ravine reference sections were sampled. From 15 to 50 zircon grains from each sample were analyzed with SHRIMP-II at VSEGEI, St. Petersburg. Few populations of zircons were found with age from  $285 \pm 4$  Ma to  $1479 \pm 21$  Ma. Thus, all the zircons from these samples were also detrital.

In spite of negative results, the search for synsedimentary zircons for U-Pb dating in sediments of the Middle and Upper Permian Volga-Ural Basin continues. The last approach seems to be most promising and one should search for clays with a predominance of smectite, which can be an indicator of the presence of ash material in the sediments (Krinari *et al.*, 2003).

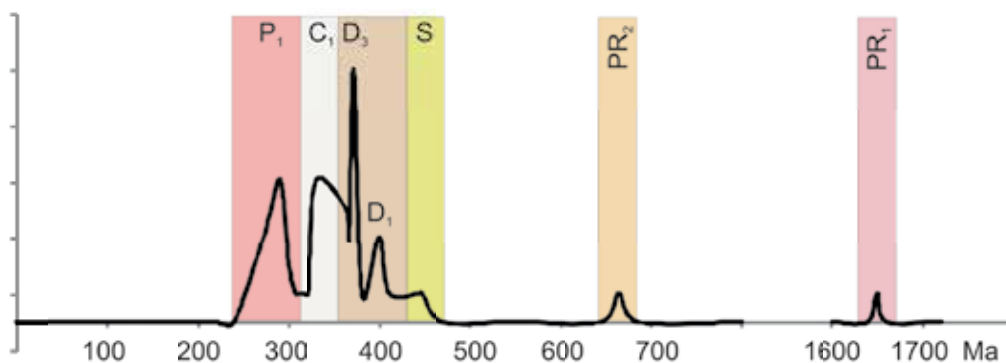


Fig. 1. Cumulative probability plot of U-Pb ages of detrital zircons from the marine clays, Upper Kazanian reference section near Pechischi.

This research was funded by subsidy of the Russian Government to support the Program of competitive growth of Kazan Federal University among world-class academic centers and universities. This study was also supported in part by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 16-04-01062).

Krinari G.A., Korolev E.A., Picalev S.N. Volcanic ash material in Paleozoic sediments of Tatarstan: methods of diagnostics and role in oil-field development // *Lithosphere*, 2003, Vol.1, pp. 27–38 (in Russian).

Nurgaliev D.K., Silantiev V.V., Nikolaeva S.V. (Eds.) *Type and reference sections of the Middle and Upper Permian of the Volga and Kama river regions. A Field Guidebook of XVIII International Congress on Carboniferous and Permian*. Kazan: Kazan Univ. Press, 2015, 208 pp.

Puchkov V. N. Structure and geodynamics of the Uralian orogen // *Orogeny through time*. Geological Society Special Publications. L., 1997, № 121, pp. 201–234.

Torsvik, T.H., Cocks, L.R.M. *Earth history and paleogeography*. Cambridge University Press, 2016, 310 pp.



## **GEODYNAMIC FACTORS OF THE HETEROGENEITY OF CEMENTATION ZONES IN BITUMINOUS SANDSTONES OF THE SHESHMINIAN HORIZON ON THE WESTERN SLOPE OF THE SOUTH TATAR ARCH**

***Almaz I. Mullakaev, Aleksey N. Delev, Sergey A. Usmanov, Vladislav A. Sudakov, Rinat R. Khasanov***

*Kazan Federal University, Kazan, Russia*

## **ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ НЕОДНОРОДНОСТИ ЗОН ЦЕМЕНТАЦИИ В БИТУМИНОЗНЫХ ПЕСЧАНИКАХ ШЕШМИНСКОГО ГОРИЗОНТА НА ЗАПАДНОМ СКЛОНЕ ЮЖНО-ТАТАРСКОГО СВОДА**

***А.И. Муллакаев, А.Н. Делев, С.А. Усманов, В.А. Судаков, Р.Р. Хасанов***

*Казанский федеральный университет, Казань, Россия*

В центральной части Волго-Уральской провинции на территории Татарстана в пермских отложениях известны значительные ресурсы битумсодержащих пород, которые приурочены к уфимским и казанским отложениям (Продуктивные битуминозные..., 1982; Методическое..., 1999; Тектоническое и..., 2006; Геология месторождений..., 2008; Хисамов, 2014). С 2006 года ПАО «Татнефть» приступило к разработке уфимских битумных залежей в качестве СВН и ВВН методом парогравитационного дренирования (Хисамов, 2014). При разработке могут возникать определенные трудности, связанные с прогнозом путей циркуляции высокотемпературных флюидов. В связи с этим возникают задачи по выяснению особенностей внутреннего строения битумных залежей, обусловленных конституционно-текстурной неоднородностью песчаников.

Петрографические исследования с использованием ряда высокоточных физических методов показали, что по минеральному составу все исследованные песчаники полимиктовые и относятся к граувакковой группе (Хасанов, Муллакаев, Дусманов, 2017). В минеральном составе песков и песчаников преобладают обломки кварца, полевых шпатов, а также фрагменты магматогенных пород и минералов. В песках и песчаниках встречаются и вторичные минералы: альбит, кальцит, хлорит и пирит, образование которых связано с эпигенетическими процессами. Цементирующим веществом служит либо битумное вещество, либо глинисто-карбонатная масса. Битумный цемент отмечается в слабосцементированных и рыхлых песках и песчаниках, глинисто-карбонатный – в их плотных и крепких участках. По степени сцементированности пород можно выделить три основных литотипа песчаных пород, которые слагают продуктивные участки шешминского горизонта:

I – сцементированный слабо битумонасыщенный песчаник;

II – слабосцементированный интенсивно битумонасыщенный песчаник;

III – сцементированный интенсивно битумонасыщенный песчаник. Видимой закономерности в распределении этих литотипов в разрезе битумных залежей не наблюдается. Крепкие разности могут встречаться и среди рыхлых песков, а участки большего развития карбонатизации встречаются в виде локальных участков в твердых битумонасыщенных образцах. Выяснение причин внутренней неоднородности песчаников является основной задачей данной работы.

Образование зон цементации происходит в период формирования нефтяной залежи и связано с контрастом физико-химических условий в системе нефть-вода. Карбонатный цемент образуется в результате осаждения кальция из подземных вод, которые являются его основным источником, на водо-нефтяном геохимическом барьере. В идеальной системе зеркало подземных вод и, соответственно, зона водо-нефтяного контакта стремятся занять горизонтальное положение. Основываясь на этом положении, можно предположить, что зоны осаждения кальцита, формируясь в подошве залежи, постепенно смещались, занимая свое современное пространственное положение. Причина литологической неод-

нородности в пределах одного горизонта связана со спецификой образования нефтяной залежи и может быть следствием нестабильности геодинамических процессов.

Формирование битумсодержащих структур происходило в течение длительного времени, начиная с пермского периода. По реконструкциям В.И. Троепольского и Н.П. Лебедева (1982) положительные структуры в рельефе шешминских песков и песчаников существовали еще в доказанское время, что видно по залеганию глин «лингулового горизонта». «Лингуловые» глины заполняют понижения между участками увеличения мощности шешминского горизонта, образуя структуры облекания. Этот факт служит подтверждением наличия положительных форм на поверхности шешминских песков и песчаников в период отложения раннеказанских осадков. Однако современная структура поверхности кровли шешминских песчаников и распределение мощностей «лингуловых» глин не соответствует условиям залегания морских отложений.

Для выяснения условий осадконакопления шешминских песчаников нами было произведено выравнивание структуры внутренних поверхностей пермских отложений рассматриваемого участка по карбонатному «средне-спириферовому» горизонту, залегающему над «лингуловыми» глинами. Основой для этого послужила 3D-модель участка земной коры в зоне развития битумопроявлений, построенная на основе обработки данных более, чем 100 буровых скважин. В результате реконструкции «исчезли» локальные положительные структуры, к которым в настоящее время приурочены залежи нефтей и битумов, но в этих участках сохранились линзовидные утолщения пласта шешминских песчаников. Полученный результат свидетельствует о том, что возникновение этих структур происходило в более поздние геологические эпохи и связано, по всей видимости, с вертикальными тектоническими движениями.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки РФ (проект №02.G25.31.0170) и за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

Троепольский В.И., Лебедев Н.П. Продуктивные битуминозные толщи пермских отложений Мелекесской впадины и Татарского свода. Казань: Издательство Казанского университета, 1982. 104 с.

Методическое руководство по поискам, оценке и разведке месторождений твердых нерудных полезных ископаемых Республики Татарстан (в 3 частях). Часть 1 / под ред. Ф.М. Хайретдинова, Р.М. Файзуллина. Казань: Изд-во Казан. ун-та, 1999. 256 с.

Тектоническое и нефтегеологическое районирование территории Татарстана / Р.С. Хисамов, Е.Д., Войтович В.Б. Либерман, Н.С. Гатиятуллин, С.Е. Войтович. Казань: Изд-во «Фэн» Академии наук РТ, 2006. 328 с.

Успенский Б.В., Валеева И.Ф. Геология месторождений природных битумов Республики Татарстан. Казань: Издательство ООО «ПФ «Гарт», 2008. 349 с.

Хасанов Р.Р., Муллакаев А.И., Дусманов Е.Н. Состав песчаников в продуктивных горизонтах пермских битумных залежей Татарстана // Учен. зап. Казан. ун-та. Сер. Естеств. науки. 2017. Т. 159, кн. 1. С. 164–173.

Хисамов Р.С. Анализ эффективности выработки запасов сверхвязкой битуминозной нефти при парагравитационном воздействии // Нефтяное хозяйство. 2014. № 7. С. 24–27.

# PALYNOSTRATIGRAPHY OF PERMIAN AND MESOZOIC SEQUENCES FROM RANIGANJ COALFIELD, DAMODAR BASIN, INDIA

Srikanta Murthy

Birbal Sahnii Institute of Palaeosciences, 53 University road, Lucknow -226007, India

The Raniganj Coalfield is the third largest coal mining in India. This Coalfield is easternmost depository within the Damodar Basin, situated in two states—West Bengal (Burdwan, Birbhum, Bankura, and Purulia Districts), and Jharkhand (Dhanbad District). The Raniganj Coalfield is lying in between latitudes 23° 03' and 23° 51' N and longitudes 86° 42' and 87° 28' E and covers an area of ca 3000 sq km. It is bounded in north, west, and south by the Archeans, towards the east alluvium and laterite over the Gondwana strata (Raja Rao, 1987).

The litho-succession intersected in the north-central and eastern parts of the Raniganj coalfield, Damodar Basin, India (Fig. 1), includes the Barakar (Artinskian–Kungurian) and Barren Measures (Guadalupian) formations (borecores RJS-2 and RT-4; Permian) and the Panchet (Lower Triassic) and Rajmahal (Early Cretaceous) formations (borecore RRK-1) (Fig. 2). The present review provides a comprehensive age correlation of these litho-units in the study area. The palynological study indicates presence of late Early Permian (Artinskian-Kungurian) – Latest Permian (*Densipollenites magnicarpus* assemblage zone, Lopingian) age for RJS-2 and RT-4, and Late Permian (*Gondisporites raniganjensis* assemblage zone) to Early Cretaceous (*Foraminisporis asymmetricus* assemblage zone) age (RRK-1). As a result, previously done palynological studies (Murthy, 2010; Murthy *et al.*, 2010) have shown that lithologically defined Barren Measures Formation represent a diachronous unit. Similarly, infra-trappean sediments are recognized in the uppermost part of the Panchet Formation, which in turn re-defines the status of the Panchet Formation (Vijaya, 2011). Unrecognised lithological unconformities are re-defined in the Barren Measures and Panchet Formations.

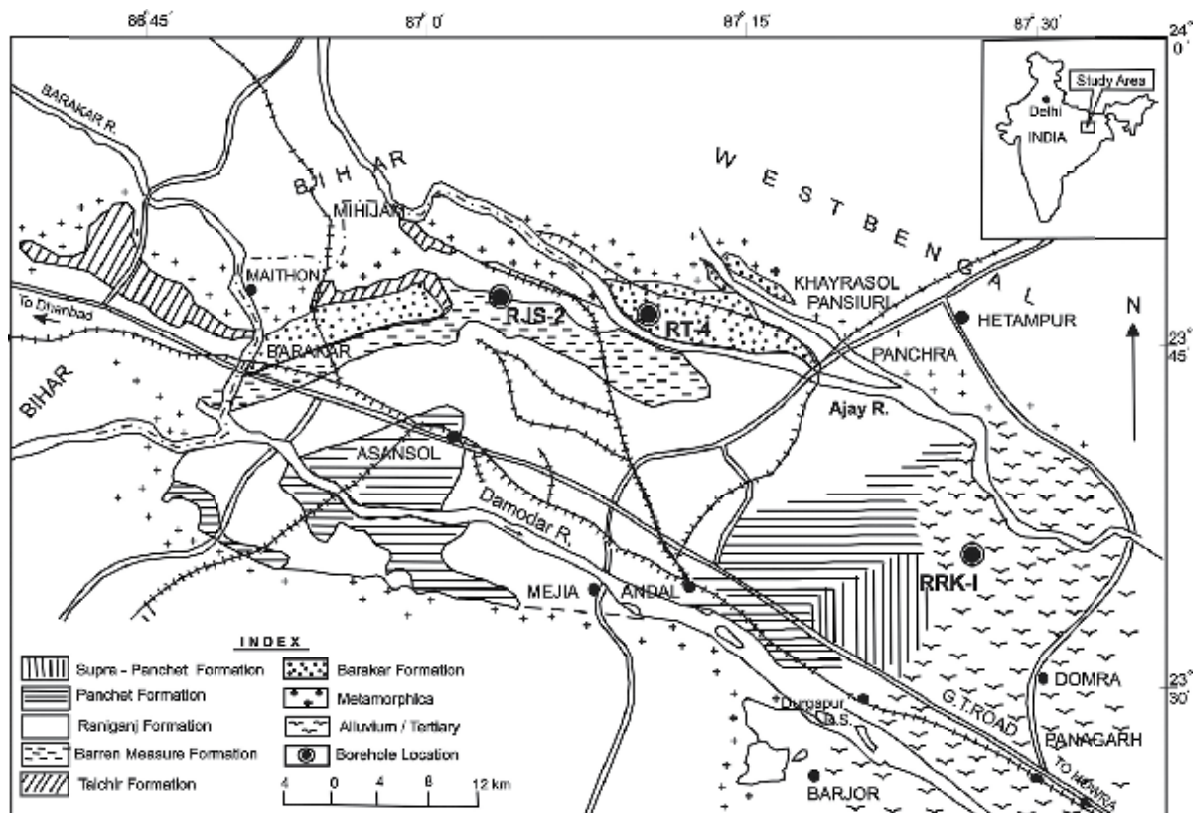


Fig.1. Map showing location of each borecore: RJS-2, RT-4 and RRK-1, in the north-central and eastern parts of the Raniganj Coalfield, Damodar Basin (Raja Rao, 1987)

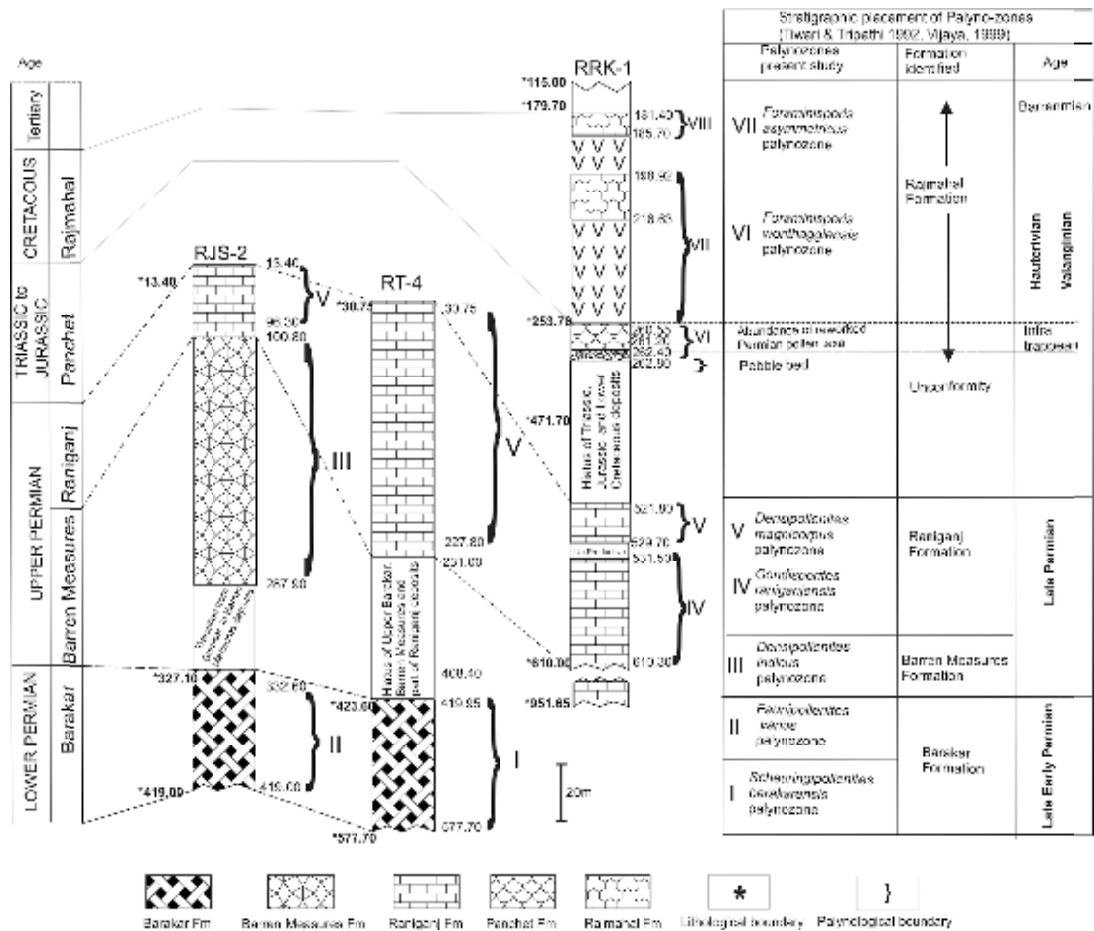


Fig.2. Showing the various formational units recognised in the Gondwana deposits in different blocks: (i) northern part (RJS-2); (ii) north-central part (RT-4), and (iii) eastern part (RRK-1) in the Raniganj Coalfield, Damodar Basin

Murthy, S. (2010). Palynostratigraphy of the Permian succession in borehole RJS-2, Raniganj Coalfield, Damodar Basin, West Bengal. *Indian Geological Congress*, 2 (2): 83–90.

Murthy, S., Chakraborti, B., Roy, M. D. (2010). Palynodating of subsurface sediments, Raniganj Coalfield, Damodar Basin, West Bengal. *Journ. Earth System Science*, 119(5):701–710.

Vijaya, (2011). Palynostratigraphy of subsurface Upper Permian and Mesozoic Succession Rakshitpur area, Raniganj Coalfield, West Bengal. *Palaeoworld*, 20: 61–74.

## THE LOWER KUNGURIAN SHALLOW-WATER LAGOONAL BIOTA OF THE MIDDLE CIS-URALS

**Serge V. Naugolnykh**

*Geological Institute of the Russian Academy of Sciences, 119017 Pyzhevsky per. 7, Moscow, Russia  
Kazan Federal University, 18 Kremlyovskaya st., Kazan 420008, Republic of Tatarstan,  
Russian Federation*

The key point for the proper reconstruction of fossil biotas is the study of the so-called Lagerstätten, i.e. orictocoenoses more or less adequately reflecting an initial community normally represented by one or several localities. As a rule, the Lagerstätten sites show a high diversity of well-preserved macrofossils. But some of the initial biotas were originally of low taxonomic diversity, especially in oligotrophic basins with abnormal salinity (lagoons, estuaries). Similar low-diversified communities were characteristic of ecological crises or ecosystem reorganizations.

The Early Kungurian time in the Cis-Urals region was the time when the sea basin, which took place in the Fore-Urals fore-deep depression, became isolated from the open ocean, and due to that tendency this basin lost most of its biodiversity. Salinity of the Fore-Urals lagoon also changed towards hyper-salinity intercalated with a short-time addition of fresh water brought by rivers and temporal flows, which flew from the western slope of the Paleo-Urals.

The early Kungurian biota of the Cis-Urals has never been a subject of special paleoecological study. The present report deals with several localities of the Early Kungurian (mostly Philippovian) age disposed in the stratotype area of the Kungurian stage, near the City of Kungur, Perm region (= Perm krai), Russia, which were studied in a wide framework of current inventarization of biodiversity of the Permian deposits of the Urals (Chuvashov *et al.*, 1990; Chuvashov, Chernykh, 2000; Davydov *et al.*, 2005; Ozhgibesov *et al.*, 2009; Tereschenko *et al.*, 2012).

The low diversity Lagerstätten of the Philippovian Horizon of the Middle Cis-Urals can be regarded as a good example of oligotrophic basins with producers represented by algae and weakly diversified commensals which included terebratulid brachiopods, small bivalves, rare gastropods and putative coelenterates.

The macrophytic algae were quite abundant in the Philippovian ecosystem of the Middle- and South Cis-Urals, and they were represented mostly by two species: *Algites shurtanensis* Naug. and *A. philippoviensis* Naug., together with some other rare macrophytic algae and microscopic one-cell algae. The macrophytic algae were a trophic basis for the consumers of the first level, such as bivalves and gastropods. Microscopic organic particles and perhaps one-cell protists were a source of feeding for terebratulids. The consumers of the second level were represented by limulids *Paleolimulus kunguricus* Naug., which hunted for small invertebrates, as the limulids do up to the present time. Rare chondrichthyan fishes were on the top of a trophic pyramid. Plant debris of higher plants, which grew nearby the shore-line, formed an additional source of organic matter for the first level consumers of this basically oligotrophic basin.

The deposits of the Philippovian horizon s.l. stratigraphically (vertically) lie just between the Upper Artinskian deposits of the Sylvinskaya Formation, represented by algae-bryozoan reefs, and the Upper Kungurian deposits of the Irenian Horizon, which is represented by gypsum- and anhydrite sediments intercalated with small layers of secondary dolomites originally formed as carbonate limestones. The organogenic (fabrique) limestones of the Sylvinskian Formation enriched by diverse invertebrate fauna of different marine invertebrates (brachiopods, bryozoans, corals, bivalves, gastropods, nautiloids). This fauna can undoubtedly be interpreted as normally marine. In contrast to that, the Irenian deposits show the sedimentological features that are characteristic of a hypersaline lagoon. Nonetheless, this Irenian lagoon was influenced by at least two episodes of open-sea transgressions, when the Nevolinskaya and Elkinskaya stratigraphical units represented by secondary dolomites were formed. Thus, the Philippovian Horizon represents an intermediate hydrological situation expressed in deposition of shallow-water carbonate sediments in low-hydrodynamic basin. The Philippovian basin of the Middle Cis-Urals was influenced by intercalated incursions of saline waters and fresh waters from proluvial

and alluvial sources of the Paleo-Urals. This shallow basin was most probably also strongly influenced by tidal effects and relatively high depositional rates.

Such an environment perfectly fits to our knowledge of ecology of some present-day limulids (especially, *Carcinoscorpius rotundicauda* (Latreille); see general discussion in Pickett, 1984). Judging by the presence of relatively rich plant megafossils that were found together with the macrophytic algae *A. philippoviensis*, *A. shurtanensis* and marine invertebrates in the Philippovian deposits, the coastal line of this basin was not far distant from the tanatocoenosis. Moreover, the coast was densely populated by different terrestrial plants, which formed different initial communities: near-shore hydro- and hygrophilous community with dominant equisetophytes (*Paracalamites* spp.) and a more distant gymnosperm-rich community with dominant conifers (*Walchia* spp., *Tylodendron* sp.) and vojnovskyans (*Rufioria derzavinii* (Neuburg) S.Meyen, *R. salamatensis* (Zalesky) Naug.), which grew in areas more distant from the coast-line.

Chuvashov, B.I. & Chernykh, V.V. (2000). The Kungurian Stage in the General Stratigraphic Scale of the Permian System. *Doklady Earth Sci.* 375A, 1345–1349.

Chuvashov, B.I., Dupina, G.V., Mizens, G.A., Chernykh, V.V. (1990). Referent sections of the Upper Carboniferous and Lower Permian of the western slope of the Urals and Cis-Urals. Ural Branch of Academy of Sciences, Sverdlovsk.

Davydov, V.I., Schmitz, M.D., Snyder, W.S., Wardlaw, B.R. (2005). Progress toward development of the Cisuralian (Lower Permian) timescale (biostratigraphy, chronostratigraphy, radiometric calibration). The Nonmarine Permian, New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin 30, 48–55.

Ozhgibesov, V.P., Teschenko, I.I., Naugolnykh, S.V. (2009). *Permian period: organic world at the end of the Palaeozoic*. Perm: Art-Design. 107 pp.

Pickett, J.W. (1984). A new freshwater limuloid from the Middle Triassic of new South Wales. *Palaeontology* 27(3), 609–621.

Tereschenko, I.I., Naugolnykh, S.V., Ozhgibesov, V.P. (2012). *On the way of evolution: to the museum of Permian period*. Perm: Aster. 111 pp.

# LATE PERMIAN AND EARLY TRIASSIC FRESHWATER OSTRACODS OF THE EAST-EUROPEAN PLATFORM

**Maria A. Naumcheva**

*Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia  
Borissiak Paleontological Institute of RAS, Moscow, Russia*

In recent years, a few sections of the PTB (Vyatkian/Vokhmian) deposits without stratigraphic break at the boundary were discovered (Golubev, 2004). A peculiar freshwater ostracods assemblage was found in the sediments of terminal Permian. Dmitry A. Kukhtinov defined deposits with this ostracod assemblage into the *Suchonellina perelubica* – *Suchonella rycovi* – *S. posttypica* zone (Kukhtinov, Voronkova, 2012). The analysis of the latest data from the PTB sediments made it possible to obtain a more detailed picture of the changes in the ostracod fauna (Fig.). Firstly, the crisis manifested in a significant reduction in taxonomic diversity due to the extinction of many Permian genera: *Sinusuella*, *Placidea*, *Unzhiella*, *Permianella*, *Volganella*, *Tatariella*, *Whipplella*. The following genera cross the PTB: *Vymella*, *Suchonellina*, *Darwinuloides*, *Clinocypris*, *Suchonella*, *Wjatcellina*, *Gerdalia*, *Nerechtina*, *Marginella*, *Darwinula*. However, the genera *Vymella* and *Suchonella* are known in the Triassic for rare unreliable findings. The presence of *Clinocypris*, *Nerechtina* and *Marginella* in Permian raises doubts among specialists. *Darwinuloides* was not found in the Induan. It appears again only in the Olenekian, completely changing the species composition (Mishina, 1966). The genus *Gerdalia* undoubtedly crosses the PTB. However, according to recent data, the sharp increase in speciation of this genus occurs in the Late Permian, and not in the Early Triassic. The connection between the Late Permian *Suchonellina* and *Wjatcellina* and the Early Triassic *Darwinula* is unclear. As a result of the revision, all Permian species of the genus *Darwinula* were defined to other genera, including *Suchonellina* and *Wjatcellina*. Triassic *Darwinula* continues to be a composite group. Some of the Triassic *Darwinula* are now attributed by specialists to *Suchonellina* and *Wjatcellina* (Kukhtinov, 2015; Molostovskaya, 2010). At the same time, the “Triassic” species of *Darwinula* are defined in some sections of the terminal Permian. Thus, in recent years a great relationship has been established between the Permian and Triassic ostracod assemblages. Most species of *Gerdalia* appear in the terminal Permian, as well as some species of the “Triassic” *Darwinula*, *Suchonellina* and *Wjatcellina* cross PTB.

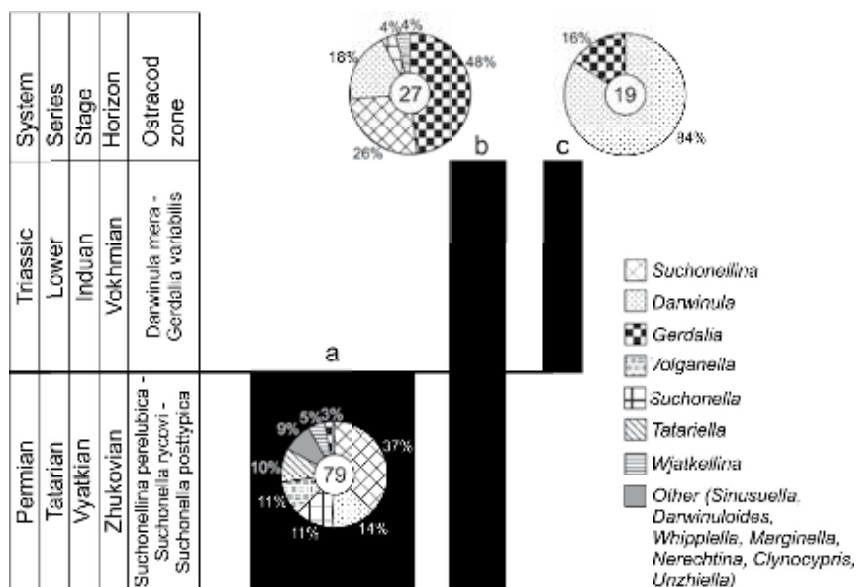


Fig. Characteristics of ostracod assemblages of PTB deposits. Black bars show the relative number of ostracod species: a) Late Permian species; b) transit species; c) new Triassic species. Cycloramas show the quantitative ratio of species in different genera. The number in the center of the cyclorama is the absolute number of species (according to D.A. Kukhtinov, I.I. Molostovskaya, M.A. Naumcheva).



The study was supported by the Russian Foundation for Basic Research, projects №№ 16-04-01062, 17-04-00410, 17-04-01937.

- Belousova Z.D., Ostracoda of the Lower Triassic. *Bull. of the Moscow Society of Naturalist, Geol. ser.*, 1961, Vol. 36, № 1, pp. 127–147 [in Russian].
- Golubev V.K., The boundary of the Permian and Triassic on the East European platform. *The structure and status of the East European stratigraphic scale of the Permian system, improvement of the stage partition of the Upper Permian General Stratigraphic Scale: Proceedings of the All-Russian Conference*. Kazan: Kanan University, 2004, pp. 19–21 [in Russian].
- Kukhtinov D.A., About ostracods of the boundary layers of the Permian and Triassic. *Bull. Regional Interdepartmental Stratigraphic Commission for the Center and South of the Russian platform*, № 6, 2015, pp. 60–64 [in Russian].
- Kukhtinov D.A., Voronkova E.A., Ostracod characteristics of the Vyaznikian horizon of the Upper Permian of the Russian platform. *Bull. Regional Interdepartmental Stratigraphic Commission for the Center and South of the Russian platform*, № 5, 2012, pp. 83–88 [in Russian].
- Lipatova V.V., Starozhilova N.N., *Stratigraphy and ostracods of the Triassic sediments of the Saratov Transvolga region*. Saratov: Saratov university, 1968, 191 pp. [in Russian].
- Mishina E.M., Detailed stratigraphy of the Lower Triassic Vetluga Group deposits by ostracods. *Proceedings of the Academy of Sciences of the USSR*, Geol. ser., 1966, № 12, pp. 95–112 [in Russian].
- Molostovskaya I.I. On the Permian and Triassic Boundary in Zhukov Ravine . *Proceedings of Higher Educational Institutions. Geology and exploring*, 2010, № 3, pp. 10–14 [in Russian].
- Shleyfer A.G. Ostracods from the Triassic deposits of the Caspian depression. *Geology of oil and gas bearing areas in the south of the USSR. Proceedings of the Moscow Institute of Petrochemical and Gas Industry*, № 103, 1973, pp. 3–43 [in Russian].

## CHEMICAL COMPOSITION OF APATITE FROM FRASNIAN (UPPER DEVONIAN) MICROFOSSILS IN BULK SAMPLES

Valentina M. Nazarova<sup>1</sup>, Lyubov V. Zaytseva<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>2</sup> Paleontological institute RAS, Moscow, Russia

## ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА АПАТИТА ВО ФРАНСКИХ (ВЕРХНИЙ ДЕВОН) МИКРОФОССИЛИЯХ В БОЛЬШИХ ВЫБОРКАХ

В.М. Назарова<sup>1</sup>, Л.В. Зайцева<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup> Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия

Материалом для данного исследования послужили фосфатные микрофоссилии – конодонтовые элементы (89 экз.), ихтиолиты (36 экз.), раковины лингулид (6 экз.) и остатки членистоногих (5 экз.) из 11 разрезов, вскрывающих различные уровни франского яруса на Русской плите. Объекты были изучены под сканирующим микроскопом Zeiss Evo50 (ПИН РАН) с микроанализатором Inca Oxford 350 при 20 КВ, образцы напылялись сплавом Au-Pd. Из одного образца породы, как правило, исследовалось несколько объектов разной систематической принадлежности. На каждом объекте выбирались 2–3 площади для анализа. Для расчетов использовались значения в ат.%

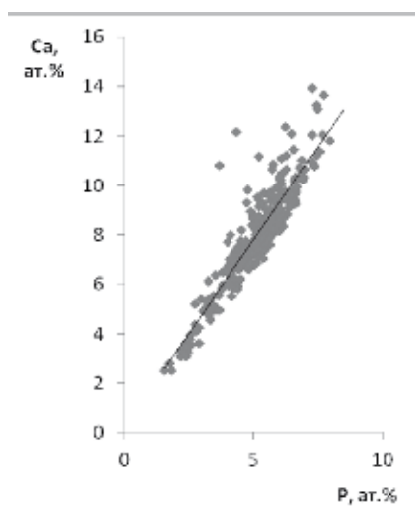


Рис. 1. Зависимость количества Са от Р во всех изученных объектах

Во всех микрофоссилиях обнаружены кальций, фосфор, кислород и углерод. Заметное количество углерода, вероятно, связано с присутствием органического вещества в составе образцов, примесями вмещающих карбонатных пород и использованием органических соединений для монтирования объектов в микроскопе. Линейная зависимость Са от Р показана на рис. 1. Было рассчитано отношение Са/Р – коэффициент, позволяющий исключить влияние посторонних элементов в определении состава апатита. В среднем в больших выборках этот коэффициент приближается к таковому в формуле апатита – 1,67 – вне зависимости от систематического состава фоссилий (у конодонтов Са/Р – 1,70, у рыб – 1,65, у лингулид – 1,67, у членистоногих – 1,66).

Отсутствие зависимости состава апатита от систематической принадлежности уже была показана нами в предыдущих исследованиях (Назарова и др., 2016). Отношение Са/Р и характер микроэлементов оказались сходными в микрофоссилиях из одного образца породы. В данной работе была проверена зависимость состава фосфатных микрофоссилий от стратиграфического уровня, однако существенных закономерностей выявлено не было (рис. 2, табл.), особенно при значительном увеличении числа исследуемых объектов.

Помимо Са, Р, С, О в большинстве микрофоссилий было отмечено значительное количество фтора. Причем в одном и том же объекте в разных точках F может как присутствовать, так и отсутствовать. Отношение F/P почти во всех случаях превышает таковое в формуле фторапатита (0,23). Взаимосвязь F с другими элементами состава выявлена не была.

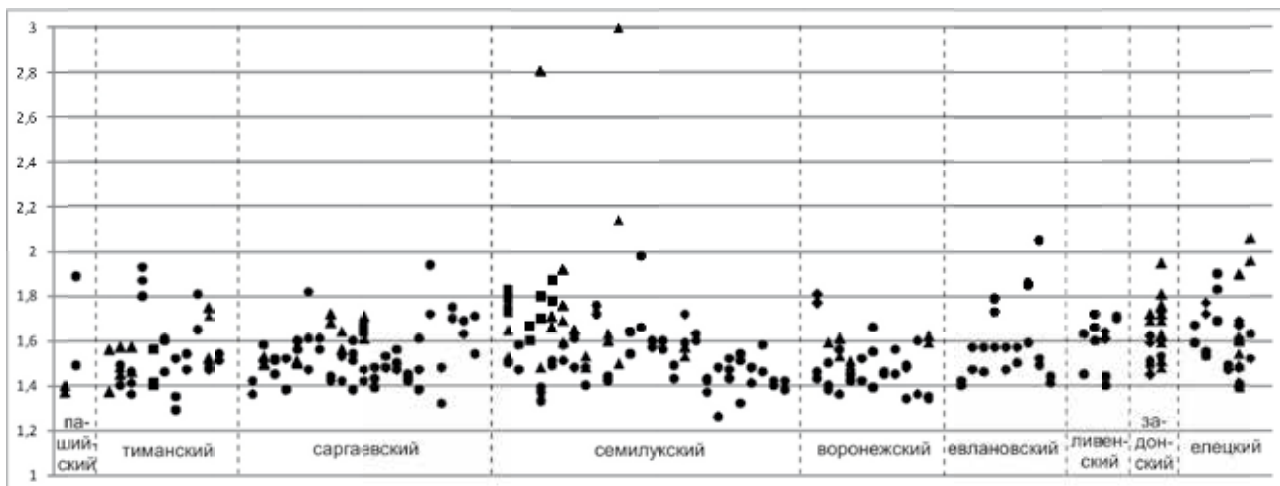


Рис. 2. Распределение значений Са/Р по горизонтам (в речичком горизонте микрофоссилии не обнаружены). На одной вертикальной линии – значения из одного образца породы, кружками обозначены конодонты, треугольниками – рыбы, квадратами – лингулиды, ромбами – членистоногие

Таблица 1

Среднее отношение Са/Р на разных уровнях в изученных скважинах (рассчитывалось, если имелось более 5 значений)

Разрезы	Горизонты	тиманский	саргаевский	семилукский	воронежский	евлановский	ливенский	задонский	елецкий
скв. Воробьевка 2 Воронежской обл.		1,57	1,54						
карьер Горностаевка Воронежской обл.								1,58	
обн. Семилуки Воронежской обл.				1,61	1,45				
скв. Щигры-19 Курской обл.		1,66	1,5	1,8	1,5				
скв. Щигры-16 Курской обл.		1,47	1,58	1,64					
скв. Задонская 1 Липецкой обл.						1,65		1,67	1,62
скв. Нарышкино 4177 Орловской обл.			1,48	1,61	1,49				
скв. Ульяново УГ1 Калужской обл.			1,46	1,39		1,58			1,66
скв. Гаврилов Ям 1 Ярославской обл.			1,65	1,44					
скв. Семёновская 2 Нижегородской обл.		1,47							
обн. р. Чуть Республики Коми				1,46					
среднее по горизонту		1,54	1,54	1,61	1,50	1,59	1,60	1,64	1,64

В небольшом количестве (как правило, менее 1 ат.%) встречаются Na, Mg, Al, Si, S, Cl, K, Mn, Fe, Cu, Sr. Отмечена линейная зависимость между количеством Al и Si, S и Fe в одних и тех же объектах, что указывает на загрязнение алюмосиликатами (глинистыми частицами) и пиритом. Стронций, скорее всего, является примесью вмещающих карбонатных пород. Интересно, что он отмечен только в конодонтовых элементах и преимущественно в воронежском горизонте.

В ряде микрофоссилий (в основном в конодонтах из саргаевского (8 объектов) и семилукского (9 объектов) горизонтов) присутствуют незначительные (не более 0,19 ат.%) следы вольфрама, возможно, свидетельствующие о размыве какого-то кристаллического массива.

Назарова В.М., Гатовский Ю.А., Зайцева Л.В. Исследование фосфатных микрофоссилий из девонских отложений Русской плиты методом энерго-дисперсионного рентгеновского микроанализа // Ломоносовские чтения – 2016 (Москва, 13–22 апреля 2016 г.). Тезисы докладов. 2016. URL: [http://conf.msu.ru/file/event/3643/eid3643\\_attach\\_7b6eaf753347d68e2e132b076ecea7b4720061a.doc](http://conf.msu.ru/file/event/3643/eid3643_attach_7b6eaf753347d68e2e132b076ecea7b4720061a.doc)

## SEQUENCE-STRATIGRAPHIC FRAMING OF PERMIAN DEPOSITS

*Nuriia G. Nurgalieva*

*Kazan Federal University, Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan, Russia*

## СЕКВЕНС-СТРАТИГРАФИЧЕСКОЕ КОНСТРУИРОВАНИЕ ПЕРМСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ

*Н.Г. Нурғалиева*

*Казанский федеральный университет, Институт геологии и нефтегазовых технологий, Казань, Россия*

Пермские отложения известны как сложные неоднородные объекты, состав которых указывает на близость пермских палеообстановок осадконакопления к береговой линии по ту или другую сторону от нее, что является важным условием выбора секвенс-стратиграфии как метода изучения рассматриваемых разрезов (Mitchum, 1977).

Отсутствие систематических сейсмических данных по подповерхностным пермским отложениям приводит в основном к анализу по данным скважин. Для последовательного анализа слоев и соответствующих условий осадконакопления необходимо использовать измерения, отражающие седиментологические параметры пород. Этим требованиям отвечает гамма-каротаж (ГК). Визуальное сравнение сигнатур кривых ГК сходно с корреляцией по литологии и приводит к выделению литологических границ, пересекающихся с изохронами.

Различные фациальные условия по-разному отражаются на кривых ГК, поэтому необходимо произвести нормировку осцилляций, учитывающую амплитуду сигнала, на фоне которого происходят осцилляции (учет влияния фациальной зависимости показаний ГК). Такая процедура осуществляется путем подсчета локальной фрактальной размерности диаграмм ГК. Значения локальной фрактальной размерности физических параметров среды в данном случае могут служить количественной характеристикой сложности процессов седиментации, следовательно, являться критерием, разделяющим различные фазы колебаний уровня моря. При этом наиболее информативной характеристикой, позволяющей диагностировать реальные изохроны осадконакопления, оказывается вертикальная производная локальной размерности (Нурғалиева, 2007).

Конфигурация границ зон с разной фрактальной размерностью позволяет выделить секвенсы (рис.) и обнаружить характеристические линии (на рисунке отмечены стрелками со значком «х»), конфигурация которых аналогична отражениям типа несогласного примыкания к подошве нижних комплексов трактов низкого уровня моря, наблюдаемым на сейсмопрофилях.

Подобные конфигурации интерпретируются как проградационные серии флювиальных песчаников речного русла, дельт, авандельт и ундаформных зон. Именно эти зоны отвечают обстановкам с высокой энергией осадконакопления. При наличии перекрывающих их глинистых и карбонатных отложений трансгрессивного тракта (покрышек) они являются признанным в секвентной стратиграфии поисковым палеогеографическим критерием ловушек углеводородов. Действительно, к сегментам разреза фрактальных образов с определенными характеристическими линиями (типа X) относятся, например, битумные скопления в песчаниковой пачке шешминского горизонта. Полученная конструкция сопоставляется с моделью дельты, проградирующей в мелководных морях и позволяет локализовать зоны развития низких палеоуровней моря и неантиклинальных ловушек углеводородов.

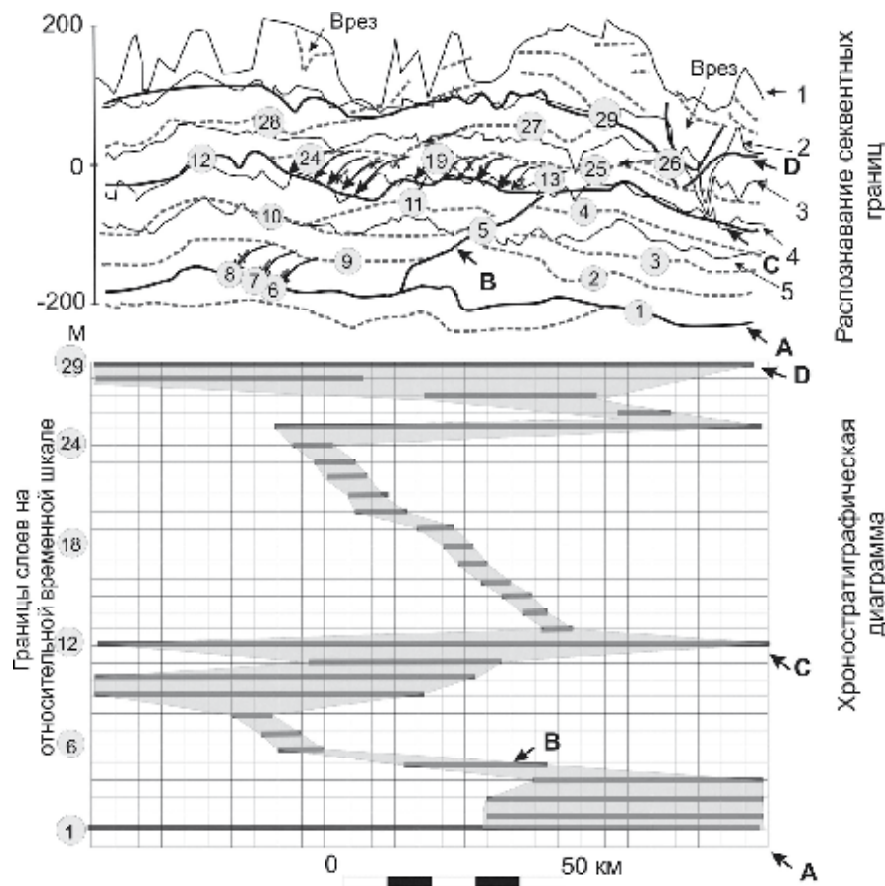


Рис. Секвенс-стратиграфическое конструирование пермских отложений по субмеридиональному профилю по данным ГК-диаграмм (более 100 скважин), пересекающей зону локальных раздувов шешминских битумонасыщенных песчаников. А, В, С, D – границы секвенсов. Литостратиграфические границы: 1 – поверхность рельефа, 2 – кровля нижнеказанского подъяруса, 3 – кровля уфимского яруса, 4 – кровля сакмарского яруса, 5 – кровля ассельского яруса. X – характеристические линии, отражающие границы выдвигения проградационных серий тракта низкого уровня моря

Mitchum, R.M., Jr., P.R. Vail, and S. Thompson, III, 1977, Seismic stratigraphy and global change of sea level. Part 2: The depositional sequences as a basic unit for stratigraphic analysis. In: C.E. Payton (ed.), *Seismic stratigraphy – Applications to hydrocarbon exploration*: Am. Assoc. Petroleum Geologists Mem. 26, pp. 53–62.

Нурғалиева Н.Г., Утемов Э.В., Косарев В.Е. Фрактальные образы диаграмм гамма-каротажа в корреляции верхнепермских отложений природных резервуаров тяжелых нефтей Западного Закамья // Геология нефти и газа. 2007. № 5. С. 22–26.

## SPECTRAL ANALYSIS OF INTERGRANULAR COMMISSURE

*Nuriia G. Nurgalieva*

*Kazan Federal University, Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan, Russia*

## СПЕКТРАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕЖЗЕРНОВЫХ ШВОВ

*Н.Г. Нурғалиева*

*Казанский федеральный университет, Казань, Россия*

В настоящей работе рассмотрены вопросы морфологии, классификационных определений, генезиса и математической обработки особого вида межзерновых швов – стилолитов с помощью метода быстрого преобразования Фурье (БПФ) на примере карбонатных пород фаменского яруса разреза скважины на южном склоне Южно-Татарского свода.

Стилолиты формируются в результате сдавливания горных пород и сопутствующего ему растворения компонентов горных пород. Они, как правило, расположены перпендикулярно направлению основной механической нагрузки. Форма их может быть различна: зубчатая, призматическая и конусовидная, причем направления зубьев, конусов, столбиков параллельны направлению стресса.

Чаще всего стилолиты наблюдаются в карбонатных породах и имеют толщину от десятых долей миллиметра до нескольких сантиметров.

Образцы были отобраны из керна, представляющего три продуктивных карбонатных интервала фаменского яруса с полным выносом керна.

Общая литолого-петрографическая характеристика фаменских карбонатных отложений показала, что важнейшей чертой их строения является наличие стилолитов, характеризующихся в основном размерами порядка  $10^{-2}$  м, амплитудой «зубьев» до 4 см и вариациями величины  $E = \sum Li / (L_0 + \sum Li)$  (здесь  $Li$  – амплитуда  $i$ -ого стилолита,  $L_0$  – нормированная протяженность образца по вертикали) от 0.1 до 0.36 с пониженными значениями  $E$  в нижнем интервале и с повышенными значениями  $E$  в верхних интервалах исследуемого разреза.

Морфология стилолитов была обработана методом БПФ, в котором аппроксимация спектров степенной функцией позволяет оценить баланс высокочастотных и низкочастотных колебаний:  $E(f) = a \cdot f^\beta$ , где  $E$  – частота колебаний (в данном случае в циклах на сантиметр),  $a$  – амплитуда спектра на самой высокой частоте,  $\beta$  – показатель степени, показывающий степень связи между сигналами на низких и высоких частотах. Обычно  $-4 < \beta < 0$  в реальных (природных) системах. Достоверность аппроксимации оценивается параметром  $R^2$ . Проведя спектральный анализ геологической записи методом Фурье, можно определить параметры  $a$ ,  $\beta$  и  $R^2$  и по их значениям оценить различия в природе геологических записей (Шредер, 2001; Нурғалиева и др., 2008).

Конфигурации стилолитов были оцифрованы в координатной системе XY ( $X$  – координата по напластованию,  $Y$  – координата по нормали к напластованию) и обработаны в программе спектрального анализа. Пример обработки показан на рис.

Анализ полученных данных позволяет отметить следующие закономерности: при аппроксимации всех рядов степенной функцией получены величины показателя степени  $\beta < 0$ ; аппроксимация спектров степенными функциями по методу наименьших квадратов характеризуется изменениями значений  $R^2$  в диапазоне 0,6469–0,7653; качество аппроксимации напрямую связано с показателем степени  $\beta$ , увеличение значений которого по модулю сопровождается увеличением  $R^2$ ; – значения величины  $a$  (амплитуда спектров на самой высокой частоте) изменяются от 0,0007 до 0,0026 и отвечают в этом диапазоне уменьшению степени упорядоченности формирования конфигурации стилолитов.

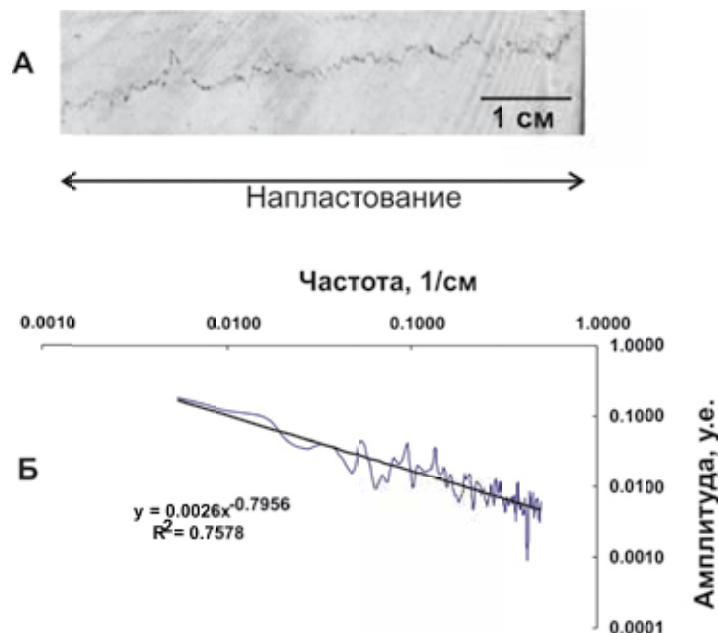


Рис. А – фото стилолита на спиле карбонатной породы; Б – спектр Фурье записи стилолита

Исследованные ряды данных представляют собой нечто близкое к фликкер-шуму или «розовому» шуму, характеризуемому  $\beta = -1$  (Шредер, 2001). Сигналы такого типа очень широко распространены в природе. Предполагается, что такие процессы являются результатом реализации параллельных релаксационных процессов.

Спектры Фурье отражают различия в пространственном расположении стилолитов. В верхних интервалах оказались стилолиты более «зубчатые» с повышенными абсолютными значениями  $\beta$  и пониженными значениями  $\alpha$ . В нижнем интервале наблюдались более сглаженные стилолитовые конфигурации, характеризующиеся уменьшением абсолютных значений  $\beta$  и увеличением значений  $\alpha$ . Тренды изменений параметров спектров Фурье коррелируют с трендами изменения пористости и нефтенасыщенности.

В верхних интервалах исследуемого разреза аккумуляция углеводородов, вероятно, завершилась раньше, чем в нижнем интервале, что привело к прекращению стилолитизации и фиксации в «верхних» породах более «зубчатых» швов.

Нургалиева Н.Г., Нургалиев Д.К. Спектральный анализ рядов литологических параметров в разрезах, содержащих перерывы // Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки, 2008. Т. 150, кн. 1. С. 157–167.

Шредер М. Фракталы, хаос, степенные законы. Ижевск: НИЦ Регулярная и хаотическая динамика, 2001. 528 с.



## COMPARATIVE ANALYSIS OF THE BRACHIOPOD SCALE IN THE DEVONIAN STRATIGRAPHIC SCHEMES OF THE EAST EUROPEAN PLATFORM

*Natalija V. Oleneva*

Federal State Budgetary Institution «All-Russian Research Geological Oil Institute» (FSBI «ARRGOI»), Moscow, Russia

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БРАХИОПОДОВОЙ ШКАЛЫ В СТРАТИГРАФИЧЕСКИХ СХЕМАХ ДЕВОНА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

*Н.В. Оленева*

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт» (ФГБУ «ВНИГНИ»), Москва, Россия

После окончания основного этапа опорного бурения (50–70 гг. прошлого столетия) сотрудниками ВНИГНИ проведен большой объем работ по обобщению стратиграфических исследований, детальному расчленению и корреляции типовых разрезов, уточнению стратиграфических схем палеозоя Восточно-Европейской платформы. Эти данные отражены в новой унифицированной стратиграфической схеме верхнедевонских отложений Волго-Уральского субрегиона (Фортулатова и др., 2016). В продолжении этого исследования проведен анализ комплекса спириферид в интервале, охватывающем 20 стратиграфических подразделений от нижнего (койвенский) – до верхнего девона (лебединский горизонт). В результате этой работы получены новые сведения по брахиоподам из среднедевонских (клинцовский, воробьевский) и верхнедевонских (тиманский, семилукский, речицкий, задонский и елецкий) горизонтов.

*Эйфельский ярус. Клинцовский горизонт.* В 1985 г. в качестве стратотипа горизонта Т.И. Федоровой предложен разрез скв. Клинцовская 1 (инт. 2211–2267 м), парастратотипом – Клинцовская 2 (инт. 2256–2315 м), пробуренные в юго-вост. части Жигулевско-Пугачевского свода, Саратовской обл. Для горизонта зональными видами приняты *Gypidula subbrevis* и *Undispirifer trypherus*. Эти брахиоподы установлены на западном склоне Южного Урала в разрезах на р. Яй и описаны Тяжевой в 1962 г. В стратотипическом разрезе клинцовского горизонта Федоровой определены: *Spinatrypa (Isospinatrypa) cf. aspera*, *Emanuella cf. subumbona*, *Emanuella florida*, однако зональные виды установлены не были. В Оренбургской обл. вид *Undispirifer trypherus* обнаружен в ассоциации с провинциальными спириферидами *Ilmospiifer graciosus* и *Emanuella balaschensis* в отложениях, соответствующих черныярскому горизонту. В соответствии со стратиграфической схемой Урала (1993), в нижней части афонинского горизонта (аналог клинцовского) в комплексе брахиопод *U. trypherus* в списках не указан. Так как *U. trypherus* в типовом разрезе не установлен, а его стратиграфическое положение не однозначно, желательно продолжить изучение аналогов клинцовского горизонта с целью уточнения его палеонтологической характеристики.

*Живетский ярус. Воробьевский горизонт* (свита) выделен А.И. Ляшенко (1953) по разрезу скважины № 86 (инт. 167–147 м), пробуренной у села Воробьевка, Воронежской обл. Для горизонта зональными видами приняты “*Emanuella*” *vorobjensis* и *Chonetes vorobjensis*. Установлено, что с основания воробьевского горизонта повсеместно происходит резкое обновление состава всех групп фауны и спор растений. Среди брахиопод появляется типично живетский вид *Stringocephalus burtini*, обновляется и состав спириферид – появляются первые представители рода *Diazoma*, ранее известные в составе *Emanuella*: *Diazoma pachyrincha*, *D. vorobjensis*, *D. maslovi*.

*Франский ярус. Тиманский горизонт* (свита) выделен А.И. Ляшенко в 1956 г. в окрестностях г. Ухта. Зональными видами для нижнего подгоризонта установлены: *U. nalivkini*, для верхнего – *U. timanicus*. Формирование тиманского горизонта характеризуется транс-

грессивным этапом осадконакопления, что способствовало образованию новых экологических ниш и привело к образованию большого числа вариететов в группе ухтоспириферов. В разные годы из тиманского горизонта Ляшенко описал 12 родов и более 20 видов спириферид. Позднее для большинства из видов установлены переходные формы, что сделало невозможным проведение границ между ними и нецелесообразным их выделение. В некоторых случаях особи, описанные как представители разных видов, оказались лишь крайними экземплярами в ряду возрастной изменчивости одного и того же вида, или редкими дивергентными формами. Морфологические разновидности *Uchtospirifer*, принятые за новые таксоны, скорее свидетельствуют о высокой приспособительной радиации, а большое число экземпляров – о благоприятных условиях существования этой группы (Оленева, 2003, 2004). Комплекс спириферид Южного Тимана представлен видами: *Uchtospirifer timanicus*, *U. medianus*, *U. clivus*, *U. rotundus*, *Acutella angulosa*, *Echinospirifer distinctus*, *Mennespirifer formosus*. В Волго-Уральском регионе и на Урале, из ухтоспириферов в основном встречается *Uchtospirifer murchisonianus*.

*Семилукский (доманиковый) горизонт* (свита) выделен П.Н. Венюковым в 1886 г. на правом берегу р. Дон между селами Рудкино и Семилуки. Формирование горизонта также совпадает с трансгрессивным режимом осадконакопления и широким морфообразованием группы циртоспирифер, виды которого установлены зональными. Для нижнего подгоризонта приняты *Cyrtospirifer rudkinensis* и *Tomestenorhynchus rudkini*, верхнего – *Cyrtospirifer "disjunctus"* – *Stenomestenorhynchus rudkini*. Комплекс спириферид составляют: *Adolfia solita*, *A. multifida*, *Cyrtospirifer schelonicus*, *C. rudkinensis*, *C. poljanicus*, *C. vjacheslavi*, *Tenticospirifer tenticulum*, *Eodmitria supradisjuncta*, *Ilmenia perlevis*, *Tokmospirifer krestovnikovii*, *Cyrtina demarllii*, *Tecnocyrtina* sp. В Волго-Уральском субрегионе семилукскому отвечает региональный доманиковый горизонт, в отложениях которого спирифериды значительно беднее, а формы мельче, циртоспириферы представлены в основном видом *C. schelonicus*.

*Речицкий горизонт* выделен в Речицко-Шатилковской зоне Припятского прогиба Белоруссии (стратотип – скв. Речицкая 7р, гл. 2701–2730 м). Принятые для Восточно-Европейской платформы зональные виды брахиопод речицкого горизонта – *Nervostrophia latissima* и *Adolfia siratschoica*, в шкале местных стратиграфических подразделений Белоруссии (2010) не приводятся.

Принятый зональным вид *Ljaschenkovia siratschoica* (Оленева, 2010) выделен на Южном Тимане из отложений сирачойского горизонта, для которого в ряде работ доказано его положение на уровне воронежского горизонта. Эти данные были внесены в региональную стратиграфическую схему Южного Тимана, однако в стратиграфической схеме 2006 г. положение *L. siratschoica* по-прежнему осталось на уровне прежних представлений (речицкий горизонт). Комплекс спириферид речицкого горизонта составляют: *Theodossia katavensis*, *Cyrtospirifer poljanicus*, *Eodmitria supradisjuncta*, *Ilmenia altovae*, *Reticulariopsis timanensis*, *Tokmospirifer brevis*, *Ljaschenkovia siratschoica*, *Cyrtina* sp.

*Фаменский ярус. Задонский и елецкий горизонты* были выделены П.Н. Венюковым в 1884 г., когда из нижней части «елецких слоев» были обособлены задонские слои. В этот раннефаменский этап осадконакопления также происходит смена таксономического состава спириферид, впервые появляются широко распространенные виды рода *Wenjukovspirifer* – *W. archiaci* и *W. brodi*, ранее известные в составе *Cyrtospirifer*.

## SYMMETRY OF CONODONT ELEMENTS – TAXONOMICAL AND PALAEOBIOLOGICAL APPLICATIONS

Artem N. Plotitsyn, Andrey V. Zhuravlev, Lubov' V. Sokolova

Institute of Geology, Komi Science Center, Uralian Branch, RAS, Syktyvkar, Russia

Conodonts are an extinct group of Paleozoic and Triassic marine animals possessing debated affinities. The mineralized parts of the animals are 15–19 tooth-like conodont elements disposed in a bilaterally symmetrical apparatus having a possible feeding scope. Bilateral symmetry of conodont element pairs in apparatus is known since work of Bryant (1921). The asymmetry of some conodont element pairs was first noted by Lindstrom (1959). He noticed the disturbance of mirror-symmetry in Pa element pair in *Ozarkodina rhodesi*. Subsequent investigations of H.R. Lane (1968) discovered four symmetry classes of conodont element pairs. Successive investigations were focused on some species or genera only (see overview in Kuzmin, 1990; Chernykh, 2002; Plotitsyn et Zhuravlev, 2016; etc.). We suppose the existence of the Class V symmetry, which includes individually bilaterally symmetrical elements forming asymmetrical pairs in the apparatus.

Elements of Classes III and V symmetry composing asymmetric pairs potentially cause serious taxonomical problems. It is necessary taking into account possible differences in morphology of dextral and sinistral elements when taxonomical description or revisions are done.

This work is aimed to consider morphological features of conodont elements composing asymmetrical pairs in apparatus and possible paleobiological causes of this asymmetry.

The asymmetry of the elements can be caused by a number of morphological features. Main morphological features, which can lead to forming of Class III symmetry are the following. **Platform proportions and outline.** Usually, sinistral elements are rather smaller than dextral in the apparatus (Chernykh, 2002; Zhuravlev, 2014). There are elements demonstrating the visible differences in the proportions and/or outline of the platform (*Pseudopolygnathus dentilineatus* group, *Polygnathus* aff. *atasuensis*, some Early Permian *Streptognathodus*) (fig. 1c). **Elevation of the platform margins.** The platform margins of sinistral and dextral elements are elevated asymmetrically (on the left or right side only) (e.g. *Polygnathus webbi*). **Rostral ridges.** Rostral ridges compose the asymmetrical rostral structure. Frequently, the development of the rostrum is better represented on the left side of the element (fig. 1a). Rostral ridges of different lengths can characterize the rostrum of sinistral and dextral elements (e.g. advanced *Siphonodella*, *Polygnathus distortus*) (fig. 1b). **Costae and nodes on the platform.** The element is characterized by asymmetrically located (irregular) costae or/and nodes (*Lochriea senckenbergica*, *Polygnathus corrugatus*, *Pseudopolygnathus dentilineatus*, early representatives of *Protognathodus*) (fig. 1d). The asymmetry of the elements (Class III) can be characterized by a single trait or by a complex of morphological features.

Different style of irregular denticulation on the dextral and sinistral Pa elements composes the asymmetry of the element pair corresponding to the Class V symmetry. E.g. the early Devonian *Ozarkodina buchansensis* (Philip) and *Zieglerodina ivochlupaci* possess plumage in the sinistral elements only; dextral elements of *Pandorinellina exigua* have prominent gap posterior to the plumage, which is absent in sinistral elements. Another probable (and theoretical yet) cause of the Class V symmetry is dissimilar position in relation to basal cavity of the lateral denticles in the sinistral and dextral blade-form elements.

Changes in symmetry class of Pa element pairs in clades of some *Ozarkodinida* demonstrate the following morphogenetic sequence (see fig. 2). The conodont elements of Class II symmetry represent the taxa of the innovative phase, Class III symmetry characterizes non-functional morphological variations corresponding to the initial radiative phase. Class II symmetry is specific for the subsequent gradualistic phase. Morphological complexity appearing during the radiative phase leads to forming of Class III symmetry. During the extinction phase morphological

simplification causes Class II symmetry. This sequence can be observed in the latest Devonian–earliest Carboniferous lineage of *Siphonodella*; in the latest Devonian–Carboniferous lineage *Prothognathodus* - *Gnathodus* - *Idiognathoides*.

It is notable that symmetry class is a trait just at species level; as a rule, it cannot be used as a characteristic feature at a higher taxonomical level. The asymmetry of conodont element pairs can be expected in morphologically complex elements belonging to taxa at the radiative phase of the lineage.

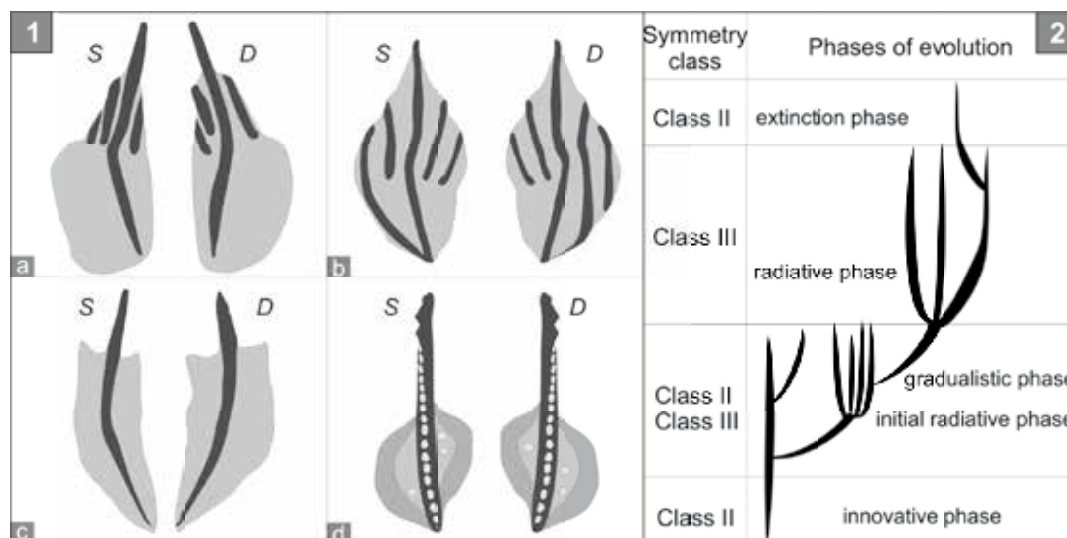


Fig. 1. Examples of asymmetry of sinistral (S) and dextral (D) elements: a - *Siphonodella eurylobata*, b - *Siphonodella belkai*, c - *Polygnathus* aff. *atasuensis*, d - *Protognathodus collinsoni*.

Fig. 2. Morphogenetic sequence of changes in symmetry classes of Pa element pairs in clades of some *Ozarkodinida*.

- Bryant, W. L. (1921): *The Genesee conodonts*: Buffalo. Soc. Nat. Sci, Bull. 13(2): 59 pp.
- Chernykh, V.V. (2002): Diagnosis of sinistral and dextral elements of *Streptognathodus*. *Ezhegodnik-2002 Instituta geologii i geohimii UrO RAN*. Ekaterinburg. UrO RAN: 44–46 (in Russian).
- Kuzmin, A.V. (1990): Asymmetrical pairs of platform elements of some *Polygnathus*. *Paleontologicheskij zhurnal*, 4: 66–74 (in Russian).
- Lindstrom, M. (1959): Conodonts from the Crug limestone (Ordovician, Wales). *Micropaleontology*, 5(4): 427–452.
- Lane, H.R. (1968): Symmetry in conodont element-pairs. *Journal of Paleontology*, 42(5): 1258–1263.
- Plotitsyn, A.N. & Zhuravlev, A.V. (2016): Morphology of the early ontogenetic stages of advanced *Siphonodellids* (Conodonts, Early Carboniferous). *Vestnik of Institute of Geology of Komi Science Center of Ural Branch RAS*, 8: 3–8.
- Zhuravlev, A.V. (2014): Morphology, histology, and ontogenetic changes of Pa elements of *Siphonodella quadruplicata* (Branson et Mehl) (conodonts, Early carboniferous). *Litosfera* 4: 100–105. (in Russian with abstract in English).

## THE PROBLEMS OF THE STRATIGRAPHY OF THE KIZELOVIAN (TOURNAISIAN) IN THE WESTERN URALS

*Galina Yu. Ponomareva*

*Perm State University, Perm, Russia*

## ПРОБЛЕМЫ СТРАТИГРАФИИ КИЗЕЛОВСКОГО ГОРИЗОНТА (ТУРНЕЙСКИЙ ЯРУС) ЗАПАДНОГО УРАЛА

*Г.Ю. Пономарева*

*Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия*

В процессе реконструкции зональной фораминиферовой шкалы нижнего карбона неизбежно сталкиваешься со следующими проблемами стратиграфии кизеловского горизонта: 1. Различие объема кизеловского горизонта в региональных схемах Русской платформы и Западного Урала; 2. Вид-маркер нижней границы кизеловского горизонта; 3. Отсутствие информации о стратотипе кизеловского горизонта; 4. Выбор гипостратотипа.

Кизеловский горизонт является региональным подразделением верхнетурнейского подъяруса Западного Урала и Русской платформы. Он подстилается черепетским горизонтом и покрывается косьвинским горизонтом турнейского яруса. Наиболее надежно его границы фиксируются по фораминиферам, брахиоподам и кораллам. В связи с многочисленными вопросами идентификации кизеловского горизонта в первую очередь необходимо обратиться к истории выделения и изучения.

Кизеловский горизонт выделен Г. Фредериксом в 1929 г. в объеме известняков с *Productus mesolobus* Krasn. (= *Productus hiperboreus* Nal.: Наливкин, 1930; = *Levitusia hyperborea* (Nal.): Калашников, 1974). Название дано по широкому распространению кизеловских известняков под угленосной свитой Кизеловского угольного бассейна (Фредерикс, 1929). Типовой разрез назван В.Д. Наливкиным в 1930 г. в окрестностях села Луньевка на Ивановской горе в районе г. Александровска (Пермский край). Именно этот разрез следует считать историческим стратотипом кизеловского горизонта. Однако среди геологов укрепилось представление о стратотипе в разрезе Губаха, расположенном в бассейне р. Косьвы в окрестностях г. Губахи, в котором в 1955 г. О.А. Липина выделила 4 типовые фораминиферовые пачки, разделившие кизеловский горизонт на 2 подгоризонта. Характеристика разрезов страторегиона Кизеловского бассейна (Губаха, Кизел, Луньевка, Чаньва) впервые выполнена А.Н. Ивановым и В.П. Тебеньковым (Иванов, 1938; Тебеньков, 1939), они более глубоко и всесторонне, чем предыдущие авторы, освещают взаимоотношение турнейских фаций.

Детального описания стратотипа – Ивановской горы – в опубликованной литературе нет. В полевой книжке И.М. Гарань (1962 г. – по сообщению Н.А. Кучевой) написано, что Ивановская гора представляет собой залесенный склон с многочисленными старыми канавами и шахтой. Обнажаются известняки с массовыми *L. hyperborea*. Все выходы находятся на значительном расстоянии друг от друга (от 5 до 30 м) на значительной площади. Мощность известняков в каждом выходе не превышает 0,5–1,0 м. В районе Луньевки обнажаются карбонатные породы только верхнекизеловского подгоризонта.

На территории Вишерско-Чусовской структурно-фациальной подзоны кизеловский горизонт обнажается в 36 разрезах, из них опубликованы 14. Его разнофациальные толщи формировались в условиях эпикратонной карбонатной платформы востока Восточно-Европейского кратона, расчлененной системой Камско-Кинельских впадин. По характеру отложений и соотношению мощностей выделяют сводовый, бортовой и депрессионный типы разреза (Щербаков, 1966). Лучшими в стратиграфическом отношении являются разрезы бортового типа, сложенные органогенно-детритовыми известняками, охарактеризованными морской фауной. Это разрезы Чаньва и Косая речка (только нижнекизеловский

подгоризонт), а также разрез сводового типа Дружинино. Исследования верхнетурнейских конодонтов в разрезах Вишерско-Чусовского Урала не проводились. К сожалению, качество публикаций оставляет желать лучшего. В них приводятся колонка разреза, описание слоев, как правило, большой мощности и палеонтологическая характеристика общим списком. Отсутствует распределение фауны по разрезу. Поэтому в настоящее время наибольший интерес в плане выбора гипостратотипа представляют разрезы западного склона Южного Урала – Сиказа и Усуили, в которых изучены конодонты и фораминиферы.

Противоречия с границами и объемом кизеловского горизонта возникают в связи с изменившейся методикой проведения границ. Ранее биостратиграфические подразделения представляли собой акмезоны (эпиболы) или комплексные зоны. Любой из этих вариантов свидетельствует о неопределенности положения границ с соответствующими ограничениями для их широкого прослеживания. В настоящее время биостратиграфические подразделения отвечают понятию интервал-зоны. Нижние границы зон четко фиксируются элементарным событием – первым появлением характерного таксона с наиболее широким корреляционным потенциалом. Все зоны имеют присущий им зональный комплекс, который создает дополнительные возможности для их распознавания и широкого прослеживания.

На территории Западного Урала кизеловский горизонт выделен в объеме двух фораминиферовых зон – *Latiendothyra latispiralis* и *Spinoendothyra costifera*. Зона *Latiendothyra latispiralis* подстилается зоной *Chernyshinella glomiformis*, соответствующей в региональных схемах черепетскому горизонту, а *Spinoendothyra costifera* покрывается зоной *Tournayella moelleri* – *Dainella chomatica*, в объеме которой выделяется косьвинский горизонт. Нижняя граница **зоны *Latiendothyra latispiralis*** условна и определяется изменением соотношения черепетских и кизеловских форм. Первое появление вида-индекса *Latiendothyra latispiralis* (Lip.) зафиксировано еще в черепетском горизонте. В объеме зоны выделяется нижнекизеловский подгоризонт Западного Урала, это первая и вторая пачки О.А. Липиной в разрезе Губаха. Зона характеризуется массовым количеством эндотир с высокими оборотами и малым количеством камер в последнем обороте – *Latiendothyra latispiralis* (Lip.), *L. latispiralis minima* (Lip.). О.А. Липина предположила, что нижнекизеловские известняки Среднего Урала соответствуют черепетскому горизонту Подмосковного бассейна (Липина, 1955). Таким образом, первая пачка О.А. Липиной является черепетской. В объеме зоны *Latiendothyra latispiralis* следует выделять на Западном Урале верхнечерепетский подгоризонт. **Зона *Spinoendothyra costifera*** устанавливается по первому появлению вида-индекса *Spinoendothyra costifera* (Lip.), зафиксированному во второй пачке О.А. Липиной, соответствующей верхней части нижнекизеловского подгоризонта. Таким образом, к зоне относятся вторая, третья и четвертая пачки О.А. Липиной. Эндотирсы приобретают более крупные размеры, характеризуются более правильным навиванием, низкими оборотами и большим количеством камер в последнем обороте.

В составе кизеловского горизонта по брахиоподам выделяется **зона *Levitusia hyperborea***. Впервые детальные исследования брахиопод кизеловского горизонта выполнены Д.В. Наливкиным (Наливкин, 1939). Нижняя граница проводится по первому появлению вида-индекса и появляющимся формам зонального комплекса – *Setigerites lichwini* (Liss.), *Podtsheremia ivanovi* Nal. Во всех разрезах западного склона Среднего Урала *Levitusia hyperborea* (Nal.) обнаружена только в верхней части кизеловского горизонта (А.Н. Иванов, 1938; Тебеньков, 1939; Наливкин, 1939). Результаты последних исследований по левитузиям опубликованы И.М. Гарань в 1975 г. Род *Levitusia* обособился только со второй половины кизеловского времени. Вид *Levitusia hyperborea* (Nal.) является самым древним и свойственен верхам кизеловского горизонта Урала и острова Вайгач. В конце косьвинского времени левитузии мигрировали с территории Урала. Выше косьвинского горизонта они не встречаются даже в карбонатных разрезах (Гарань, 1975).

Среди табулятных кораллов значительные изменения касаются сиринопор. В верхнекизеловском подгоризонте впервые появляется *Syringopora capillacea* Ludw., а также наблюдается вспышка видообразования среди каниний и близких к ним форм. С кизелов-

ского горизонта они развиваются в громадном количестве, достигают гигантских размеров (до 50 см в длину), увеличивается разнообразие. Среди других форм расцвет наблюдается у специфического рода *Uralinia* (Наливкин, 1948).

Таким образом, учитывая требование линейности границ зональных подразделений, кизеловский горизонт Западного Урала и Приуралья должен выделяться в объеме зон *Spinoendothyra costifera* (фораминиферы), *Levitusia hyperborea* (брахиоподы) и *Syringopora capillacea* (табуляты), что соответствует историческому, первоначальному объему.

Работа поддержана грантом РФФИ, проект № 15-05-06393

- Гарань И.М. О систематическом положении и развитии рода *Levitusia* (Brachiopoda) // Палеонтологический журнал. № 2. М.: Наука, 1975. С. 114–122.
- Иванов А.Н. Турнейский ярус на западном склоне Среднего Урала // Геология и Геофизика. Тр. УрНИИ геологии, разведок и исследования мин. сырья. Свердловск, 1938. Вып. 1. С. 35–54.
- Липина О.А. Фораминиферы турнейского яруса и верхней части девона Волго-Уральской области и западного склона Среднего Урала // Тр. ИГН АН СССР. 1955. Вып. 163, геол. сер. (№ 70), 96 с.
- Наливкин Д.В. Турнейский ярус Урала. 1939. Рукопись.
- Наливкин Д.В. Граница турнейского и визейского ярусов на Урале и методика ее установления // Палеонтология и стратиграфия. Мат-лы ВНИГНИ, сб. 5. М., Л.: ГОСГЕОЛИЗДАТ, 1948. С. 87–103.
- Тебеньков В.П. Новые данные по стратиграфии турнейских отложений Кизеловского района // Советская геология. М.: ГОНТИ, 1939. Т. IX. № 1. С. 77–87.
- Фредерикс Г.Н. Фауна кыновского известняка на Урале // Изв. Геолкома. 1929. Т. 48. № 3. С. 87–124.
- Щербаков О.А. Палеотектоника и палеогеография территории западного склона Среднего Урала и Пермского Прикамья в турнейский век., С. 50–71.



## **SUBDIVISION OF THE BOURGUKLIN HORIZON OF THE TUNGUSKA BASIN INTO THREE PARTS ACCORDING TO PLANT ASSEMBLAGES**

*Lubov Porokhovnichenko*

*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia*

## **ТРЕХЧЛЕННОЕ ДЕЛЕНИЕ БУРГУКЛИНСКОГО ГОРИЗОНТА ТУНГУССКОГО БАСЕЙНА ПО ФЛОРИСТИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСАМ**

*Л. Пороховниченко*

*Национальный исследовательский Томский государственный университет; Томск, Россия*

О возможности трехчленного деления бургуклинского горизонта по неморским двусторкам, флористическим и спорово-пыльцевым комплексам неоднократно сообщалось в печати (Бетехтина, 1974; Сухов, 1969; Бетехтина, Горелова, Дрягина и др., 1988). При составлении действующей стратиграфической схемы бургуклинский горизонт разделен на два подгоризонта (Решения, 1982). При этом его объем существенно увеличился по сравнению с предшествующей схемой 1965 г. за счет присоединения к нижней части отложений со смешанной «клинтайгинской» флорой. Наиболее полно бургуклинский горизонт представлен не в стратотипе, в устье р. Бургукли, а в северо-западной части Тунгусского бассейна – по р. Горбиячин и Курейка и в Норильском районе. Флористический комплекс, установленный в этих районах (Баранов, Будников, 1965; Баранов, Горелова, Сухов, 1970; Хахлов, 1960), сопоставляется со всей верхнебалахонской флорой Кузбасса и отвечает единому крупному кордаитово-руфлориевому этапу развития флор Сибири (Бетехтина, Горелова, Дрягина и др., 1988), условно датируемому приуральским отделом перми.

При двучленном делении бургуклинского горизонта в современных его границах не находит отражения естественная последовательность в развитии флоры. В разрезах легко распознается самая нижняя присоединенная часть горизонта с «клинтайгинской» флорой. Выделяется самая верхняя его часть по специфическим видам «позднебургуклинского облика», которую часть палеоботаников в 60-е годы XX века относили к низам пеляткинского (или ногинского) горизонта в соответствии с пониманием в тот период бургуклинского горизонта в меньшем объеме в границах его стратотипа. Позднее это привело к смешиванию комплексов в пограничных стратонах. Средняя часть горизонта по составу специфических и «транзитных» видов не может быть разделена и бесспорно отнесена к нижнему или к верхнему подгоризонту.

Этапность в развитии бургуклинской флоры прослежена на Кайерканском месторождении в Норильском районе. Таким биостратиграфическим «эталоном» выступает быстринская свита, вскрытая более чем сотней скважин. Свита имеет ритмичное строение, отчетливые границы и по всему разрезу насыщена растительными остатками хорошей сохранности. Большой своей частью она соответствует бургуклинскому горизонту (Решения..., 1982) и «включает» ранее выделяемые в ее пределах (схема 1965 г.) талнахскую, далдыканскую и шмидтинскую свиты.

Основное внимание уделено изучению кордаитовых листьев, доминирующих в верхнепалеозойских флористических комплексах Сибири и ранее из этого района изученных преимущественно только морфологически. Комплексное морфолого-эпидермальное исследование послойно собранных остатков листьев из разрезов скважин позволило решить ряд задач. Выделены новые признаки и определена их систематическая ценность. Установлены связи разных морфологических и эпидермальных признаков листьев, что дало возможность более корректно определять фрагментарный материал. Выявлены тренды изменчивости во времени разных морфолого-эпидермальных типов листьев. Уточнены границы видов, подродов и родов и сформулированы принципы их выделения (Порохов-

ниченко, 2008, 2009, 2013). Прослежена последовательная смена отдельных видов и растительных ассоциаций, уточнены интервалы их распространения.

В быстринской свите установлено 4 флористических комплекса, приуроченных к определенным угольным пластам. В основу их выделения положено появление и массовое распространение родов и подродов кордаитантовых, отражающих определенный этап эволюционного развития группы, а также сочетание специфических видов с узкими интервалами стратиграфического распространения. Эти комплексы, за исключением двух верхних (рассматриваемых в качестве одного комплекса за пределами Норильского района), прослежены в северо-западной и восточной части Тунгусского бассейна, а также в Западном Верхоянье. Таким образом, на данном этапе в бургу克林ском горизонте Тунгусского бассейна отчетливо прослеживаются три последовательно сменяющиеся флористических комплекса – нижнебургу克林ский, среднебургу克林ский и верхнебургу克林ский, на основании которых возможно трехчленное деление горизонта.

Для **нижнебургу克林ского комплекса** характерно появление и широкое распространение рода *Alatoruflloria* с эволюционно более продвинутыми дорзальными желобками (ДЖ) и новым для руфлорий морфотипом листьев. Крупнолистный вид *A. conspicua* может выступать как зональный вид-индекс. Присутствуют элементы древних катских флор – виды семян, прэруфлорий, ангаридиумов. Распространены крупнолистные виды родов *Cordaites* и *Zamiopteris*, семена *Samaropsis skokii* Neub. и *Bardocarpus*, встречаемые часто совместно.

Для **среднебургу克林ского комплекса** характерно появление и распространение подрода *Intraruflloria* с узкими и пластичными, способными к регулированию транспирации ДЖ. Среди них наиболее распространены виды *R. (I.) rasskasovae* S. Meyen и *R. (I.) tajmyrica* (Schved.) S. Meyen). Изменяется облик прэруфлорий – листья становятся более короткими и орнаментированными (*R.(P.) accomodata* Porokh.). Среди аляторуфлорий преобладают виды с зубчатыми верхушками – *A. ex gr. recta* (Neub.) Porokh. Виды рода *Cordaites* морфологически и структурно разнообразны, но численно уступают руфлориям. Появляются *S. gorbiaczinensis* Such., *S. cf. triquetra* Zal., *S. polymorpha* Neub., распространены *Cr. unguiscana* Schwed., *Nephropsis integgerima* (Schml.) Zal.

**Верхнебургу克林ский комплекс** характеризуется разнообразием видов рода *Alatoruflloria*, обладающих всеми известными типами оснований и типами ДЖ. Крупнолистный вид *A. rarinervis* (Verb.) Porokh. с ДЖ типа «*tuberculosa*» служит заметным маркером в распознавании разновозрастных слоев. Распространены виды *A. ex gr. loriformis* (Neub.) S. Meyen, *A. ex gr. derzavinii* (Neub.) S. Meyen. Интратуфлории представлены специфическими видами *R.(I.) eximia* и *R. (I.) segregata*. Прэруфлории единичные и в основном характеризуются листьями «угнетенного облика», виды *Cordaites* разнообразны. Наряду с *Salairia longifolia* Neub. появляются семена *S. pseudoelegans* Such., *S. neuburgii* Such., *Skokia elongata* (Taras.) Such.

# PERMIAN – TRIASSIC BOUNDARY DEPOSITS OF THE EAST EUROPEAN PLATFORM AND SIBERIA: ECOZONES AND CORRELATION

Gennady N. Sadovnikov

Russian State Geological Prospecting University, Moscow, Russia

## ЭКОЗОНЫ И КОРРЕЛЯЦИЯ ПОГРАНИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕРМИ И ТРИАСА ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ ПЛАТФОРМЫ И СИБИРИ

Г.Н. Садовников

Российский государственный геолого-разведочный университет, Москва, Россия

В неморских пограничных отложениях перми и триаса севера Евразии выделены экозоны (Садовников, 1987–2015), которые дают возможность провести их корреляцию (табл.).

Таблица

Отделы	Название экозоны	Восточная Европа	Средняя Сибирь
P <sub>3</sub> или низы T <sub>1</sub>	Elatocladus linearis ... Cornia vosini	перерыв	Путоранский горизонт
P <sub>3</sub>	Quadrocladus pachyphyllum... Echinolimnadia mattoxi	Возможно, вязниковские слои	Хунгтукунский горизонт
	Quadrocladus pachyphyllum ... Prilukiella (?) tomiensis	Вятский ярус	Лебедевский горизонт

Садовников Г.Н. Начала палеоэкологии. М., РГГРУ, 2010. 69 с. URL: [http://mgri-rggru.ru/fondi/libraries/index.php?ELEMENT\\_ID=2653](http://mgri-rggru.ru/fondi/libraries/index.php?ELEMENT_ID=2653)

Садовников Г.Н. Экозоны неморских отложений вишкильского – индского ярусов Средней Сибири // Палеоботанический временник. Приложение к журналу «Lethaea rossica». 2013. Вып. 1. ГЕОС. С. 70–73.

Садовников Г.Н. Роль экостратонов в построении стратиграфических шкал // Общая стратиграфическая шкала и методические проблемы разработки региональных стратиграфических шкал России. Материалы Межведомственного рабочего совещания (Санкт-Петербург, 17–20 октября 2016 г.) СПб.: Изд. ВСЕГЕИ, 2016. С. 146–148.

Садовников Г.Н., Козлова М.А. К методике полуколичественного анализа неморских тафосистем палеофита и мезофита // Материалы Всероссийского совещания «200 лет Отечественной палеонтологии (Москва, 20–22 октября 2009 г.)». М.: ПИН РАН, 2009. С. 122.

Sadovnikov G.N. (1987): Permian / Triassic non-marine transition beds in the Inner Angaraland (Siberia) // *Albertiana*, N 6, pp. 21–23.

Sadovnikov G.N. (1997): Taimyrian stage of the terminal non-marine Permian // *Prace Panstwowego Instytutu geologicznego*, CLVII. Warszawa, pp. 133–136.

Sadovnikov G.N. (2003): Stratigraphy of Upper Paleozoic on the East slope of Tunguska syncline // *Stratigraphy and Geological Correlation*. T. 11 N 4. pp. 41–54.

Sadovnikov G.N. (2008): On the Global Stratotype Section and Point of the Triassic Base // *Stratigraphy and Geological Correlation*. Vol. 16, No. 1, pp. 21–46.

DOI: 10.1134/S0869593808010036.

Sadovnikov G.N. (2011): On Quantitative and Semiquantitative Analysis of the Paleozoic–Mesozoic Non-marine Paleoecosystems // *Paleontological Journal*, Vol. 45, No. 1, pp. 105–111. DOI: 10.1134/S003103011101014X.

Sadovnikov G.N. (2014): Ecozone of the *Elatocladus linearis*... *Comia vosini* of the Upper Permian // *Geologiya i Razvedka*, 1, p.5-10. Georef preview ID 0678348001.

Sadovnikov G.N. (2014): The age of the Siberian volcanites according to the Triassic non-marine GSSP // *Geologiya i Razvedka*, 2, p.75-78. Georef preview database – search Record ID 0678372009.

Sadovnikov G.N. (2014): Ecozona *Quadrocladus pachyphyllum* ... *Echinolimnadia mattoxi* in Permian / Triassic volcanites of the Middle Siberia // *Geologiya i Razvedka*, 3, p. 5–11. Georef preview database – search Record ID 0678416001.

- Sadovnikov G. N. (2014): An ecozone of *Quadrocladus pachyphyllum*...*Prilukiella tomiensis* in the Upper Permian Vyatka Stage // *Geologiya i Razvedka*, 6, p.5–12. Georef preview database – search 0697943001.
- Sadovnikov G. N. (2015): Paleoeological Characterization of the Middle Siberian Trappean Plateau at the End of the Period of Its Formation (Near the Permian–Triassic Boundary) // *Paleontological Journal*, Vol. 49, No. 1, pp. 89–99.  
DOI: 10.1134/S0031030115010104.
- Sadovnikov G.N. (2015): Paleoeological Characterization of the Middle Siberian Trappean Plateau during the Middle Period of Its Formation (Terminal Permian) // *Paleontological Journal*, Vol. 49, No. 4, pp. 438–447. DOI: 10.1134/S0031030115040152.
- Sadovnikov G.N. (2015): The ecozone *Quadrocladus pachyphyllum*... *Prilukiella tomiensis* of Vyatsky stage of the Upper Permian // *Geologiya i Razvedka*, 6, pp. 6–12. Georef preview database – search Record ID 0697943001.
- Sadovnikov G.N. (2015): Structure of the ecozone *Quadrocladus pachyphyllum*, *Prilukiella tomiensis* of the Vyatka stage of the Upper Permian // *Geologiya i Razvedka*, 4, p. 8–14. Georef Record preview database – search ID 0697826001.
- Sadovnikov, G.N. Trap volcanism in Siberia and the Permo-Triassic extinction *Geologiya i Razvedka*, 2016(2), p.8-14. Georef Record preview ID 0698029001.
- Sadovnikov G.N. (2016): Evolution of the Biome of the Middle Siberian Trappean Plateau. *Paleontological Journal*, Vol. 50, No. 5, pp. 518–532.  
DOI: 10.1134/S0031030116050129.
- Sadovnikov G.N., Orlova E.F. (1993): Nonmarine latest Permian stratigraphy and the Permian / Triassic boundary in Siberia // *Contribution to Eurasian geology, papers presented at the International Congress on the Permian system of the World, Perm, Russia, 1991. Part II. Occasional publications Earth Sciences & Resources Institute, University of South Carolina, new ser. 9 (A, B). pp. 119–124.*
- Sadovnikov G.N., Orlova E.F. (1993): The lower boundary and biostratigraphy of the non-marine Triassic in Siberia // In: Lucas, S. G. & Morales, M.(eds) *The nonmarine Triassic*. Bull. 3 New Mexico Museum of Natural History and Science. New Mexico, pp. 421–422.
- Sadovnikov G.N., Orlova E.F. (1994): The Taimyr stage — the terminal stage of the continental Permian // *Transcriptions (Doklady) of the Russian Academy of Sciences, Earth science section*, 341 A (3): 149–153. Scripta Technica.
- Sadovnikov G.N., Orlova E.F. (1995): New data about stratigraphy of volcanic deposits on Central part of Tunguska sineclyse // *Stratigraphy and Geological Correlation*, Moscow — New York, 3, 1, pp. 34–42.
- Sadovnikov G.N., Orlova E.F. (1997): About Permian-Triassic deposits on North and East borderlands of Siberian Plate // *Stratigraphy and geological correlation*, Moscow — New York, 5, 1, pp. 14–20.
- Sadovnikov G.N., Orlova E.F. (1998): Lower boundary of non-marine Triassic of Siberia // *Hallesches Jahrbuch für Geowissenschaften*, B, 5. Halle (Saale), S. 156–157.

# PALEOZOIC AND MESOZOIC COAL DEPOSIT ECOZONES OF NORTH AND CENTRAL ASIA

Gennady N. Sadovnikov

Russian State Geological Prospecting University, Moscow, Russia

## ЭКОЗОНЫ УГЛЕНОСНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПАЛЕОЗОЯ И МЕЗОЗОЯ СЕВЕРНОЙ И ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ

Г.Н. Садовников

Российский государственный геолого-разведочный университет, Москва, Россия

В неморских отложениях карбона – юры Северной и Центральной Азии выделено 14 экозон. Десять из них (таблица, список литературы) относятся к нижнему (равнинному) уровню аккумулятивной суши и включают угленосные отложения. В разрезах переслаивания морских и неморских отложений в Иране и на Таймыре некоторые из них включают донные и нектонные морские сообщества. При выделении экозон использован метод анализа доминант (Садовников, Козлова, 2009; Садовников, 2011, 2013).

Таблица

Отделы	Год	Название экозоны	Доминанты промежуточных звеньев
J <sub>2</sub>	2017	Pityophyllum longifolium ... Ludwigia rudis	Borystenia sp.–Czekanowskia rigida– Marattia intermedia–Equisetum beanii
J <sub>1</sub>	2017	Pityophyllum longifolium ... Phymatoceras	Podozamites lanceolatus – Nilssonina vittaeformis, Ptilophyllum pecten, Pseudotorellia, – Cucullaea subdecussata –
T <sub>2</sub> - T <sub>3</sub>	1980	Yuccites uralensis ... Costatoria verbeeki	Podozamites schenkii – Pterophyllum bavieri, Taeniopteris mikailovii, Otozamites ashtarensis, Pterophyllum schenkii – Neocalamites hoerensis, Equisetites arenaceus –
T <sub>1</sub> –T <sub>2</sub>	2002	Borystenia sp. ...Anodontophora fassaensis	Glossophyllum, Ginkgo – Danaeopsis emarginata, Cladophlebis ovata, C. vaccensis – Dzergalanella merianii – Loxomicroglypta –Bakewellia, Myalina
P <sub>3</sub>	2003	Cordaites clericii ...Concinella concinna curta	C. insignis, C. platyphyllum – Pecopteris anthriscifolia, Todites leninskiensis – Phyllothea, Paracalamites – Bipemphigus gennisi – Prilukiella subovata,
	2003	Cordaites candalepensis ... Phyllothea turnaensis	– Pecopteris –
P <sub>2</sub>	2000	Rufloia brevifolia ...Phyllothea turnaensis	Cordaites gracilentus –
P <sub>1</sub>	2000	Cordaites latifolius ...Viatscheslavia vorcutensis	– Zamiopteris, Phylladoderma – Phyllothea, Annularia –
C <sub>2</sub> - C <sub>3</sub>	2004	Rufloia subangusta ...Angarodendron obrutchevii	– Paragondwanidium sibiricum, Angaropteridium cardiopteroides –
C <sub>1</sub>	2000	Angaropteridium cardiopteroides ...Tomiodendron prokopieviensis	

Работа выполнена при поддержке РФФИ.

Садовников Г.Н. Флора угленосной формации Эльбурса. I. Общие вопросы // Депонированная рукопись № 2322-80. М.: ВИНТИ, 1980. 65 с.

- Садовников Г.Н. Начала палеоэкологии. М., РГГРУ, 2010. 69 с. URL: [http://mgri-rggru.ru/fondi/libraries/index.php?ELEMENT\\_ID=2653](http://mgri-rggru.ru/fondi/libraries/index.php?ELEMENT_ID=2653)
- Садовников Г.Н. Лабораторные работы по курсу «Основы палеоэкологии»: учеб. пособие. М.: РГГРУ, 2010. 107 с. URL: [http://mgri-rggru.ru/fondi/libraries/index.php?ELEMENT\\_ID=2653](http://mgri-rggru.ru/fondi/libraries/index.php?ELEMENT_ID=2653)
- Садовников Г.Н. К методике полуколичественного и количественного анализа неморских палеоэкосистем палеозоя и мезозоя // Палеонтологический журнал. 2011 № 1. С. 97–104.
- Садовников Г. Н. Неморские экозоны палеозоя и мезозоя севера и центра Евразии // XI Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». Доклады. Т. 1. М.: МГРИ-РГГРУ, 2013. С. 87–89.
- Садовников Г.Н. Экозоны неморских отложений вишкильского – индского ярусов Средней Сибири // Палеоботанический временник. Приложение к журналу «Lethaea rossica». 2013. Вып. 1. ГЕОС. С. 70–73.
- Садовников Г.Н. Неморские экозоны карбона, перми, триаса и юры севера и центра Евразии // Изв. вузов. Сер. Геология и разведка. 2013. № 6. С. 91–94.
- Садовников Г. Н. Геологическое время – время Ньютона или время Эйнштейна? // XII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». Доклады. Т. 1. М.: МГРИ-РГГРУ, 2015. С. 29 (33).
- Садовников Г.Н. Роль экостратонов в построении стратиграфических шкал // Общая стратиграфическая шкала и методические проблемы разработки региональных стратиграфических шкал России. Материалы Межведомственного рабочего совещания (Санкт-Петербург, 17–20 октября 2016 г.). СПб.: Изд. ВСЕГЕИ. 2016 С. 146 – 148.
- Садовников Г.Н., Базаркина Е.А., Турлова М.А. Экозона *Dzergalanella merianii* ... *Borysthenia* // «Проблемы биохронологии в палеонтологии и геологии». Тезисы докладов 48 сессии Палеонтологического общества. СПб., 2002. С. 124–125.
- Садовников Г.Н., Козлова М.А. К методике полуколичественного анализа неморских тафосистем палеофита и мезофита // Материалы Всероссийского совещания «200 лет Отечественной палеонтологии. Москва, 20–22 октября 2009 г.». М.: ПИН РАН, 2009. С. 122.
- Садовников Г.Н., Комаров В.Н. Экозоны триаса и юры хребта Эльбурс (Иран) // XIII Международная конференция «Новые идеи в науках о Земле». Доклады. Т. 1. М.: МГРИ-РГГРУ, 2017. С. 20–21.
- Садовников Г.Н., Ромащенко С.Н. Стратиграфия, палеоэкосистемы и угленосность позднего палеозоя востока Тунгусской синеклизы // Научные чтения памяти профессора М.В. Муратова. Материалы совещания. М.: РГГРУ, 2004. С. 53.
- Садовников Г.Н., Турлова М.А. Юрские растительные сообщества Северного Ирана // Современные проблемы палеофлористики, палеофитогеографии и фитостратиграфии. Тезисы докладов VII Международной палеоботанической конференции. М.: ГЕОС, 2005. С. 41–43.

## UPPER VISEAN FORAMINIFERAL ZONATION FOR THE REFERENCE BOREHOLE 1 BUZULUK AND BOREHOLE 1 MELEKES (VOLGA-URAL AREA)

Karina V. Sakhnenko<sup>1</sup>, Elena L. Zaytseva<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Moscow State University, Moscow, Russia

<sup>2</sup> FBSD VNIGNI, Moscow, Russia

## ЗОНАЛЬНОЕ РАСЧЛЕНЕНИЕ ПО ФОРАМИНИФЕРАМ ВЕРХНЕВИЗЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ОПОРНЫХ СКВАЖИН 1 БУЗУЛУКСКАЯ И 1 МЕЛЕКЕССКАЯ (ВОЛГО-УРАЛЬСКАЯ ОБЛАСТЬ)

К.В. Сахненко<sup>1</sup>, Е.Л. Зайцева<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup> Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

<sup>2</sup> ФБГУ ВНИГНИ, Москва, Россия

В верхневизейских отложениях Волго-Уральской области фораминиферы являются одной из самых разнообразных и распространенных групп бентосной биоты. По ним прослежены провинциальные зоны, отвечающие по объему региональным стратиграфическим подразделениям Восточно-Европейской платформы. Для сравнения фораминиферовых комплексов изученных разрезов применен метод Вильямса, позволяющий оценить зоогеографическую общность фауны:  $K = \frac{\sum_{\text{общ}}}{N_1}$  (где  $\sum_{\text{общ}}$  – количество родов/видов, общих для двух комплексов,  $N_1$  – количество родов/видов в большем из комплексов).

Зона *Paraarchaediscus krestovnikovi-Endothyranopsis compressa* (тульский горизонт). Нижняя граница установлена по появлению видов-индексов. Характерный комплекс включает, кроме зональных видов *Archaediscus karreri* Brady, *Endothyra similis* (Raus. et Reitl.), *Priscella prisca* (Raus. et Reitl.), *Omphalotis exilis* (Raus.), *Globoendothyra* ex gr. *globulus* (Eichw.), *Eostaffella mosquensis* Viss. Зональный комплекс в разрезе скв.1 Бузулук содержит 22 вида и 14 родов и по таксономическому разнообразию сходен с одновозрастной ассоциацией из скв. 1 Мелекес (29 видов и 13 родов). Эти комплексы имеют 15 общих видов и 11 общих родов. В них широко распространены представители родов *Paraarchaediscus*, *Endothyra*, *Globoendothyra* и *Omphalotis*. Однако только в бузулукском разрезе определены рода *Pseudoammodiscus*, *Pseudocornuspira*, *Tetrataxis*, а мелекесскому свойственны разнообразные *Plectogyranopsis*. Коэффициенты общности составляют  $K_{\text{г}}=0,79$  для родов и  $k_{\text{в}}=0,52$  для видов, что отражает высокое сходство комплексов на родовом уровне.

Зона *Eostaffella proikensis-Archaediscus gigas* (алексинский горизонт). Нижняя граница принята по сопоставлению с разрезом Пилюгино 18 (Каменноугольные..., 1959). В изученных разрезах виды-индексы установлены в середине алексинского горизонта, однако почти с его основания отмечается *Endothyranopsis crassa* (Brady) вид-индекс зоны *A. gigas-E. crassa* ОСШ России, соответствующей алексинскому, михайловскому и веневскому горизонтам. Кроме видов-индексов встречены *Endothyra pauciseptata* Raus., *E. alviterna* Durk., *Omphalotis omphalotis* (Raus. et Reitl.), *Globoendothyra globulus* (Eichw.), *Parastaffella sagitaria* Schlyk., *P. concinna* Schlyk. Фораминиферовая ассоциация характеризуется преобладанием состава с подстилающим комплексом, но отличается значительным увеличением таксономического разнообразия. В скв. 1 Бузулук комплекс насчитывает 85 видов, относящихся к 22 родам. Высокое разнообразие свойственно представителям родов *Paraarchaediscus* (15 видов), *Endothyra* (13 видов), *Omphalotis* (10 видов). В скв. 1 Мелекес отмечается 59 видов и 20 родов, из них наиболее разнообразны представители *Eostaffella* (11 видов) и *Omphalotis* (5 видов). Необходимо отметить, что только в скв. 1 Бузулук встречены представители *Pseudoammodiscus*, *Pseudocornuspira*, *Consobrinella*, *Cribrostomum*, *Tetrataxis*, в то время как в скв. 1 Мелекес определены *Cribrospira* и *Bradyina*. Коэффициенты общности составляют для видов  $k_{\text{ал}}=0,42$ , а для родов  $K_{\text{ал}}=0,73$ , что указывает на значительное сходство фораминиферовых ассоциаций.



Зона *Eostaffella ikensis* (михайловский горизонт). Нижняя граница принята по появлению вида-индекса, а также *Omphalotis samarica* (Raus.), *O. uchtovenski* (Durk.) с учетом корреляции с разрезами скв. 18 Пилюгино (Каменноугольные..., 1959). Комплекс дополняют *Mirifica mirifica* (Raus.), *Bradyina rotula* (Eichw.), *Climacammina prisca* Lip., *Pojarkovella nibelis* (Durk.), а также представители рода *Rugosaarchaediscus*. В скв. 1 Бузулук комплекс включает 58 видов, относящихся к 23 родам и характеризуется большим разнообразием родов *Omphalotis* (9 видов) и *Archaediscus* (6 видов). В скв. 1 Мелекесс ассоциация отличается меньшим разнообразием и насчитывает 24 вида и 13 родов. Только в бузулукском разрезе распространены рода *Palaeotextularia*, *Tetrataxis*, *Endostaffella*. Существенное различие комплексов отражают коэффициенты общности -  $k_{mh}=0,21$ , и  $K_{mh}=0,48$ . В целом для ассоциации рассматриваемой зоны заметно снижение таксономического разнообразия.

Зона *Endothyranopsis sphaerica*-*Eostaffella tenebrosa* (веневский горизонт). Нижняя граница фиксируется по появлению *E. tenebrosa* в скв. 1 Мелекесс, а в скв. 1 Бузулук – по появлению *E. sphaerica* вблизи границы. Комплекс дополняют *Neoarchaediscus subbaschkiricus* (Reitl.), *N. regularis* (Sul.), *Eostaffella parastruvei* Raus., *E. ex gr. pseudostruvei* (Raus. et Bel.). В бузулукском разрезе комплекс включает 41 вид и 17 родов. Доминантами по разнообразию являются *Eostaffella* (6 видов), *Omphalotis* (5 видов). Мелекесская ассоциация насчитывает 27 видов, относящихся к 21 роду, и наибольшее разнообразие свойственно родам *Eostaffella* (5 видов) и *Endothyranopsis* (3 вида). Общими для сравниваемых комплексов являются 11 видов и 13 родов. Только в бузулукском комплексе встречены представители родов *Palaeotextularia* и *Endostaffella*, а также многочисленные *Endothyra* и *Omphalotis*, почти отсутствующие в мелекесском. Эти различия проявлены в коэффициентах общности, составляющие  $k_{vn}=0,27$  на видовом уровне и  $K_{vn}=0,62$  на родовом.

Сравнительный анализ фораминиферовых комплексов выявил общий тренд – уменьшение таксономического разнообразия вверх по разрезу. Наибольшим сходством характеризуются ассоциации тульского времени. Максимум разнообразия приходится на алексинское время, отвечающее наибольшему развитию трансгрессии (Нефтегазоносные..., 1970). Уменьшение разнообразия и низкие коэффициенты зоогеографической общности для михайловского и веневского времени обусловлены дифференциацией обстановок осадконакопления в условиях обмеления бассейна.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект № 15-05-06393.

Каменноугольные отложения Волго-Уральской нефтеносной области. Материалы к изучению каменноугольных отложений Волго-Уральской нефтеносной области / под ред. С.В. Семихатовой. М.: Гостоптехиздат, 1959. 208 с.

Нефтегазоносные и перспективные комплексы центральных и восточных областей Русской платформы. Т. III. Каменноугольные отложения Волго-Уральской нефтегазоносной области / под ред. С.В. Семихатовой. Л.: Недра, 1970. 264 с.

## LATE CARBONIFEROUS TO EARLY TRIASSIC BIOSTRATIGRAPHY AND THE MIDDLE PERMIAN PROBLEM OF CONTINENTAL DEPOSITS

Joerg W. Schneider<sup>1, 2</sup>, Frank Scholze<sup>1, 2</sup>, Steffen Trümper<sup>1</sup>, Vladimir V. Silantiev<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Technische Universität Bergakademie Freiberg, Geological Institute, Bernhard-von-Cotta-Str. 2, 09599 Freiberg, Germany

<sup>2</sup> Kazan Federal University, Institute of Geology and Petroleum Technologies, 18 Kremlyovskaya str., 420008 Kazan, Russia

The late Carboniferous, the Permian and the early Triassic are exceptional in the Phanerozoic by a degree of continentality comparable only to the last Ice Age in the Quaternary. The exceptionally low sea level during the late Carboniferous and early Permian was mainly caused by the accumulation of water in polar and inland icecaps during the Late Palaeozoic Ice Age and from the Permian to the Triassic by restricted to no spreading activity of the mid-oceanic ridges and, eventually, by the (temporal and regional) elevation of parts of the Earth's crust because of thermal shielding by the huge landmass of Pangaea. This extensive continentality caused numerous problems of Late Carboniferous to Early Triassic stratigraphy that range from local intra- and inter-basinal correlations to global correlations of the continental deposits with the marine Standard Global Chronostratigraphic Scale. Solutions to these problems are strongly needed for applied geology as well as basic research for the understanding of the enhanced terrestrialization and rapid diversification of plants and animals on land in the Late Palaeozoic. Unfortunately, the understanding of the interactions of abiotic and biotic processes on land and the teleconnections to the marine realm is still hampered by the largely missing correlation between continental deposits as well as of continental deposits with the SGCS.

Biostratigraphic tools combined with interdisciplinary multistratigraphic approaches have led to several promising results. The Carboniferous/Permian boundary, which is the base of Asselian Stage is defined by the International Commission on Stratigraphy at the level of the first appearance of the conodont *Streptognathodus isolatus* and is isotopically dated as 298.9 Ma (Davydov *et al.*, 1998). This boundary could be traced now in continental deposits. Based on the co-occurrence of conodonts with insect-biozone species in mixed marine-continental deposits in New Mexico, the *Syciophlebia ilfeldensis*-insect zone straddles the C/P boundary (Lucas *et al.* 2016, Schneider *et al.*, 2013). This is well supported by brand new isotopic ages. In the French Autun basin, *S. ilfeldensis* has been found in the neighbourhood of a volcanic ash horizon, which gives a Gzhelian/Asselian transitional age (pers. comm. G. Gand). An occurrence of the foregoing *Syciophlebia euglyptica*-insect zone species in the upper Mansfeld Subgroup of Germany has a  $299 \pm 3,2$  Ma Pb/U age (pers. comm. St. Trümper & K. Stanek). In consequence, the Carboniferous/Permian boundary should be situated in the lowermost Rotliegend. To fix the Permian/Triassic boundary in continental deposits, continuous transitions of the Zechstein and Buntsandstein Groups of Germany were studied for isotope-chemostratigraphy ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ ,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ ,  $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$ ), major and trace element geochemistry, magnetostratigraphy, palynology, and conchostracan biostratigraphy (Scholze *et al.*, 2017). Based on this data and compared with profiles and data from the East European platform, it is proposed to place the Permian/Triassic boundary in the lower part of Zechstein cycle 7 (lower Fulda Formation).

The Carboniferous to Early Triassic profiles of the East European platform have the potential to contribute to the solution of the middle Permian problem. A look at correlation charts shows that (probable) middle Permian continental deposits have very scattered occurrence not only in the Euramerican basins (Schneider & Lucas, 2015). Additionally these sediments are mostly fossil-pure dry red beds. Continuous early to late Permian fossiliferous continental sequences exist in the Gondwana Karoo basin of South Africa, on the East European platform, and in the Lodève basin of the French Massif Central only. Very promising are new data on the conchostracan fauna of the middle Permian in the Volga-Kama region, which will be presented during this meeting (Scholze *et al.*, 2017). Moreover, marine fossils, magnetostratigraphic data, and expected isotopic ages of ash beds may provide the links to the marine Standard Global Chronostratigraphic

Scale. Furthermore, new or improved biostratigraphic tools, as the Land Vertebrate Faunachrons (Lucas, 2017) and the tetrapod track biostratigraphy (Voigt & Lucas, 2017) will contribute to the improvement of the middle Permian biostratigraphy and Carboniferous/Permian/Triassic global correlations in general.

This study was partly supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 16-04-01062).

- Davydov, V.I., Glenister, B.F., Spinosa, C., Ritter, S.M., Chernykh, V.V., Wardlaw, B.R. & Snyder, W.S. (1998): Proposal of Aidaralash as Global Stratotype Section and Point (GSSP) for base of the Permian System. *Episodes*, Vol. 21, 11–17.
- Lucas, S.G. (2017): Permian tetrapod biochronology, correlation and evolutionary events. In: Lucas, S.G., Shen, S.Z. (Eds.), *The Permian Timescale*. Geological Society, London, Special Publications 450 (in press).
- Lucas, S.G., Barrick, J.E., Krainer, K. & Schneider, J.W. (2016): Pennsylvanian-Permian boundary at Carrizo Arroyo, Central New Mexico. New Mexico Geological Society Guidebook, 67th Field Conference, *Geology of the Belen Area*, 303–311.
- Schneider, J.W. & Lucas, S.G. (2015): Late Carboniferous-Permian-Early Triassic Nonmarine-Marine Correlation: Call for global cooperation. *Permophiles*, 61: 28
- Schneider, J.W., Lucas, S.G. & Barrick, J.E. (2013): The Early Permian age of the Dunkard Group, Appalachian basin, U.S.A., based on spiloblattnid insect biostratigraphy. *International Journal of Coal Geology*, Vol. 119: 88–92.
- Scholze, F., Wang, X., Kirscher, U., Kraft, J., Schneider, J.W., Götz, A.E., Joachimski, M.M. & Bachtadse, V. (2017): A multistratigraphic approach to pinpoint the Permian–Triassic boundary in continental deposits: The Zechstein–Lower Buntsandstein transition in Germany. *Global and Planetary Change*, 152: 129–151.
- Scholze, F., Zharinova, V., Schneider, J.W. & Silantiev, V.V. (2017 herein): Proposal for a Late Palaeozoic to Early Mesozoic conchostracan (Crustacea: Branchiopoda) biozonation. Upper Palaeozoic Earth systems: high-precision biostratigraphy, geochronology and petroleum resources. *Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting, 2017*. Abstracts.
- Voigt, S. & Lucas, S.G. (2017): Outline of a Permian tetrapod footprint ichnostratigraphy. In: Lucas, S.G., Shen, S.Z. (Eds.), *The Permian Timescale*. Geological Society, London, Special Publications 450. URL: <https://doi.org/10.1144/SP450.10>.

## PROPOSAL FOR A LATE PALAEOZOIC TO EARLY MESOZOIC CONCHOSTRACAN (CRUSTACEA: BRANCHIOPODA) BIOZONATION

Frank Scholze<sup>1, 2</sup>, Veronika Zharinova<sup>1, 2</sup>, Jörg W. Schneider<sup>1, 2</sup>, Vladimir V. Silantiev<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Geological Institute, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Freiberg, Germany

<sup>2</sup>Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan Federal University, Kazan, Russia

Conchostracans have repeatedly proven to be a practicable tool for biostratigraphy of otherwise fossil-poor continental deposits (Fig. 1). The present study summarizes the taxonomic composition of Late Carboniferous to Early Triassic conchostracan faunas in continental deposits from Central Europe (Schneider & Scholze, 2016). The respective zones of the Westphalian A/B (Bashkirian, Middle Pennsylvanian) to Upper Rotliegend II (Capitanian–early Wuchiapingian, late Middle–early Late Permian) and Lower Buntsandstein (Induan, Early Triassic) are each defined by assemblages of two or more index species. Additionally, the stratigraphic ranges of the respective index taxa are supported by further occurrences of accompanying species in order to reach a better reliability of the biozones. First results of the Middle Permian conchostracan faunas from the East European Platform are included in the schema proposed here, whereby new data on the taxonomy and fine-scale biostratigraphy was obtained from continental deposits of the Urzhumian–Severodvinian Regional Stages (Wordian–Capitanian; Middle Permian) in the Volga-Kama region of the East European Platform.

The conchostracan faunas of the Westphalian–lower Upper Rotliegend I (middle Late Carboniferous–middle Early Permian) in Central Europe show the highest taxonomic diversity of the here proposed schema. They consist of *Palaeolimnadiopsis*, *Pseudestheria*, *Lioestheria*, and *Rostroleaia*. For most conchostracans from this interval either an open taxonomic nomenclature (“sp.” or “cf.”) or a form-based classification (e.g., “*Palaeolimnadiopsis* form Pudagla”) is used instead of formal species names. This prevents defining too many synonymous species, while the real taxonomic ranges of their respective index species will be determined in successive studies. This does also account for the conchostracan faunas of the Upper Rotliegend II in Central Europe, which predominantly consists of *Pseudestheria* and *Palaeolimnadiopsis*. The overlying hypersaline restricted marine and siliciclastic sabkha deposits of the Zechstein Group (Lopingian) have a poor conchostracan record. So far, two forms resembling *Pseudestheria petri* (z1; Werra Formation) and *Pseudestheria ignota* (z2–basal upper z7; Stassfurt Formation to basal Upper Fulda Formation) suggest a Late Permian age, while an overlying *Euestheria*–*Palaeolimnadiopsis* assemblage with accompanying *Magniestheria*, *Cornia* and *Estheriella* from the Upper Fulda Formation (upper z7, Zechstein Group) to the Calvörde and Bernburg Formations (Lower Buntsandstein Subgroup) indicate an Early Triassic (Induan) age (Scholze *et al.*, 2016).

The new data on the conchostracan fauna from the Volga-Kama region of the East European Platform considerably improves the resolution for the Middle Permian biostratigraphic subdivision, since previously to the present study, the knowledge on conchostracan occurrences in Central Europe was hampered by stratigraphic gaps in this crucial stratigraphic interval. Moreover, the presence of both marine biota and volcanic ash beds in the studied sections of the Volga-Kama region provide supportive links with the Standard Global Chronostratigraphic Scale. In particular, the conchostracans-bearing beds in the Sentyak section were underlain by marine limestones containing the conodont index fossil *Kamagnathus khalimbadzhae* of the early Kazanian Regional Stage (Roadian, early Middle Permian) (Silantiev *et al.*, 2015). Possible volcanic ash beds from the Monastyrski Ravine and Cheremushka Ravine sections are currently studied for high precision U/Pb zircon dating. These new data on the nonmarine–marine correlation of the conchostracan index species from the Middle Permian deposits in the Volga-Kama region of the East European Platform are expected to improve in future studies the biozonation schema presented here. The first results demonstrate a successful combination of multistratigraphic results from different regions.

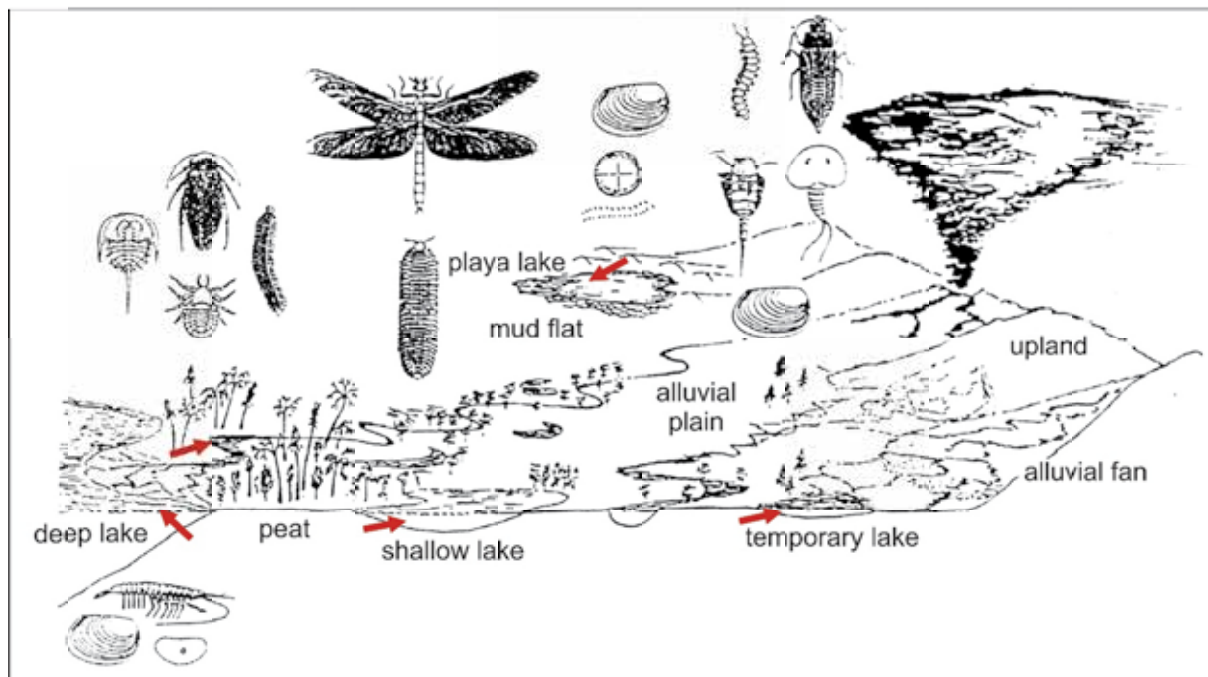


Fig. 1. Palaeoenvironmental reconstruction of a Late Carboniferous–Permian arthropod association. Occurrences of conchostracans are marked by red arrows. Artwork by J.W. Schneider.

This study was partly supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 16-04-01062).

Schneider, J.W. & Scholze, F. (2016): Late Pennsylvanian–Early Triassic conchostracan biostratigraphy: a preliminary approach. In: Lucas, S.G. & Shen, S. (eds.), *The Permian Timescale: Geological Society*, London, Special Publication 450. URL: <http://dx.doi.org/10.1144/SP450.6>

Scholze, F., Schneider, J.W. & Werneburg, R. (2016): Conchostracans in continental deposits of the Zechstein-Buntsandstein transition in central Germany: Taxonomy and biostratigraphic implications for the position of the Permian-Triassic boundary within the Zechstein Group. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 449: 174–193.

Silantiev, V.V., Nurgaliev, N.G., Mouraviev, F.A., Kabanov, P.B., Scholze, F., Ivanov, O.A., Bulanov, V.V., Urazaeva, M.N., Khaziev, R.R., Fakhrutdinov, E.I., Mozzherin, V.V. & Egorova, K.A. (2015): August 19. Stop 1. Sentyak section. Upper Kazanian in continental facies. In: Nurgaliev, D.K., Silantiev, V.V. & Nikolaeva, S.V. (eds.), *Type and reference section of the Middle and Upper Permian of the Volga and Kama river Regions: Field Guidebook*, XVIII International Congress on the Carboniferous and Permian, Kazan: 154–170.

# NEW DATA ON LATE PERMIAN CONCHOSTRACANS OF THE ZECHSTEIN GROUP IN CENTRAL EUROPE

Frank Scholze<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Geological Institute, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Freiberg, Germany

<sup>2</sup>Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan Federal University, Kazan, Russia

Conchostracans (Crustacea: Branchiopoda) are well known for their use in biostratigraphy of continental sedimentary environments (e.g., Kozur & Weems, 2010; Schneider & Scholze, 2016). In Central Germany, their occurrences in playa lake and fluvio-lacustrine deposits of Early Triassic (Induan) age became recently re-studied (e.g., Scholze *et al.*, 2016), while the knowledge on Late Permian conchostracan taxonomy and biostratigraphy is still poor. The present study attempts an overview on the so far known occurrences of conchostracans in the Zechstein Group (Werra Fm. to Fulda Fm., z1–z7; Lopingian) of Germany, whereby their records were based on both literature and newly collected specimens.

Previously, six conchostracan specimens from the Werra Formation (z1) were figured by Malzahn (1957: Plate 11, Figs. 5–10). The material was obtained from the Friedrich Heinrich 57 drill core section at Kamp-Lintfort, in western Germany. Among them, there is a well-preserved valve resembling *Pseudestheria petri* (Fig. 1A), while the other five figured individuals are deformed. Conchostracans from the Langenthal Formation of the Zechstein Group in southern Germany were mentioned by Geyer *et al.* (2011). More recently, new conchostracan specimens (Fig. 1B–D) were collected from the Schieferletten horizon of the Langenthal Formation (?z2–z7) in the Langenthal 2/05 drill core section (Scholze *et al.*, 2017). Additionally, *Schizodus*-like bivalves (Fig. 2A–C), invertebrate burrows, and oxygenised plant fragments (Fig. 2D–E) were recorded in the Schieferletten horizon (Hug & Vero, 2008). Due to the very limited number of conchostracan specimens, their determination as *Pseudestheria ignota* is preliminary. Future studies are necessary, which should focus on a bed-by-bed search in surface outcrops of the Langenthal Formation and its lithostratigraphic equivalents in southern and central Germany. So far, their first records at the southern margin of the Zechstein basin might be indicative for higher freshwater influx, supposedly resulting in more favourable living conditions for conchostracans in the basin border areas compared to the elevated salinity in the Zechstein basin itself.

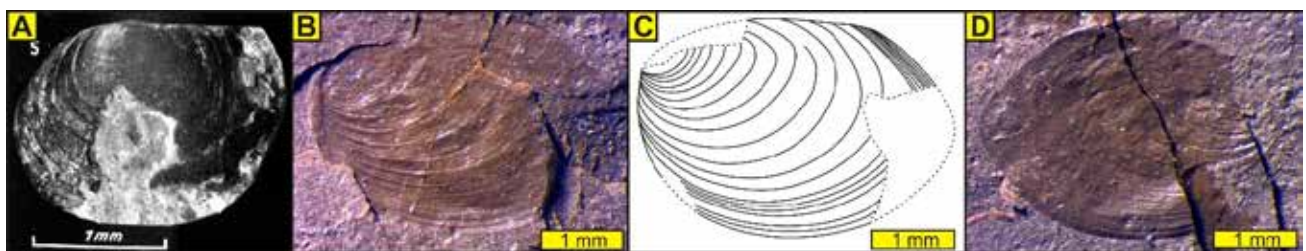


Fig. 1. Rare records of conchostracans from the Zechstein Group in Germany. A, well-preserved valve resembling *Pseudestheria petri* from the Friedrich Heinrich 57 drill core section, western North Rhine-Westphalia, Germany; Werra Formation (z1), Zechstein Group, Late Permian (photograph from Malzahn, 1957: Plate 11, Fig. 5). B, cast of a left valve similar to *Pseudestheria ignota* from the Langenthal 2/05 drill core section, southern Hesse, Germany; depth 43.90 m; Schieferletten horizon, Langenthal Formation (?z2–z7), Zechstein Group, Late Permian; coll. no. HLNUG-45503. C, microscopic drawing. D, counterpart of the same valve.

Conchostracans from the Fulda Formation (z7) of the uppermost Zechstein Group were previously described by Kozur & Seidel (1983) (Fig. 3A) and Kozur & Weems (2010). More recently, occurrences of *Euestheria gutta* (Fig. 3B–C) and *Palaeolimnadiopsis vilujensis* (Fig. 3D) were collected from the Caaschwitz quarries and the Caaschwitz drill core sections in Thuringia, Central Germany (Scholze *et al.*, 2015, 2016, 2017). The first occurrence date of the *Euestheria gutta*-*Palaeolimnadiopsis vilujensis* assemblage lies 12 m below the top of the Upper Fulda



Formation in the Caaschwitz 6/12 drill core section. This stratigraphic position coincides with the onset of internal laminated, fine-grained siliciclastics (formerly called Bröckelschiefer horizon), which are interpreted as a playa lake facies (Scholze, 2016; Scholze *et al.*, 2016, 2017). Unfortunately, the underlying siliciclastic sabkha deposits of the middle Zechstein Group (undifferentiated z4–z6) are affected by palaeopedogenesis and haloturbation. Since conchostracans were not recorded in this interval so far, the real stratigraphic ranges of the respective species in the Zechstein Group require further investigation.

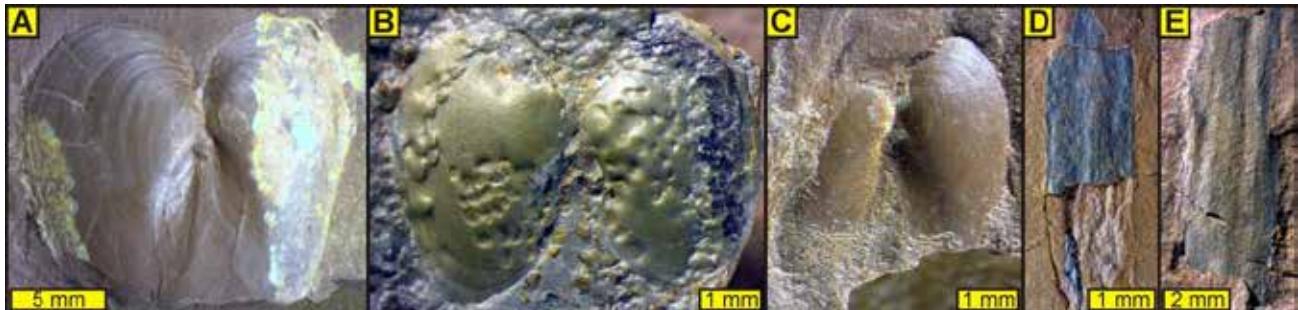


Fig. 2. Bivalves and plant remains from the Schieferletten horizon, Langenthal Formation, Zechstein Group, Late Permian; Langenthal 2/05 drill core (depth 43.40–43.90 m), Germany. A–C, steinkerns of *Schizodus*-like bivalves; coll. no. HLNUG-45505, 45506. D–E, plant fragments; coll. no. HLNUG-45503, 45506.

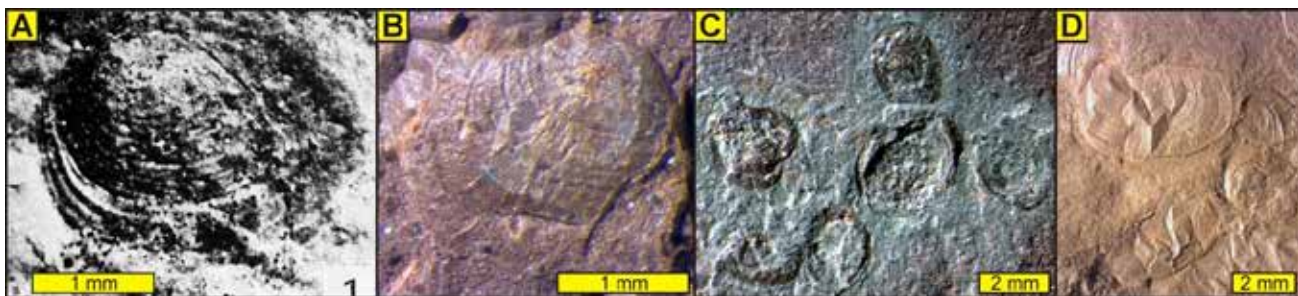


Fig. 3. Examples of the Early Triassic (Induan) *Euestheria gutta*-*Palaeolimnadiopsis vilujensis* assemblage from the Zechstein-Lower Buntsandstein transition in central Germany. A, *Euestheria gutta gutta* (from Kozur & Seidel, 1983: Plate V, Fig. 1) of the Bröckelschiefer horizon in the Caaschwitz quarry section at the Läuseberg hill, Germany; upper Fulda Formation (upper z7; formerly called “transitional beds of the basal Nordhausen Formation” by Kozur & Seidel, 1983), Zechstein Group, Early Triassic. B, *Euestheria* sp. from the Caaschwitz quarry at the Läuseberg, Upper Fulda Formation (upper z7; 9 m below the Zechstein-Buntsandstein boundary), Zechstein Group, Early Triassic; coll. no. FG660/Caa1/46. C, *Euestheria gutta* from the Caaschwitz quarry at the Läuseberg, 1.2 m above the base of the third small-scale cycle of the Calvörde Formation, Lower Buntsandstein Subgroup, Early Triassic; coll. no. FG660/Caa2/2. D, *Palaeolimnadiopsis vilujensis* from the Caaschwitz quarry section at the Galgenberg hill; Upper Fulda Formation (upper z7; 9 m below the Zechstein-Buntsandstein boundary), Zechstein Group, Early Triassic; coll. no. FG660/Caa1/30.

- Geyer, M., Nitsch, E. & Simon, T. (2011): Langenthal-Formation, p. 111. *Geologie von Baden-Württemberg*, 5th edition, Schweizerbart, Stuttgart: 1–627.
- Hug, N. & Vero, G. (2008): Ein vollständiges Zechsteinprofil im südlichen Odenwald: die hydrogeologische Erkundungsbohrung Langenthal BK2/05. *Geologisches Jahrbuch Hessen* 135: 25–45.
- Kozur, H. & Seidel, G. (1983): Revision der Conchostracena-Faunen des unteren und mittleren Buntsandsteins. Teil I. *Zeitschrift für geologische Wissenschaften*, 11: 295–423.
- Kozur, H.W. & Weems, R.E. (2010): The biostratigraphic importance of conchostracans in the continental Triassic of the northern hemisphere. In: Lucas, S.G. (ed.), *The Triassic Timescale: Geological Society*, London, Special Publication 334: 315–417.
- Malzahn, E. (1957): Neue Fossilfunde und vertikale Verbreitung der niederrheinischen Zechsteinfauna in den Bohrungen Kamp 4 und Friedrich Heinrich 57 bei Kamp-Lintfort. *Geologisches Jahrbuch* 73: 91–126.



- Schneider, J.W. & Scholze, F. (2016): Late Pennsylvanian–Early Triassic conchostracan biostratigraphy: a preliminary approach. In: Lucas, S.G. & Shen, S. (eds.), *The Permian Timescale: Geological Society*, London, Special Publication 450. URL: <http://dx.doi.org/10.1144/SP450.6>
- Scholze, F. (2016): Sedimentary structures and facies interpretation of the continental Permian-Triassic boundary section in the Caaschwitz Quarries (eastern Thuringia, central Germany). Abstract volume, *Paläontologische Gesellschaft*, 2016, Dresden: p. 140.
- Scholze, F., Golubev, V.K., Niedźwiedzki, G., Sennikov, A.G., Schneider, J.W. & Silantiev, V.V. (2015): Early Triassic Conchostracans (Crustacea: Branchiopoda) from the terrestrial Permian–Triassic boundary sections in the Moscow syncline. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 429: 22–40.
- Scholze, F., Schneider, J.W. & Werneburg, R. (2016): Conchostracans in continental deposits of the Zechstein-Buntsandstein transition in central Germany: Taxonomy and biostratigraphic implications for the position of the Permian-Triassic boundary within the Zechstein Group. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 449: 174–193.
- Scholze, F., Wang, X., Kirscher, U., Kraft, J., Schneider, J.W., Götz, A.E., Joachimski, M.M. & Bachtadse, V. (2017): A multistratigraphic approach to pinpoint the Permian-Triassic boundary in continental deposits: The Zechstein–Lower Buntsandstein transition in Germany. *Global and Planetary Change*, 152: 129–151.

# NEW MULTISTRATIGRAPHIC DATA ON THE PERMIAN-TRIASSIC BOUNDARY IN CONTINENTAL DEPOSITS OF CENTRAL EUROPE

Frank Scholze<sup>1, 2</sup>, Jörg W. Schneider<sup>1, 2</sup>

<sup>1</sup>Geological Institute, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Freiberg, Germany

<sup>2</sup>Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan Federal University, Kazan, Russia

Continental Late Permian–Early Triassic sections in the Central European basin are currently re-studied for multistratigraphy. The study uses a combination of new data obtained from major-/trace-element geochemistry,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$ – $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$ – $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ -isotopy, magnetostratigraphy, palynology, and conchostracan biostratigraphy. The studied sections are located in the central part of Germany and range from the lithostratigraphic Zechstein Group (Lopingian) to the Lower Buntsandstein Subgroup (Induan). The new results on the conchostracan biostratigraphy were used for a placement of the Permian-Triassic boundary within the Upper Fulda Formation (upper z7), about 12 m below the Zechstein-Buntsandstein boundary (Scholze *et al.*, 2016). This coincides with an interval of normal magnetic polarity recorded in the Caaschwitz quarry section at the Galgenberg hill (Scholze *et al.*, 2017). Such a normal polarity is in agreement with an earliest Triassic (Induan) normal polarized magnetozone “LT1n” of the interregional Geomagnetic Polarity Timescale recently proposed by Hounslow & Balabanov (2016). The use of the “*Falsisca eotriassica* Zone”, “*Falsisca postera* Zone”, and “*Falsisca verchojanica* Zone” in the sense of Bachmann & Kozur (2004) and Kozur & Weems (2010) is no longer supported, due to taxonomic inconsistencies of their conchostracan index species (Scholze *et al.*, 2016, Schneider & Scholze, 2016).

The new data on major-element geochemistry were obtained from the Caaschwitz 6/12 drill core section and the abandoned clay pit section at Nelben in Central Germany (Fig. 1). Calculations of the Chemical Indices of Alteration (CIA, CIA\*, CIA-K) used as proxies for the palaeoweathering conditions apparently indicate a constant palaeoclimate across both the Permian-Triassic boundary and the lithostratigraphic Zechstein-Buntsandstein boundary. This is in conflict with sedimentological observations (Scholze, 2016), because prominent sandstone banks at the bases of both the Upper Fulda Formation (upper z7, Zechstein Group) and the Calvörde Formation (Lower Buntsandstein Subgroup) are interpreted as facies changes reflecting changes in the palaeoclimate. The insensitiveness of the CIA/CIA\*/CIA-K proxies to palaeoclimate changes is best explained by already chemically weathered, pre-accumulated Permian siliciclastic debris before its final transport and sedimentation (Scholze *et al.*, 2017). The analyzed trace-elements Cu and Pb show highest concentrations in grey siltstones of the Upper Leineton horizon (z3, Leine Formation; Zechstein Group) in the Caaschwitz 6/12 drill core section. Highest Cu concentrations in the overlying Calvörde Formation (Lower Buntsandstein Subgroup) were recorded in grey claystones and siltstones of two intervals directly above both the oolite horizons Alpha 1 and Alpha 2 in the Nelben section. Additionally, a decrease in Rb content was recorded directly at the Zechstein-Buntsandstein boundary (Scholze *et al.*, 2017).

Neither the newly measured values of  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  nor  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  from the studied sections should be used for interregional chemostratigraphic correlations. The new results on  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  indicate that isotopically lighter  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  values were recorded from both greyish to greenish coloured claystones to fine-grained sandstones and greyish oolitic limestones, while isotopically heavier values were measured from fine-grained siliciclastics of exclusively reddish colour. In particular,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  values higher than  $-25\text{‰}$  were predominantly measured from section intervals affected by palaeopedogenesis (Scholze *et al.*, 2017). On the contrary,  $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$  values lower than  $-25\text{‰}$  were in agreement to previous results by Hiete *et al.* (2013) interpreted to reflect a major contribution of phytoplankton organic matter governed by respective local phytoplankton associations in ephemeral fluvial ponds and playa lake deposits. Similar to this, the use of  $\delta^{13}\text{C}_{\text{carb}}$  for interregional chemostratigraphic correlations of continental deposits seems ambiguous, due to observed diagenetic overprint of oolitic limestones of the Lower Buntsandstein Subgroup. In particular, oolites of the Nelben section (Fig. 2A) show partial recrystallization of both ooids and cements (Scholze *et al.*, 2017). Additionally, a correlation between the  $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$  values and the

carbonate content values of carbonate cemented sandstones in the Nelben section was observed (Fig. 2B), which might reflect an influence of local lithological processes (i.e. diagenesis). Therefore, chemostratigraphic correlations, as suggested by Kozur & Weems (2010), should be handled with caution.

In summary, the new results demonstrate the necessity of applying multistratigraphic methods to the continental Late Permian–Early Triassic sections. In particular, the combination of conchostracan biostratigraphy and magnetostratigraphy has shown a high potential for pinpointing the Permian-Triassic boundary in continental deposits of the Central European basin.

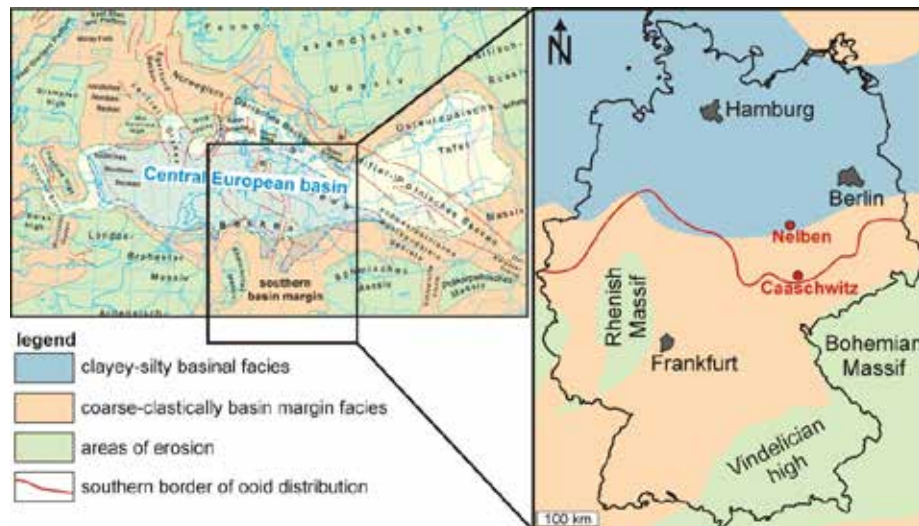


Fig. 1. Palaeogeographic positions of the studied Zechstein-Lower Buntsandstein transitional sections at Caaschwitz and Nelben in Central Germany (maps after Röhling & Lepper, 2013; Scholze *et al.*, 2017).

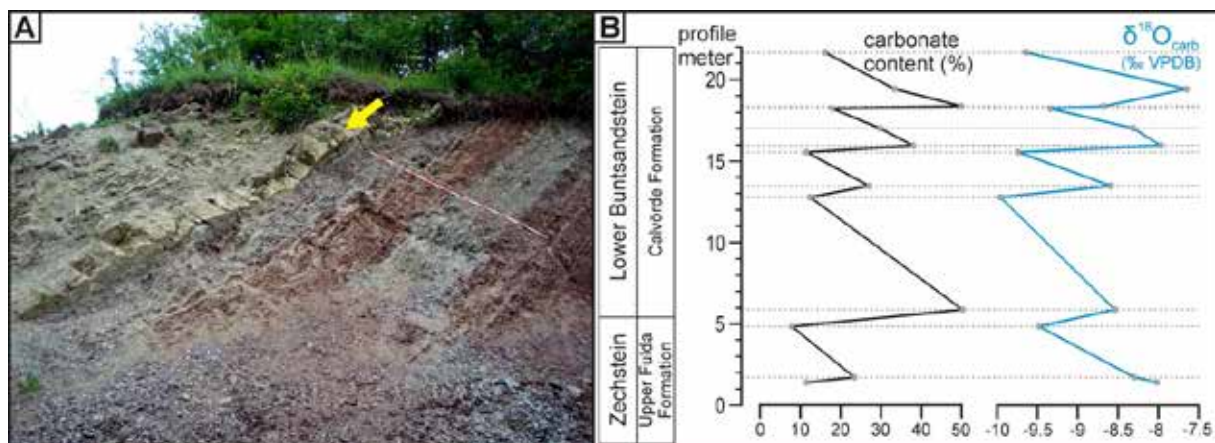


Fig. 2. Continental deposits of the abandoned clay pit section at Nelben ranging from the Upper Fulda Formation (upper z7, Zechstein Group) to the Calvörde Formation (Lower Buntsandstein Subgroup); Early Triassic, Induan. A, outcrop situation of the upper part of the section; yellow arrow marks the oolite horizon Alpha 2 at the base of the second small-scale cycle of the Calvörde Formation; length of the scale bar 2 m (Scholze *et al.*, 2017). B, correlation between the  $\delta^{18}\text{O}_{\text{carb}}$  values and the carbonate content values of carbonate cemented sandstones from the Nelben section, which suggests a diagenetic overprint of the carbonate isotopes (Scholze, 2011).

Hiete, M., Röhling, H.-G., Heunisch, C. & Berner, U. (2013): Facies and climate changes across the Permian-Triassic boundary in the North German Basin: insights from a high-resolution organic carbon isotope record. In: Gasiewicz, A. & Slowakiewicz, M. (eds), *Palaeozoic Climate Cycles: Geological Society, London, Special Publication 376: 549–574.*

- Hounslow, M.W. & Balabanov, Y.P. (2016): A geomagnetic polarity timescale for the Permian, calibrated to stage boundaries. In: Lucas, S.G. & Shen, S. (eds.), *The Permian Timescale*: Geological Society, London, Special Publication 450. URL: <http://dx.doi.org/10.1144/SP450.8>
- Kozur, H.W. & Weems, R.E. (2010): The biostratigraphic importance of conchostracans in the continental Triassic of the northern hemisphere. In: Lucas, S.G. (ed.), *The Triassic Timescale*: Geological Society, London, Special Publication 334: 315–417.
- Röhling, H.-G. & Lepper, J. (2013): Paläogeographie des Mitteleuropäischen Beckens während der tieferen Trias (Buntsandstein). In: Deutsche Stratigraphische Kommission, Lepper, H.-G., Röhling, H.-G. (eds.), *Stratigraphie von Deutschland XI, Buntsandstein: Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften* 69: 43–67.
- Schneider, J.W. & Scholze, F. (2016): Late Pennsylvanian–Early Triassic conchostracan biostratigraphy: a preliminary approach. In: Lucas, S.G. & Shen, S. (eds.), *The Permian Timescale*: Geological Society, London, Special Publication 450. URL: <http://dx.doi.org/10.1144/SP450.6>
- Scholze, F. (2011): *Sedimentologie, Paläontologie und Geochemie im Zechstein und Buntsandstein von Sachsen-Anhalt und Thüringen*. Diploma thesis, Geological Institute, TU Bergakademie Freiberg.
- Scholze, F. (2016): Sedimentary structures and facies interpretation of the continental Permian-Triassic boundary section in the Caaschwitz Quarries (eastern Thuringia, central Germany). Abstract volume, *Paläontologische Gesellschaft* 2016, Dresden: p. 140.
- Scholze, F., Schneider, J.W. & Werneburg, R. (2016): Conchostracans in continental deposits of the Zechstein-Buntsandstein transition in central Germany: Taxonomy and biostratigraphic implications for the position of the Permian-Triassic boundary within the Zechstein Group. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 449: 174–193.
- Scholze, F., Wang, X., Kirscher, U., Kraft, J., Schneider, J.W., Götz, A.E., Joachimski, M.M. & Bachtadse, V. (2017): A multistratigraphic approach to pinpoint the Permian-Triassic boundary in continental deposits: The Zechstein–Lower Buntsandstein transition in Germany. *Global and Planetary Change* 152: 129–151.

## **VLADIMIR PROKHOROVICH AMALITSKY – THE FOUNDER OF THE VERTEBRATE PALAEOLOGY IN RUSSIA**

**Andrey G. Sennikov<sup>1, 2</sup>, Ekaterina A. Sennikova<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Borissiak Paleontological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

<sup>2</sup> *Kazan Federal University, Kazan, Russia*

## **ВЛАДИМИР ПРОХОРОВИЧ АМАЛИЦКИЙ – ОСНОВОПОЛОЖНИК ПАЛЕОНТОЛОГИИ ПОЗВОНОЧНЫХ В РОССИИ**

**А.Г. Сенников<sup>1, 2</sup>, Е.А. Сенникова<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка Российской Академии наук, Москва, Россия*

<sup>2</sup> *Казанский федеральный университет, Казань, Россия*

В 2017 году 100 лет со дня смерти Владимира Прохоровича Амалицкого, выдающегося отечественного геолога и палеонтолога. Эта знаменательная дата – хороший повод вновь обратиться к его бесценному научному наследию. Амалицкий заложил основы палеонтологии позвоночных и изучения пермских континентальных отложений и их фауны и флоры в России. Владимир Прохорович совместно со своей супругой Анной Петровной впервые в России провел систематические масштабные раскопки целого местонахождения с подробными тафономическими наблюдениями по захоронению остатков древних организмов, реконструировал условия их обитания и генезис местонахождения. Он впервые в России предпринял изучение всего одновозрастного комплекса фауны и флоры. И.А. Ефремов справедливо отмечал, что Амалицкий намного опередил своих современников и значительно подвинул вперед методику изучения континентальных отложений. В то же время Владимир Прохорович высказал немало смелых гипотез, о которых часто забывают, так как он не успел закончить свои исследования и его теоретические обобщения разбросаны в небольших статьях и докладах, часто мало доступных.

К замечательным научным предвидениям Амалицкого относится его предположение о родстве зверообразных рептилий и млекопитающих. Он полагал, что встречающиеся в России и в Южной Африке тероморфы несут черты, приближающие их к млекопитающим. Наиболее ярко представления Владимира Прохоровича о близости зверообразных рептилий и млекопитающих выразились в его реконструкции скелета и внешнего вида горгонопса иностранцевии. Перед нами саблезубый хищник на вертикально поставленных конечностях с очень коротким хвостом и небольшими ушными раковинами, то есть с обликом скорее млекопитающего, чем рептилии. Спустя полвека эта реконструкция подверглась жесткой критике со стороны И.А. Ефремова, исходившего из предположения, что звероящеры были типичными рептилиями. Но проходит еще несколько десятилетий, и представления Владимира Прохоровича о специфике зверообразных рептилий и их близости к млекопитающим, включая волосяной покров, находят новые убедительные доказательства.

Другой яркий пример научного предвидения Амалицкого – его палеозоогеографические представления, когда он предсказал присутствие в России позднепермской фауны позвоночных, сходной с южноафриканской. После открытия Владимиром Прохоровичем богатой флоры и фауны на Сухоне и Сев. Двине близость органического мира поздней перми России и южных, гондванских континентов блестяще подтвердилась. Это сходство представилось ему «столь поразительно выступающим», что перед умственным взором ученого четко вырисовалась картина «непрерывности в позднепермское время Русско-Индоевропейского материка». Общая для России и гондванских материков позднепермская фауна и флора представляла собой особый этап развития жизни на суше, «глоссоптериевый ярус», не известный из одновозрастных отложений Западной Европы и Северной Америки. На основании этих данных Владимир Прохорович обосновывает существование в то

время двух изолированных континентов – Русско-Индоевропейского и Североамериканско-Западноевропейского, на которых радиация наземных позвоночных в перми и триасе происходила независимо. От общего котилозаврового ствола на Русско-Индоевропейском материке развивались зверообразные, давшие потом начало млекопитающим, а на Североамериканско-Западноевропейском – диатозавры, предки современных рептилий и птиц. В конце триаса, после соединения континентов, представители этих двух радиаций смешиваются. Казалось бы, современные палеогеографические реконструкции Пангеи для перми и триаса опровергают гипотезу Амалицкого – Восточную Европу и Гондвану на них разделяет океан Тетис. Однако работы Н.Н. Каландадзе и А.С. Раутиана по палеогеографии тетрапод подтвердили правоту Владимира Прохоровича, продемонстрировав, что в перми и триасе постоянно происходили фаунистические обмены между Гондваной и Восточной Европой. Именно Гондвана могла быть местом появления и центром развития терапсид, откуда они расселились на северные континенты. А Западная Европа и Северная Америка с особым животным миром, где независимо развивались пеликозавры, диатозавры и ряд групп анапсидных рептилий, но не было терапсид, были зоогеографически изолированным континентом, такой пермо-триасовой «Австралией», до контакта с остальной Пангеей, вероятно, в среднем-позднем триасе.

В заключение следует подчеркнуть, что научное наследие Владимира Прохоровича Амалицкого, его гипотезы и идеи остаются по-прежнему актуальными, а намеченные им направления исследований в геологии и палеонтологии продолжают плодотворно развиваться и разрабатываться.

Работа выполнена в рамках государственной программы повышения конкурентоспособности Казанского (Приволжского) федерального университета среди ведущих мировых научно-образовательных центров, а также при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-04-00410.

## LITHOLOGICAL FEATURES OF HIGH-CARBON ROCKS OF THE DOMANIC FORMATION

*Tatiana A. Shardanova*

*Moscow State University. M.V. Lomonosov, Moscow, Russia*

## ЛИТОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ ВЫСОКОУГЛЕРОДИСТЫХ ПОРОД ДОМАНИКОВОЙ ФОРМАЦИИ

*Т.А. Шарданова*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия*

Наиболее характерными высокоуглеродистыми породами доманикового комплекса верхнего девона Волго-Уральского бассейна являются тонкослоистые пелитоморфные породы черного, темно-серого цветов с миллиметровой слоистостью, обычно горизонтальной, реже линзовидной (Юдович, 1988). Изучение минерального состава пород выявило три крупные группы: карбонатные (известняки), кремневые и породы смешанного состава. Все эти породы встречаются по всему разрезу доманиковой формации, однако их доля, структурно-текстурные особенности, мощности слоев / слойков и содержание  $C_{орг}$  (вес. %) различаются.

По результатам рентгено-фазового анализа (РФА) соотношение карбонатных минералов (преимущественно кальцита) и кремнезема колеблется от 32–63 % до 71–26 % (проценты рассчитаны без учета органического материала). В известковых и известково-кремнистых разностях содержание глинистых минералов не более 5 %. В глинисто-кремнисто-известковых разностях содержание глинистых минералов : кальцита : кремнезема колеблется соответственно 10–22 % : 12–56 % : 10–30 %. По данным РФА среди глинистых минералов преобладает смешаннослойный слюда–сметит, неупорядоченный, с соотношением пакетов слюды и смектита от 85–15 до 65–35.

В ритмитах выделяются следующие типы слойков: а) известковые биоморфные тентакулитовые; б) слойки, насыщенные биокластами и/или шламовым известковым материалом, преимущественно фрагментами тентакулит; в) кремневые с реликтовой биоморфной структурой тентакулитовые и радиоляриевые; г) кремневые с преобладанием криптозернистой кварц–халцедоновой, и/или углеродисто-кремневой массой. Выше перечисленные слойки разделены интервалами с преобладанием керогеновой (сапропелевой) массы от 5 до 40 % вес. Нередко кероген выступает в виде вмещающей массы в биоморфных слойках. Встречаются маломощные линзы и слойки, обогащенные пирокластикой.

Таким образом, на формирование «сланцеватости» высокоуглеродистых пород оказывают влияние как седиментационные факторы (преимущественно биогенные и механогенные, реже вулканогенные), так и постседиментационные на разных стадиях литогенеза (карбонатизация и окремнение).

Для преобладающего «фонового» типа осадконакопления в бассейне седиментации характерны низкие темпы седиментации (некомпенсированный прогиб) сапропелевого материала. Восстановительная обстановка в придонных и иловых водах, благоприятная для консервации органического вещества. Однако присутствие в разрезе как бентосных, так и преимущественно планктоногенных остатков, позволяет предположить неустойчивое положение окислительно-восстановительного барьера относительно уровня дна бассейна. Этот тип седиментации периодически прерывается сносом с обрамляющих поднятий известковой мути, планктоногенных и бентосных остатков. Более высокие темпы седиментации в краевых частях депрессий обусловлены механогенными процессами – привнесением известкового материала гравитационными потоками с обрамляющих поднятий, переотложением планктоногенных и сапропелевых илов. Сочетание выше перечисленных процессов обуславливает формирование как различных типов пород, так и различных типов разрезов высокоуглеродистых комплексов в разных частях бассейнов: в краевых – доманикоидного типа, в центральных – доманикитного типа.

Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимия черных сланцев. Л.: Наука, 1988. 210 с.



## GEOGRAPHIC AND STRATIGRAPHIC DISTRIBUTION OF THE PERMIAN NONMARINE BIVALVES

Vladimir V. Silantiev

Kazan Federal University, Russia

Non-marine bivalves of Eastern Europe are usually named as *Palaeomutela*-fauna. The Zonal scale developed on the phylogenetic lines of *Palaeomutela* s.l. and the Beds with non-marine bivalve fauna (Silantiev, 2014, 2016) form a detailed framework for comparing the locations of Permian non-marine bivalves all over the world.

First *Palaeomutela* s.l. appeared at the late Kungurian and is known from the lower part of the Solikamsk formation (Ufimian), Cis-Uralian Marginal Trough (Fig.).

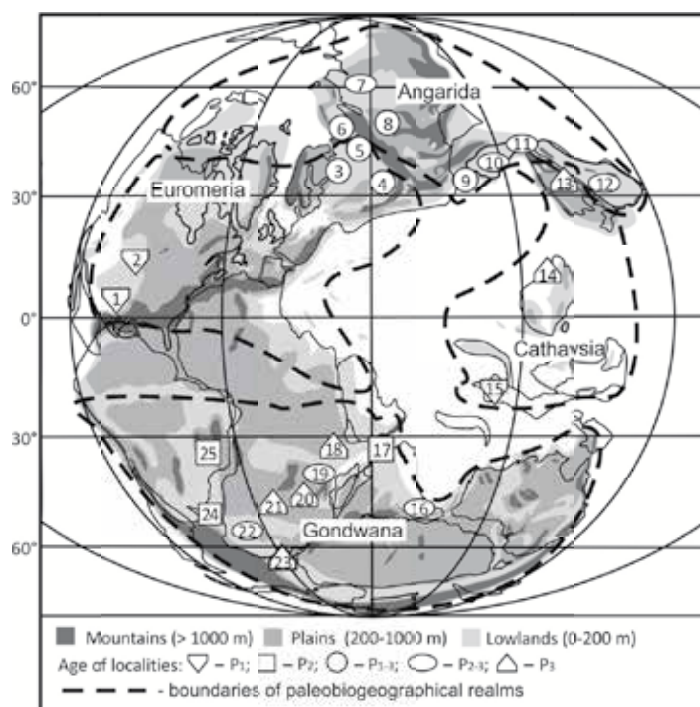


Fig. Main localities of nonmarine bivalves; paleogeographical reconstruction of the Late Permian (255 Ma) (after Ziegler *et al.*, 1997). **Euromeria**: 1 – Mexico (Silva-Pineda *et al.*, 2003); 2 – New Mexico (Rinehart, Lucas, 2011); 3–5 – East-European platform (Gusev, 1990): 3 – Dvina–Mezen Basin; 4 – Caspian Basin; 5 – Volga–Ural Basin and Cis-Uralian; **Angarida**: 6 – Pechora Basin; 7 – Tunguska Basin; 8 – Kuznetsk Basin (Betekhtina, 1966 *et al.*); 9 – Tarim Basin (Chen, Shi, 2003); 10 – Dzungarian Basin (Sheng, Jin, 1994); 11 – Turpan Basin and Bogda-Shan Belt (Brand *et al.*, 1993); 12 – northeastern China, Inner Mongolia, Xngan, Manchurian and Altai folded belts (Fang *et al.*, 2009); **Cathaysia**: 13 – Tsilyan’shansk Folded Belt, Qinghai Province (Lu, 1986); 14 – southern China, Yunnan Province (Guo, 1985); 15 – Sibumasu terrain (Weir, 1945); **Gondwana**: 16 – India, Damuda Group (Silantiev *et al.*, 2015); 17 – Pakistan, Salt Range (Reed, 1939); 18 – Kenya (Weir, 1938); 19 – Tanzania (Cox, 1936); 20 – Malawi and 21 – Zambia and Zimbabwe (Bond, 1946, 1954); 22 – South Africa, Main Basin of Karroo (Amalitzky, 1895; Cox, 1932; 1936; Rossouw, 1970); 23 – Antarctica, Ohio Mountains (Bradshaw, 1984); 24 – Falkland Islands (Simoes *et al.*, 2012); 25 – Parana Basin (Simoes *et al.*, 1998)

During a short time (Ufimian, Sheshmian horizon), *Palaeomutela* s.l. inhabited the non-marine basins of the Cis-Uralian and eastern edge of the East European platform. At the same time, some species could migrate to the basins of the Angarida. Subsequently, in the Wordian (Urzhumian), *Palaeomutela* invaded the basins of Gondwana. In the second half of the Capitanian (Severodvinskian), the assemblage of *Palaeomutela* began to include two groups of species: group *P.* (*Palaeomutela*) *keyserlingi* (chevron-shaped hinge) and *P.* (*Palaeonodonta*) *fischeri* (edentulous hinge).

In the Lopinian (Vyatkian), these groups were widely dispersed throughout the globe (Silantiev, Carter, 2015).

During the cold climatic phases of the Permian, the cold-loving Angaridian non-marine bivalves migrated beyond their original areal firstly to the basins of the Cis-Uralian Trough, and then to the basins of the East European platform. In this way, the non-marine bivalves of *Sinomya*, '*Concinella*', *Intaella*, *Redikorella*, *Prilukiella*, *Anadontella*, *Concinella* s.str. invaded the territory of Eastern Europe (Silantiev, 2015). In the Wordian (Urzhumian regional age), Angaridian non-marine bivalves reached Gondwana and inhabited the basins of Indian Gondwana Coal Measures (Silantiev *et al.*, 2015).

The events of migration and exchange of non-marine bivalve fauna can be used as additional tool for correlation purposes.

This study was partly supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 16-04-01062).

- Amalitzky, V.P. (1895): A comparison of the Permian freshwater *Lamellibranchiata* from Russia with those from the Karroo System of South Africa. *Quart. J. Geol. Soc.*, b, 51(1–4):337–351.
- Betekhtina, O.A. (1966): *Verkhnepaleozoiskie nemorskie peletsipody Sibiri i Vostochnogo Kazakhstana (Upper Paleozoic Nonmarine Pelecypoda of Siberia and Eastern Kazakhstan)*, Moscow: Nauka.
- Bond, G. (1946): A Lower Beaufort (Karoo) invertebrate fauna from Southern Rhodesia. *Trans. R. Soc. S. Afr.*, 31(2):125–131.
- Bond, G. (1954): Lamellibranchia and plants from the Lower Karroo Beds of Northern Rhodesia. *Geol. Mag.* 91:189–192.
- Bradshaw, M. (1984): Permian nonmarine bivalves from the Ohio Range, Antarctica. *Alch. Australas. J. Palaeontol.* 8(4):305–309.
- Brand, U., Yochelson, E.L., & Eagar, R.M. (1993): Geochemistry of Late Permian non-marine bivalves: Implications for the continental paleohydrology and paleoclimatology of northwestern China. *Carbon. Evapor.* 8(2):199–212.
- Chen, Z.Q. & Shi, G.R. (2003): Late Paleozoic depositional history of the Tarim Basin, northwest China: An integration of biostratigraphic and lithostratigraphic constraints, *AAPG Bull.* 87(8):1323–1354.
- Cox, L.R. (1932): Lamellibranchia from the Karroo Beds of the Ruhuhu Coalfields, Tanganyika Territory. *J. Geol. Soc. London*, 88:623–633.
- Cox, L. (1936): Karroo Lamellibranchia from Tanganyika Territory and Madagascar. *J. Geol. Soc. London*, 92(1):32–54.
- Fang Z., Chen J., Chen Ch., et al. (2009): Supraspecific bivalvia taxa first named, described and published in China (1927–2007). *Univ. Kansas Paleontol. Contrib.* N. S. 17:1–157.
- Guo, F. X. (1985): Fossil Bivalves of Yunnan, pp. 1–319. URL: <http://paleodb.geology.wisc.edu/>
- Gusev, A.K. (1990): *Nemorskie dvustvorchatye mollyuski verkhnei permi Evropeiskoi chasti SSSR*, Kazan: Izd. Kazan. Gos. Univ.
- Lu, Y.J. (1986): Permian Lamellibranch from Buha River valley, Tianjun district, Qinghai. *Acta Palaeontol. Sin.* 25(4):463–473.
- Reed, F.R. (1939): Non-marine Lamellibranchs, etc., from the “Speckled Sandstone” Formation (Punjabian) of the Salt Range. *Rec. Geol. Surv. India*, 74(4):474–491.
- Rinehart, L.F. & Lucas, S.G. (2011): Nonmarine bivalves Unionoida, Anthracosiididae from the Early Permian Wolfcampian Sangre de Cristo Formation in north-central New Mexico. *Bull. New Mexico Mus. Nat. Hist. Sci.*, 53:143–148.
- Sheng, J.-Zh. & Jin, Yu-G. (1994): Correlation of Permian deposits in China, in Permian Stratigraphy, Environments and Resources: *Palaeontology and Stratigraphy, Palaeoworld*, Special Issue, Nanjing: Nanjing Univ. Press, 1(4):14–113.
- Silantiev, V.V. (2014): Permian nonmarine bivalve zonation of the East European Platform. *Stratigr. Geol. Korrelyatsiya*, 22 (1): 1–27.
- Silantiev, V.V. (2015): Evolution of Permian nonmarine bivalve fauna in East–European Platform. *Byull. Mosk. Ob–va Ispyt. Prir., Otd. Geol.* 90(6):48–57.
- Silantiev, V.V. (2016): Permian non-marine bivalves of East European Platform: stratigraphic distribution and correlation. *Byull. Mosk. Ob–va Ispyt. Prir., Otd. Geol.*, 91(1):50–66.
- Silantiev V.V. & Carter, J. (2015): The Permian Nonmarine Bivalve Palaeonodonta Amalitzky, 1895: Position in the Modern Bivalvia System. *Paleontol. J.*, 49(10):1125–1141.

- Silantiev V.V., Chandra, S. & Urazaeva, M.N. (2015): Systematics of Nonmarine Bivalve Mollusks from the Indian Gondwana Coal Measures (Damuda Group, Permian, India). *Paleontol. J.*, 49(12):1235–1274.
- Silva-Pineda, A., Buitryn-Sanchez, B.E., Arellano-Gil, J. *et al.* (2003): Continental and marine Permian biota of south-central Mexico. In: *Am. Assoc. Petr. Geol.*, 79:462–475.
- Simoës, M.G., Rocha-Campos, A.C. & Anelli, L.E. (1998): Paleoecology and evolution of Permian pelecypod assemblages (Parana Basin) from Brazil. In: *Bivalves – an Eon of Evolution*, pp. 443–452.
- Simões, M.G., Quaglio, F., Warren, L.V., *et al.* (2012): Permian non-marine bivalves of the Falkland Islands and their palaeoenvironmental significance. Alcheringa: *Austral. J. Palaeontol.*, 36:543–554.
- Ziegler, A.M., Hulver, M.L., & Rowley, D.B. (1997): Permian world topography and climate. In: Martini, I.P. (Ed.), *Late Glacial and Post Glacial Environmental Changes: Quaternary, Carboniferous–Permian and Proterozoic*, New York: Oxford Univ. Press, pp. 111–146.
- Weir, J. (1945): A review of recent work on the Permian Non-marine Lamellibranchs and its having on the affinities of certain non-marine genera of the Upper Palaeozoic, *Trans. Geol. Soc. Glasgow*, 20(3):291–339.

## CONODONT CHARACTERISTICS OF THE FRASNIAN ZONAL SUBDIVISIONS IN SUBPOLAR AND POLAR URALS

*Marina A. Soboleva*

*Institute of Geology, Komi Science Center, Uralian Branch, RAS, Syktyvkar, Russia*

## КОНОДОНТОВАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗОНАЛЬНЫХ ПОДРАЗДЕЛЕНИЙ ФРАНСКОГО ЯРУСА ПРИПОЛЯРНОГО И ПОЛЯРНОГО УРАЛА

*М.А. Соболева*

*Институт геологии Коми Научного центра УрО РАН, Сыктывкар, Россия*

Зональные подразделения стандартной конодонтовой шкалы широко прослеживаются в непрерывных разрезах франского яруса на Приполярном и Полярном Урале, представленных относительно глубоководными фациями. Их высокий корреляционный потенциал обусловлен кратковременным эволюционным расцветом представителей родов *Mesotaxis*, *Ancyrodella* и *Ancyrognathus*, а также высокими темпами эволюции палматолепид. Как правило, нижние границы зональных подразделений проводятся по первому появлению индекс-вида. Изохронность этих границ в первую очередь обеспечивается филогенетической основой и комплексной конодонтовой характеристикой, позволяющей установить зону в отсутствие индекс-вида.

Последовательная смена широко распространенных конодонтов, установленных в исследуемом регионе, позволила установить дополнительные таксоны-маркеры зональных подразделений и их границ.

Конодонтовая характеристика подзоны Early falsiovalis содержит два различных комплекса: первый – полигнатидно-икриотидный и второй – полигнатидно-анцироделловый. В первом комплексе совместное присутствие видов *Polygnathus ljaschenkoii* Kuzm., *Polygnathus pollockii* Druce, *Polygnathus alatus* Hiddle свидетельствует о соответствии нижней части подзоны Early falsiovalis (данные по самой нижней части подзоны отсутствуют). Несколько выше такими видами являются *Ancyrodella alata* Gl. et Kl., *Ancyrodella soluta* Sand., Ziegl. et Bult., которые могут быть использованы для определения верхней части подзоны Early falsiovalis.

Нижняя граница подзоны Late falsiovalis достоверно определяется индекс-видом *Mesotaxis asymmetricus* Bisc. et Ziegl. и характерным видом *Ancyrodella rugosa* Br. et Mehl. Кроме этого, такие виды, как *Mesotaxis costaliformis* Ji и *Mesotaxis bogoslovskyi* Ovn. et Kuzm. также характеризуют подзону Late falsiovalis.

Точное определение вида *Palmatolepis transitans* Mull., а не переходных форм *Mesotaxis asymmetricus* Bisc. et Ziegl. – *Palmatolepis transitans* Mull. или *Palmatolepis transitans* Mull. – *Palmatolepis punctata* (Hinde) позволяет опознать зону transitans.

В характеристику комплекса зоны punctata, помимо редко встречающегося индекс-вида *Palmatolepis punctata* (Hinde), можно включить характерные виды *Palmatolepis gutta* Kuzm., *Palmatolepis martenbergensis* Mull., *Mesotaxis johnsoni* Kl., Kuzm. et Ovn. и *Polygnathus timanicus* Ovn. Последний вид широко распространен в изученных разрезах, появляется с основания зоны и легко диагностируется, благодаря своей характерной морфологии.

Нижняя граница зоны hassi безошибочно определяется по индекс-виду *Palmatolepis hassi* Mull. et Mull. и характерному виду *Palmatolepis domanicensis* Ovn. Вид *Palmatolepis hassi* Mull. et Mull. на границе встречается крайне редко. Несколько выше отмечено появление *Ancyrognathus triangularis* Young., по которому зона hassi расчленяется на подзоны Early и Late. Однако выявились дополнительные трудности при прослеживании этих подзон, а также вышележащей зоны jamieae. В непрерывном разрезе р. Кожым наблюдается такая картина. Объем отложений, относящихся к зонам hassi – jamieae, незначительный по мощности, кроме того вблизи их нижней границы наблюдается 5 см прослой грубо-



## CHAROPHYTE ALGAE FOSSILS AS INDICATOR OF THE SEDIMENTARY ENVIRONMENTS

*Elena I. Soroka<sup>1</sup>, Lyubov V. Leonova<sup>1</sup>, Michael E. Prytchin<sup>1</sup>, Tatyana V. Maidl<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg*

<sup>2</sup> *Institute of Geology, Komi Scientific Center, Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Syktyvkar*

## ИСКОПАЕМЫЕ ХАРОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ КАК ИНДИКАТОР ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

*Е.И. Сорока<sup>1</sup>, Л.В. Леонова<sup>1</sup>, М.Е. Притчин<sup>1</sup>, Т.В. Майдль<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия*

<sup>2</sup> *Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия*

При изучении пород водораздельной части хр. Малдынырд, левобережье р. Балбанью западного склона Приполярного Урала, в шлифах были обнаружены округлые концентрически слоистые фоссилии, замещенные кальцитом. Образцы, содержащие водорослевые остатки (52/99, 50/99, 24/99), были отобраны на юго-восточном склоне горы Варсонофьевой из измененных алевропесчаников в тектоническом контакте с кислыми вулканитами (Притчин, 2000). По наблюдаемым в шлифах признакам фоссилии можно отнести к остаткам ооспорангия харовых водорослей. Они имеют слоистое строение стенки, в которой наблюдается многократное чередование микрослоев кальцита с концентрически слоистой или радиально-лучистой структурой, или темным, обогащенным органикой, карбонатом (рис. 1б). Кроме того, в шлифах встречаются раковины остракод, фораминифер, неопределимый детрит, кальцисферы, сфероиды, указывающие на групповое разнообразие танаоценоза.

Ископаемые харофиты обычно представлены обызвествленными остатками ооспорангия – кальцинами, которые принято называть гиругонитами. В основании гиругонита имеется отверстие, закрытое изнутри базальной пластинкой. У некоторых семейств харофитов гиругониты покрыты вторичной известковой оболочкой – утрикулом. Диагностические признаки гиругонитов и утрикулов в шлифах следующие: микроструктура оболочки (зернистость, цвет), ее толщина, строение (слоистость) вершины, наличие полости в основании и форма базальной пластины (Ископаемые известковые водоросли, 1987).

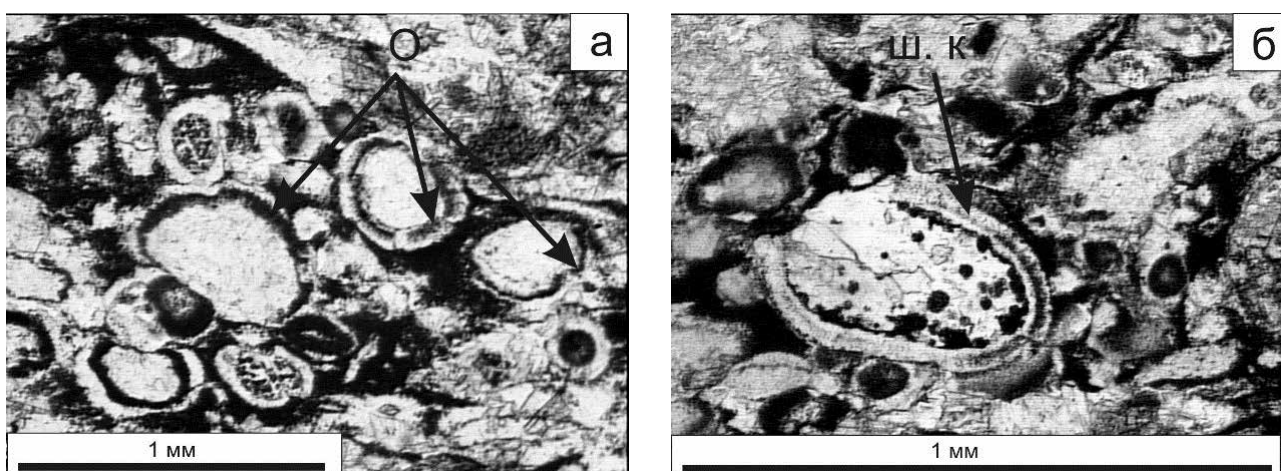


Рис. Концентрически слоистое строение фоссилии харовых водорослей, шлиф 24/99, хр. Малдынырд, Приполярный Урал: а) гиругониты, кальцисферы и водорослевой детрит; б) гиругонит со слоем радиально-лучистого кальцита

Образование ооспорангия начинается с органической пленки, которая всегда или почти всегда сохраняется в ископаемом состоянии, в то время как промежуточные микрослои темного, обогащенного органическим веществом кальцита часто преобразуются в процессе диагенеза в один более мощный слой радиально-лучистого кальцита (рис. 1б). Для наращивания следующего слоя кальцита вновь необходимо образование карбонатно-органической темной пленки.

Ископаемые харофиты характеризуются разнообразными условиями обитания и захоронения. Их находки известны в глинах и глинистых известняках, красно- и пестроцветных глинах и алевролитах, в мелкозернистых песчаниках с большим содержанием карбоната кальция. Иногда встречаются породы, образованные в основном известковыми остатками харофитов, харациты.

Судя по минеральному составу исследуемых пород водораздельной части хр. Малдынырд, в которых преобладают хлорит, кварц, карбонаты, слюды, можно предположить, что это были тонконкодисперсные, глинисто-алевритистые осадки. По выделенной ассоциации ископаемых остатков – это бывшие карбонатные пески отмельной островной зоны, вероятно, верхнего девона. Известно, что в девонских отложениях Тянь-Шаня харофиты встречаются в прослоях пород лагунного и прибрежно-морского генезиса (Ископаемые известковые водоросли, 1987).

Кроме фоссилий харовых водорослей в породах водораздельной части хр. Малдынырд обнаружены остатки сифонокладовых водорослей, по морфологическим признакам наиболее близких к виду *Catenaella curvata* Shuysky, 1987 (Сорока и др, 2016), в свое время встреченных на восточном склоне Приполярного Урала, р. Тыкотлова, в среднедевонских (эйфель) отложениях тальтийского горизонта (Парченко, 1978).

Находки водорослевых остатков в измененных исследуемых породах свидетельствуют о том, что отложение осадков происходило в придонных мелководных условиях, а присутствие фоссилий харовых водорослей позволяет отнести данные слои к лагунной или прибрежно-морской фации среднего-верхнего девона.

Ископаемые известковые водоросли (морфология, систематика, методы изучения) / Б.И. Чувашов, В.А. Лучинина, В.П. Шуйский и др. Новосибирск, 1987. 191 с.

Парченко В.И. Новые данные о морфологии и систематике палеоберезеллид. Конф. Молодых геологов и геофизиков Урала. Свердловск, 1978. С. 45–46.

Притчин М.Е. Новые данные по строению малдинского вулканического комплекса. Ежегодник-1999 ИГГ УрО РАН. Екатеринбург, 2000. С. 141–144.

Сорока Е.И., Леонова Л.В., Притчин М.Е. Значение морфологических признаков при идентификации замещенных минеральных водорослевых остатков. Современные проблемы теоретической, экспериментальной и прикладной минералогии (Юшкинские чтения – 2016). Сыктывкар, 2016. С. 170–172.



## A HIGH-RESOLUTION MID-PERMIAN PALYNOSTRATIGRAPHIC MODEL FROM THE NORTHERN MARGIN OF THE ARABIAN PLATE: SOUTHEAST TURKEY

**Ellen Stolle**

*\*EP Research, \*EP Resources, Ennigerloh-Westkirchen, Germany*

We present a palynostratigraphic model applicable to the basal clastic Permian succession of southeastern Turkey and its equivalents in Iraq. Both sequences are located on the northern Arabian Plate (northern Gondwana area). This palynostratigraphic model permits correlation of the siliciclastic deposits, and a relatively high-resolution dating of the mid and late Wordian and early Capitanian ages of the Guadalupian Epoch. At its coarsest resolution, a relative age assignment (older or younger than late Wordian) can be obtained using marker species such as *Verrucosisporites* sp. cf. *V. planiverrucatus*, *Diaphanospora rutbaensis*, and significantly large species of *Calamospora* and *Laevigatosporites*. The applicability of the palynostratigraphic model has already been proven in regional correlation: (a) with basal clastic sections within the Kas Formation in southeast Turkey; and (b) with the basal section of the Atshan-1 well in Iraq. These basal deposits can be placed within a time interval of less than a half million years. Certain of the relevant palynological marker species also occur in other time-equivalent sediments, for instance, in Oman. The applicability of the model to a wider (Gondwanan) area is addressed (Stolle *et al.*, 2014).

Looking north to the Russian Platform (Angara), deposits of the regional stage Tatarian, especially of the substages Urzhumian and Severodvinian, are the equivalents of the Kas Formation, and there are potentially other correlations.

Stolle, E., Nader, A., Al-Juboury, A. I., Al-Hadidy, A. H., Abu Hamad, A. M. & Dimitrova, T. H. (2014): High-Resolution Palynostratigraphy, Northern Arabian Plate – A Correlation Tool for Clastic Sequences. AAPG Datapages/ Search and Discovery, *Online Journal for E&P Geoscientists*, Datapages/ Search and Discovery Article #51036 (2014), 27th October 2014.

URL: [http://www.searchanddiscovery.com/documents/2014/51036stolle/ndx\\_stolle.pdf](http://www.searchanddiscovery.com/documents/2014/51036stolle/ndx_stolle.pdf)

## **PALYNOSTRATIGRAPHY OF KOSVINIAN-TULIAN MULTIFACIAL DEPOSITS OF VOLGA-URAL (PERM KAMA AREA) AND TIMANO-PECHORA SUBREGIONS**

**Tatyana V. Stukova**

*Limited Liability Company LUKOIL-Engineering PermNIPIneft, Perm Branch Office*

## **ПАЛИНОСТРАТИГРАФИЯ РАЗНОФАЦИАЛЬНЫХ КОСЬВИНСКО-ТУЛЬСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО (ПЕРМСКОЕ ПРИКАМЬЕ) И ТИМАНО-ПЕЧОРСКОГО СУБРЕГИОНОВ (КОРРЕЛЯЦИЯ)**

**Т.В. Стукова**

*Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть» в г. Перми, Пермь, Россия*

Косьвинско-тульские отложения вмещают визейскую терригенную толщу, промышленно нефтегазоносную в Волго-Уральском и Тимано-Печорском субрегионах. Эти отложения имеют сложное геологическое строение, вопросы их детального расчленения и корреляции всегда актуальны. Палинологический анализ, наряду с другими методами, играет важную роль в создании надежной стратиграфической основы продуктивного терригенного комплекса.

Разработка зональной палиностратиграфии нижнего карбона Волго-Уральской нефтегазональной провинции (ВУНГП) и Атлас миоспор – огромная заслуга Т.В. Бывшевой. Ей использованы данные по отдельным разрезам Пермского Прикамья (северо-восток ВУНГП). Зональная палиностратиграфия разнофациальных терригенных отложений нижнего карбона Пермского Прикамья разработана Т.В. Стуковой. На основе палинозон создана схема разнофациальных косьвинско–тульских терригенных отложений, более детальная, чем зональная схема ВУНГП. Она увязана со шкалами по фораминиферам (региональной и стандартной), рекомендована для Волго-Уральского субрегиона в целом (Стукова, 2010, 2016; Сташкова, Стукова, 2009).

Палинологическими исследованиями турне-визейских отложений в Тимано-Печорской провинции (ТПП) в разные годы занимались В.Е. Ненастьева, Т.В. Бывшева, Т.В. Стукова, О.П. Тельнова, И.Р. Макарова и другие. На современном этапе проводится важная для межрегиональной корреляции работа по выделению палинозон, созданию палиностратиграфической шкалы косьвинско-тульских отложений Тимано-Печорского субрегиона, сопоставлению ее со шкалой Пермского Прикамья, с субрегиональными и унифицированной фораминиферовыми шкалами (Стукова, 2016, 2017). Анализ таксономического состава показал большое сходство миоспоровых комплексов (МК) сопредельных территорий, входящих в Еврамерийскую палеофлористическую область. В настоящее время для ТПП уточняется фациальная зависимость МК, актуализируются выбор зональных видов-индексов и номенклатура таксонов.

Субрегиональные хроностратиграфические профили несут информацию о литологическом составе, обстановках осадконакопления, разном объеме отложений (по стратиграфической полноте выделено 5 типов разрезов), возрасте пород по результатам палинологических исследований.

Стукова Т.В. Палиностратиграфия верхнетурнейско–визейских (косьвинско–тульских) терригенных отложений Пермского Прикамья: автореф. дис. канд. геол.-мин. наук. Пермь: ООО «ПермНИПИнефть», 2010. 23 с.

Стукова Т.В. Региональная палиностратиграфическая схема разнофациальных продуктивных отложений нижнего карбона Пермского Прикамья (Пермский край) // Общая стратиграфическая шкала и методические проблемы разработки региональных стратиграфических шкал России. Мат-лы Межведомств. рабочего совещания. СПб.: ВСЕГЕИ, 2016. С. 168–170.

Стукова Т.В. Палинологическая характеристика разнотиповых разрезов визейских терригенных отложений Тимано-Печорского региона // Сб. науч. тр. XIV Всеросс. палин. конф. М.: МГУ, 2017.

Сташкова Э.К., Стукова Т.В. Новое в биостратиграфии турнейско-визейских отложений на северо-востоке Волго-Урала // Геология, геофизика и разработка нефтяных и газовых месторождений. М.: ВНИИОЭНГ, 2009. № 11. С. 80–84.

## GORGONOPIANS IN PERMIAN TETRAPOD COMMUNITIES OF EASTERN EUROPE

**Julia A. Suchkova**

*Borissiak Paleontological Institute of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia*

The first animals known as gorgonopians, or traditionally gorgonopsians, were discovered by Richard Owen in South Africa (Owen, 1876). By the beginning of the 20th century, they were found near North Dvina River in Russia (Pravoslavlev, 1927). In his monograph about Permian tetrapods from copper sandstones of the Fore-Urals, I.A. Efremov wrote about “progorgonopsians or archaic gorgonopsians”, and opposed them to the “truly gorgonopsians” (those from North Dvina River) (Efremov, 1954). B.P. Vjuschkov in his classification of Gorgonopsoidea included six families: *Phthinosuchidae*, *Ictidorhinidae*, *Rubidgeidae*, *Gorgonopsidae*, *Inostranzeviidae* and *Burnetiidae* (Vjuschkov, 1964). L.P. Tatarinov considered gorgonopians as a distinct order of therapsids and agreed with including of *Ictidorhinidae* and *Burnetiidae*, but excluded phthinosuchians (Tatarinov, 1974). Later he included *Phthinosuchia* in *Gorgonopia* as suborder (Tatarinov, 1976).

In the 1990s, Ivakhnenko started the study of Russian gorgonopians. In the classification proposed by Ivakhnenko *et al.*, only two families in the order *Gorgonopia* were left: *Gorgonopidae* and *Inostranzeviidae* (Permian..., 1997). But in 2000 he came to the idea that dentition and palatal region in primitive therapsids vary due to adaptation and are not useful for systematic purposes, whereas the structure of the temporal region is more suitable. Then he distinguished three types of temporal fenestra organization related to the character of optimization of jaw musculature: dinocephalian, gorgonopian and anomodontian. The next step was closing *Phthinosuchidae* and *Estemmenosuchidae* to *Gorgonopia* according to the same type of temporal fenestra developing (Ivakhnenko, 2000). Later, Ivakhnenko included in *Gorgonopia* all therapsids with temporal fenestra developed mainly posterosuperiorly and zygomatic arch horizontal or slightly curved ventrally (Ivakhnenko, 2002). In his last published classification, the suborder *Gorgonopia* is divided into three infraorders: *Nikkasaurida*, *Gorgonopida* and *Estemmenosuchida* (Fossil..., 2008). Taking in account this conception, we found gorgonopians spread much more than it comes from the traditional view.

According to the last Ivakhnenko's classification, there are 9 families with 19 genera and 24 species of gorgonopians in Eastern Europe. They also played a more important role in the historical development of its fauna, described by replacing faunal assemblages. From 10 distinguished by now Permian faunal assemblages (Sennikov, Golubev, 2017), gorgonopians are found in 8, except for the most ancient (Inta Assemblage) and the latest (Vyazniki Assemblage). For the other assemblages, gorgonopians are represented by families: Mezen Assemblage – *Nikkasauridae*; Golyusherma Subassemblage – *Rhopalodontidae*, *Phthinosuchidae*; Ocher Subassemblage – *Rhopalodontidae*, *Phthinosuchidae*, *Estemmenosuchidae*; Isheevoo Assemblage – *Rhopalodontidae*; Sundyr Assemblage – *Gorgonopia* fam.nov.; Kotelnich Subassemblage – *Phthinosuchidae*; Ilinskoe Subassemblage – *Rubidgeidae*, *Gorgonopidae*, *Ictidorhinidae*, *Burnetiidae*; Sokolki Subassemblage – *Inostranzeviidae*, *Gorgonopidae* (Permian..., 1997; Ivakhnenko, 2015; Golubev *et al.*, 2015).

Gorgonopians formed different biomorph types and they are not equally represented in collections from localities. Their ecological roles were not limited to the traditional role of almost not specialized (*Gorgonopidae*) or highly specialized (*Inostranzeviidae*) predators. They were also small entomophages in Mezen faunal assemblage (*Nikkasauridae*), plant-eating animals in Ocher faunal assemblage (*Rhopalodontidae*, *Estemmenosuchidae*) and omnivores in Sokolki faunal assemblage (*Ictidorhinidae*, *Burnetiidae*) (Ivakhnenko, 2003; Ivakhnenko, 2006).

Golubev V.K., Kurkin A.A., Sennikov A.G. On the geological age of the Sundyr faunal assemblage of Permian tetrapods from the East European platform // *Uch. Zap. Kazan. Univ., Ser. Estest. Nauki*, 2015, Vol. 157, № 1, pp. 49–58 [in Russian].

- Efremov I.A. The Terrestrial Vertebrate Fauna from the Permian Copper Sandstones of the Western Fore-Urals // *Tr. Paleontol. Inst. Akad. Nauk SSSR* (Moscow), 1954, Vol. 54, pp.1–416 [in Russian].
- Fossil Vertebrates of Russia and adjacent countries. Part 1.* Edited by M.F. Ivakhnenko and E.N. Kurochkin. Moscow: GEOS, 2008. 348 pp. [in Russian].
- Ivakhnenko M.F., Golubev V.K., Gubin M.Yu., Kalandadze N.N., Novikov I.V., Sennikov A.G., Rautian A.S. *Permian and Triassic tetrapods of Eastern Europe*. Moscow: GEOS, 1997, 216 pp. [in Russian].
- Ivakhnenko M.F. Estemmenosuchus and Primitive Theriodonts from the Late Permian // *Paleontol. Journal*, 2000, Vol. 34, № 2, pp.189–197.
- Ivakhnenko M.F. Taxonomy of East European Gorgonopians (Therapsida) // *Paleontol. Journal*, 2002, Vol. 36, № 3, pp. 283–292.
- Ivakhnenko M.F. Eotherapsids from the East European Placket (Late Permian) // *Paleontological Journal*, 2003, Vol. 37, Suppl. 4, pp. 339–465.
- Ivakhnenko M.F. Evolution of Late Paleozoic Tetrapods as Evolution of Their Biomorphs // *Evolution of Biosphere and Biodiversity*, Ed. by S.V. Rozhnov (KMK, Moscow, 2006), pp. 373–393 [in Russian].
- Ivakhnenko M.F. Patterns of Changes in Theromorpha Taxa of Permian Terrestrial Communities of Eastern Europe // *Paleontol. Journal*, 2015, Vol. 49, № 1, pp. 70–78.
- Owen R. *Descriptive and illustrated catalogue of the fossil Reptilia of the South Africa in the collection of the British Museum*, 1876, London: British Museum, 88 pp.
- Pravoslavlev P.A. Gorgonopsidae from the Northern Dvina Excavations of V.P. Amalitzky. In: *Northern Dvina Excavations of Prof. V.P. Amalitzky*, Ed. by A.P. Karpinskii (Akad. Nauk SSSR, Leningrad, 1927), Vol. 3, pp.1–118 [in Russian].
- Sennikov A.G., Golubev V.G. The Succession of the Permian Tetrapod Fauna of Eastern Europe and the Permo-Triassic Ecological Crisis // *Paleontol. Journ.* (in press).
- Tatarinov L.P. Theriodonts of the USSR, *Tr. Paleontol. Inst. Akad.Nauk* (Moscow), 1974, Vol. 143, pp.1–240 [in Russian].
- Tatarinov L.P. *Morfologicheskaya evolyutsiya teriodontov i obshchie voprosy filogenetiki (Morphological Evolution of Theriodonts and General Questions of the Phylogeny)*, Moscow: Nauka, 1976, 258 pp. [in Russian].
- Vjushkov B.P. Suborder Theriodontia (Theriodonts): The Superfamily Gorgonopsoidea. In: *Osnovy paleontologii. Zemnovodnye, presmykayushchiesya i ptitsy (Fundamentals of Paleontology: Amphibians, Reptiles and Birds)*, Rozhdestvenskii A.K. and Tatarinov L.P. (eds.), Moscow: Nauka, 1964, pp. 258–285 [in Russian].

## GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF THE MECHETLINO AND DAL'NY TULKAS SECTIONS, LOWER PERMIAN (SOUTHERN URALS)

Rafael Kh. Sungatullin<sup>1</sup>, Gunar A. Mizens<sup>2</sup>, Guzal M. Sungatullina<sup>1</sup>, Bulat I. Gareev<sup>1</sup>, Georgii A. Batalin<sup>1</sup>, Fanis F. Sadriev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia

<sup>2</sup>Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch, RAS, Ekaterinburg, Russia

## ГЕОХИМИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ПРИУРАЛЬСКИХ РАЗРЕЗОВ МЕЧЕТЛИНО И ДАЛЬНИЙ ТЮЛЬКАС, ЮЖНЫЙ УРАЛ

Р.Х. Сунгатуллин<sup>1</sup>, Г.А. Мизенс<sup>2</sup>, Г.М. Сунгатуллина<sup>1</sup>, Б.И. Гареев<sup>1</sup>, Г.А. Баталин<sup>1</sup>, Ф.Ф. Садриев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Казанский федеральный университет, Казань, Россия

<sup>2</sup> Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия

Разрезы Дальний Тюлькас и Мечетлино рассматриваются как потенциальные эталонные объекты для глобальной корреляции верхнепалеозойских стратиграфических подразделений в статусе так называемых золотых гвоздей (GSSP), соответственно, для нижних границ артинского и кунгурского ярусов. Таким образом, пограничные интервалы (сакмарско-артинский и артинско-кунгурский) нуждаются во всестороннем изучении. В том числе имеют большое значение сведения по геохимии (табл. 1, 2).

Рассматриваемые разрезы относятся к Стерлитамакской зоне Предуральского прогиба. Представлены они морскими относительно глубоководными образованиями, относящимися к предфлишевой формации (Дальний Тюлькас) и отложениям заключительной стадии развития Предуральского флиша (Мечетлино). Первый из них (с границей сакмарского и артинского ярусов) сложен тонкослоистыми карбонатно-глинистыми и глинисто-карбонатными породами с многочисленными радиоляриями и растительными остатками (в том числе спорами растений). Встречаются прослои органогенно-детритовых известняков.

Таблица 1

Средний химический состав пород разреза Дальний Тюлькас, вес. %

Компоненты	Сакмарский ярус				Артинский ярус		
	аргиллит	карбонатно-глинистая порода	глинисто-карбонатная порода	карбонат микро-зернистый	карбонатно-глинистая порода	карбонат микро-зернистый	органогенно-детритовый известняк
SiO <sub>2</sub>	64.07	49.04	32.71	11.57	52.35	11.07	7.77
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.83	6.60	1.31	0.60	10.72	1.27	1.20
TiO <sub>2</sub>	0.53	0.33	0.07	0.04	0.54	0.08	0.07
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.32	4.39	0.84	0.44	6.47	1.34	1.18
MnO	0.04	0.07	0.10	0.12	0.07	0.23	0.62
CaO	0.87	12.95	33.56	45.54	8.96	46.47	48.29
MgO	2.80	4.15	1.40	0.95	2.74	1.21	1.03
Na <sub>2</sub> O	0.51	0.44	0.17	0.08	0.78	0.19	0.26
K <sub>2</sub> O	2.39	1.37	0.30	0.13	2.15	0.28	0.22
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.15	0.13	0.23	0.11	0.16	0.13	0.77
SrO	0.01	0.02	0.03	0.03	0.02	0.04	0.06
BaO	0.09	0.34	0.06	-	0.02	0.01	-
SO <sub>3</sub>	0.15	0.31	0.37	0.34	0.07	0.45	0.86
п.п.п.	11.09	19.68	28.81	38.21	14.80	37.07	37.62

Таблица 2

Средний химический состав пород разреза Мечетлино, вес. %

Компоненты	Артинский ярус				Кунгурский ярус			
	карбонатно-глинистая порода	известняк глинистый	известняк	песчаник известковистый	карбонатно-глинистая порода	известняк	песчаник известковистый	песчаник
SiO <sub>2</sub>	49.80	24.43	2.76	12.56	50.85	5.20	11.88	38.47
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	13.40	1.12	0.50	2.62	13.08	0.63	2.88	7.67
TiO <sub>2</sub>	0.66	0.06	0.03	0.21	0.67	0.04	0.21	0.50
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	6.49	0.85	0.69	3.51	6.68	1.06	2.59	5.42
MnO	0.04	0.12	0.13	0.14	0.03	0.23	0.16	0.10
CaO	8.46	36.89	51.97	43.71	8.11	50.76	46.04	24.06
MgO	3.37	2.90	1.10	2.01	3.72	0.81	1.41	2.77
Na <sub>2</sub> O	1.19	0.16	0.09	0.29	1.22	0.11	0.42	1.15
K <sub>2</sub> O	2.28	0.23	0.08	0.42	2.28	0.11	0.48	1.13
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.16	0.06	0.06	0.06	0.18	0.06	0.08	0.11
SrO	0.03	0.09	0.10	0.05	0.05	0.12	0.09	0.07
BaO	0.04	0.03	0.04	-	0.04	-	-	0.10
SO <sub>3</sub>	0.05	0.13	0.13	0.06	0.04	0.10	0.09	0.15
п.п.п.	13.91	32.87	42.27	34.22	12.92	40.73	33.61	18.07

Второй разрез (с границей артинского и кунгурского ярусов) сложен турбидитами силикатного, реже карбонатного состава и фоновыми глинистыми породами.

С целью всестороннего и детального изучения указанных разрезов в 2016 г. была проведена их дополнительная расчистка и отобраны пробы, в том числе для геохимических исследований. Определение химического состава пород производилось в Казанском федеральном университете с использованием волнодисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра S8 Tiger (Bruker, Германия). Анализ распределения элементов в разрезах и использование химических индикаторов позволили получить следующие результаты:

1. В том и другом разрезе наблюдается значительное сходство в содержании породообразующих окислов в сходных типах пород (аргиллитах, карбонатно-глинистых породах, глинисто-карбонатных породах, микрозернистых карбонатах, глинистых известняках, известняках, песчаниках известковистых песчаниках), в том числе по обе стороны от границ ярусов;

2. Показательными являются корреляционные связи некоторых оксидов. Среди них выделяются связи Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (на уровне 0,99-0,98) с такими окислами, как K<sub>2</sub>O и Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, TiO<sub>2</sub>. Вероятнее всего они все входят в состав глинистых минералов. Менее выразительными являются связи SiO<sub>2</sub> в разрезе Дальний Тюлькас, на что, возможно, влияет кремнистый состав радиолярий. Сульфидов в составе рассматриваемых пород, по-видимому, очень мало, т. к. Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> не коррелирует с SO<sub>3</sub>. Роль доломита также незначительная – корреляция MgO с CaO отрицательная.

3. Распределение петрохимических модулей в обоих разрезах мало зависит от петрографического состава породы.

4. Породы того и другого разреза формировались в условиях аридного климата, однако для разреза Мечетлино характерна большая аридизация.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 16-05-00306а).

## KASIMOVIAN CONODONTS FROM USOLKA SECTION, SOUTHERN URALS

*Guzal M. Sungatullina*

*Kazan Federal University, Kazan, Russia*

## КАСИМОВСКИЕ КОНОДОНТЫ РАЗРЕЗА УСОЛКА, ЮЖНЫЙ УРАЛ

*Г.М. Сунгатуллина*

*Казанский федеральный университет, Казань, Россия*

В терригенно-карбонатных отложениях касимовского яруса разреза Усолка (Южный Урал, Республика Башкортостан), имеющих мощность около 13 м, конодонты встречаются неравномерно. Так, в отложениях московского яруса (зона *Neognathodus roundyi*) они многочисленны, но однообразны. Здесь доминируют *Idiognathodus obliquus* Kossenko et Kozitskaya и *I. podolskensis* Goreva, остальные виды (*Gondolella laevis* Kossenko et Kozitskaya, *G. magna* Stauffer et Plummer, *Idiognathodus claviformis* Gunnell, *I. delicatus* Gunnell, *I. trigonolobatus* Barskov et Alekseev, *Neognathodus inaequalis* Kozitskaya et Kossenko, *N. roundyi* (Gunnell)) представлены единичными экземплярами.

Нижняя граница касимовского яруса отмечена появлением вида *Streptognathodus subexcellus* Alekseev et Goreva, совместно с которым присутствуют многочисленные идионододусы, подвергшиеся в различной степени процессу «желобообразования» и обладающие сильной внутривидовой изменчивостью.

Отложения зоны *Streptognathodus makhlinae*, расположенной выше по разрезу, содержат специфический комплекс идионододусов с сильно раздутой базальной полостью, также обнаружены *Idiognathodus arendti* Barskov et Alekseev и *S. makhlinae* Alekseev et Goreva.

Интервал разреза, отвечающий зоне *Idiognathodus sagittalis*, содержит большое количество туфовых прослоев, встречены редкие конодонты *Idiognathodus magnificus* Stauffer et Plummer, *I. sagittalis* Kozitskaya и *I. undatus* Chernykh.

В верхней части касимовского яруса (зона *Streptognathodus firmus*) комплекс конодонтов становится богатым и разнообразным. Здесь совместно с видом-индексом найдены *Idiognathodus excedus* Chernykh, *I. magnificus* Stauffer and Plummer, *I. toretzianus* Kozitskaya, *I. undatus* Chernykh, *Streptognathodus crassus* Chernykh, *S. gracilis* Stauffer and Plummer, *S. pawhuskaensis* Harris and Hollingsworth, *S. praenuntius* Chernykh и *S. zethus* Chernykh and Reshetkova.

В начале гжельского века (зона *Streptognathodus simulator*) среди конодонтов вновь начинается процесс интенсивного формирования срединного желоба. На этот раз он затрагивает виды рода *Streptognathodus*, такие как *S. auritus* Chernykh, *S. gravis* Chernykh, *S. simulator* Ellison, *S. sinistrum* Chernykh. Также присутствуют *Idiognathodus toretzianus* Kozitskaya, *I. verus* Chernykh, *I. undatus* Chernykh, *Streptognathodus crassus* Chernykh, *S. dolioliformis* Chernykh и *S. gracilis* Stauffer.

Анализируя распределение конодонтов по разрезу касимовского яруса Усолки, можно отметить, что массовое развитие конодонтов наблюдается только на пограничных рубежах: московско-касимовском и касимовско-гжельском. В отложениях касимовского яруса конодонты немногочисленны, тем не менее они позволили установить последовательность конодонтовых зон (*roundyi*, *subexcellus*, *makhlinae*, *sagittalis*, *firmus*, *simulator*), прослеживаемых на территории Восточно-Европейской платформы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 16-05-00306а).



## WHAT IS THE DIFFERENCE IN HIGH-PRECISION DATING?

**Marion Tichomirowa, Alexandra Kässner**

*TU Bergakademie Freiberg, Institut für Mineralogie, Freiberg, Germany*

U-Pb zircon dating is widely used to derive ages for volcanic and igneous rocks. The precision and accuracy of high-precision dating is about one order of magnitude better than for other zircon dating methods (e.g. LA-ICP-MS, SHRIMP/SIMS, evaporation). Figure 1 shows the age dispersion for the international zircon standard Temora 2 which was dated with four different techniques.

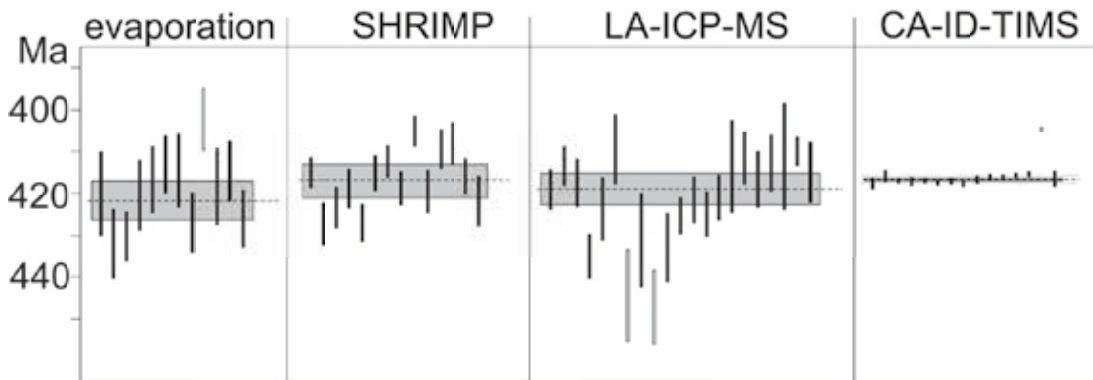


Figure 1:  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  ages of single measurements dated by four different zircon dating methods. Each bar represents one measurement

Twelve samples of granites have been dated by four existing zircon dating methods: zircon evaporation, ion microprobe (SHRIMP/SIM), laser ablation plasma mass spectrometry (LA-ICP-MS), and by single-grain isotope dilution method (CA-ID-TIMS). Some samples were dated in different laboratories by the same method (SHRIMP/SIMS, CA-ID-TIMS). The data obtained are discussed in terms of (i) natural age homogeneity/heterogeneity versus instrumental induced age scatter, (ii) precision, accuracy, and external reproducibility of age data, (iii) the influence of common Pb, and (iv) Pb loss for different dating methods.

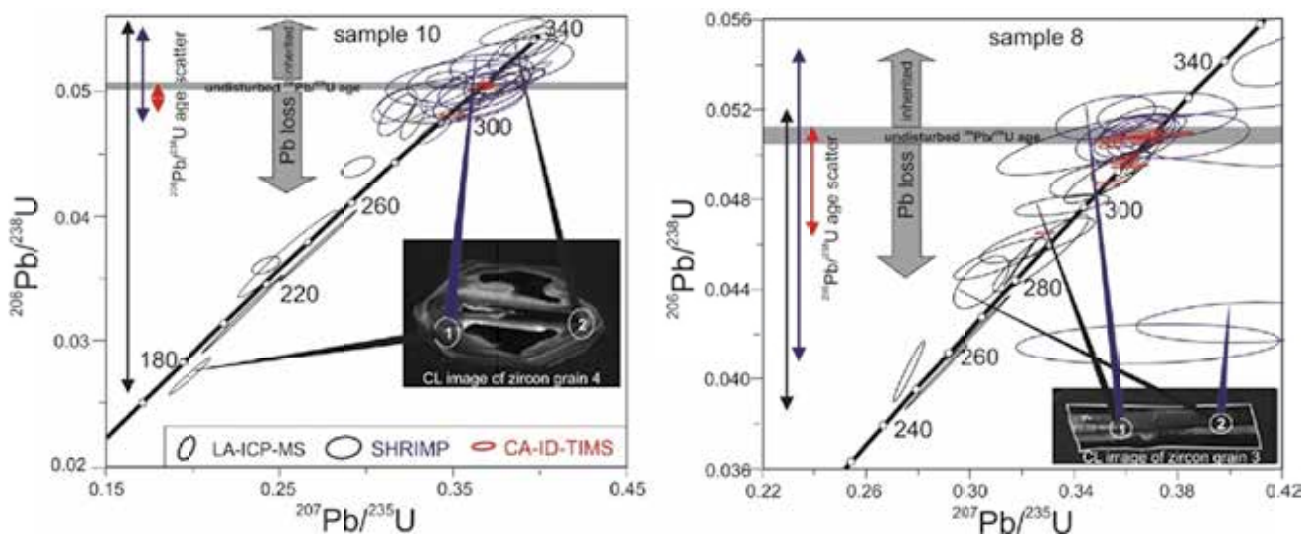


Figure 2: Concordia diagram for two samples that suffered considerable Pb loss. The CL images show spot locations where some analyses yielded Pb loss that is invisible in the CL images

The high precision U-Pb zircon dating method involves a pre-treatment of zircon grains that is called “chemical abrasion” (CA). We present on several samples that this pre-treatment is able to dissolve those parts of zircons that suffered Pb loss (Figure 2) and are enriched in common Pb (Figure 3) that leads in large age scatter in SHRIMP/SIMS and LA-ICP-MS measurements.

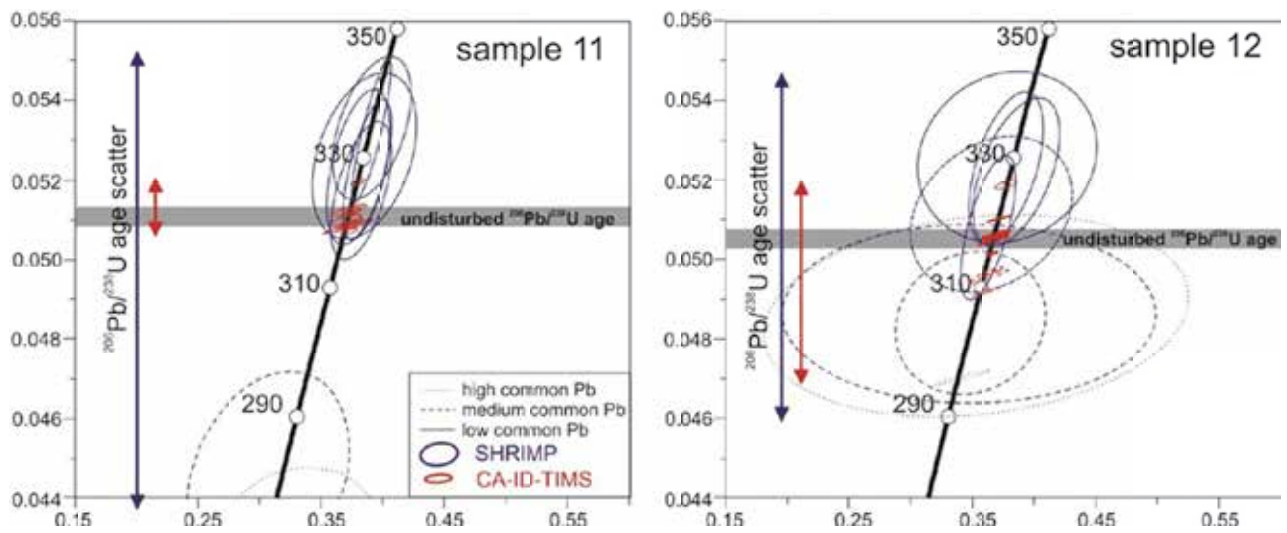


Fig. 4: Concordia diagram for two samples where zircons contain high common Pb

We discuss precision, accuracy, external reproducibility and how to interpret zircon U-Pb age data.

# MAIN FEATURES IN THE EVOLUTION OF THE *STENOLAEMATA* (BRYOZOA) CLASS IN THE LATE DEVONIAN–EARLY CARBONIFEROUS OF RUSSIA

Zoya A. Tolokonnikova

Kuban State University, Kazan Federal University, Russia

## ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ РАЗВИТИЯ КЛАССА *STENOLAEMATA* (BRYOZOA) В ПОЗДНЕМ ДЕВОНЕ – РАННЕМ КАРБОНЕ РОССИИ

З.А. Толоконникова

Кубанский государственный университет, Казанский (Приволжский) федеральный университет, Россия

В фаменско-турнейских отложениях пяти регионов России известны разнообразные представители класса *Stenolaemata* (тип *Bryozoa*) из отрядов *Cystoporata*, *Trepostomata*, *Fenestrata* и *Cryptostomata*. В развитии стенолемат в течение позднего девона-раннего карбона можно выделить несколько сменяющих друг друга сообществ.

В центральной части Русской платформы в раннем фамене (конодонтовые зоны *late triangularis-rhomboidea*) существовало шесть трепостоматных мшанок из четырех родов семейства *Atactotoechidae*. К началу среднего фамена (конодонтовые зоны *marginifera*, *trachytera*) в бассейне сохранились *Anomalotoechus promiscuus* Lavr., 1974 и *Schulgina zushaensis* Lavr., 1974 (Лаврентьева, 1974). В раннем турне (конодонтовые зоны *duplicata*, *belkai*) кроме двух новых *Leptotrypa* (трепостоматы) появилась фенестратная мшанка *Rectifenestella cesteriensiformis* (Nekh., 1956) из семейства *Fenestellidae*.

На западном склоне Южного Урала в позднем фамене (конодонтовая зона *praesulcata*) обитали редкие криптостоматы из типовых родов семейств *Rhomboporidae* и *Nikiforovellidae*, фенестратная мшанка *Spinofenestella* cf. *abyschevoensis* (Trizna, 1958) из семейства *Fenestellidae*. В самом начале турне (конодонтовая зона *sulcata*) существовали цистопоратная мшанка *Fistulipora* sp. (семейство *Fistuliporidae*) и единичные трепостоматы. Несколько позже (конодонтовая зона *duplicata*) их сменили фенестраты *Filites trapezoidea* Nekh., 1956, *Fenestella* sp. (семейство *Fenestellidae*), криптостомата *Rhabdomeson* sp. (семейство *Rhabdomesidae*).

В юго-западной части Западно-Сибирской платформы в самом конце фамена (конодонтовая зона *praesulcata*) обитало 11 видов девяти родов семи семейств. В позднем турне (конодонтовые зоны *crenulata-anchoralis*) в регионе появилось 37 видов 28 родов из 11 семейств. В обновленном составе по сравнению с концом фамена сохраняется только фенестратный род *Minilya* на уровне семейств – *Fenestellidae* (фенестрата) и *Atactotoechidae* (трепостомата).

В западной части Алтае-Саянской складчатой области в раннем фамене (конодонтовые зоны *triangularis-marginifera*) существовало 34 вида 20 родов 16 семейств (Морозова, 1961). Во второй половине среднего-позднем фамене (конодонтовые зоны *expansa*, *lower praesulcata*) насчитывалось 12 видов 10 родов 6 семейств (из них 11 видов и 4 рода новых). В самом конце фамена (конодонтовая зона *late praesulcata*) в регионе обитал 21 вид 15 родов 11 семейств (в том числе 19 видов и 5 родов новых). На уровне родов отмечается увеличение разнообразия и появление таксонов, типичных для каменноугольного периода. В начале турне количество видов возросло до 55 из 25 родов 15 семейств, в конце турне существовало 90 видов мшанок 33 родов тех же семейств (Тризна, 1958). Позднефаменная и раннетурнейская ассоциации объединены единым видом *Nikiforovella multipitata* Trizna, 1958. На родовом уровне из фамена в турне переходят *Nikiforovella* (крипостомата), *Tabuliporella* (трепостомата), *Fenestella* и *Laxifenestella* (фенестраты).

В Восточном Забайкалье в конце фамена (брахиоподовые слои с *Sphenospira julii*) обитало 12 видов мшанок из 12 родов 8 семейств (Попеко, 2000). В первой половине тур-

не сменяются три ассоциации: первая (мшанковая зона *Qudrisemicoscinium intermedium-Arborocadia argolensis*) представлена 21 видом 19 родов, вторая (мшанковая зона *Pseudobatostomella minima*) – 16 видами 14 родов (среди которых 9 видов и 6 родов новых), третья (мшанковая зона *Fenestella zabaikalica*) – 22 видами 17 родов (из которых 12 видов и 4 рода появляются в регионе впервые). Для позднефаменской и первой раннетурнейской ассоциаций характерно почти полное обновление видового состава (сохраняется только *Fenestella quadrulla* Nekh., 1956). На родовом уровне остаются *Nikiforovella* и *Pseudobatostomella*, представленные в начале карбона новыми видами. Во второй половине турне (мшанковая зона *Polypora zvonkovaе*) существовало 29 видов 18 родов, в том числе 17 видов и 8 родов новых. На уровне семейств в регионе происходит небольшое увеличение разнообразия в начале турне среди цистопорат, трепостомат и фенестрат.

На рубеже девона и карбона в классе *Stenolaemata* прослеживаются следующие особенности развития: возрастание систематического разнообразия с конца фамена; усиленное развитие с начала карбона криптостоматных (например, *Nikiforovella*) и трепостоматных родов, зародившихся в позднем фамене (конодонтовая зона *praesulcata*); резкое увеличение с начала турне образования таксономических единиц разного ранга (от видового до семейственного); снижение разнообразия трепостомат в турнейских сообществах на фоне увеличения тех же показателей у фенестрат.

Лаврентьева В.Д. Позднедевонские и раннетурнейские мшанки центральной части Русской платформы // Палеонтол. журн. 1974. № 2. С. 45–53.

Морозова И.П. Девонские мшанки Минусинских и Кузнецкой котловин. М.: АН СССР, 1961. 172 с. (Тр. ПИН АН СССР. Т. 86).

Попеко Л.И. Карбон Монголо-Охотского орогенного пояса. Владивосток: Дальнаука, 2000. 124 с.

Тризна В.Б. Раннекаменноугольные мшанки Кузнецкой котловины. Л.: Госнаучтехиздат, 1958. 433 с. (Тр. ВНИГРИ, Вып. 122).

## ABOUT THE FINDINGS OF THE *PALAEOMUTELA SUBCASTOR* AMALITZKY, 1892 IN THE SOUTH-WEST OF THE SOLIKAMSK DEPRESSION

*Danil E. Trapeznikov, Tatyana V. Fadeeva*

*Mining Institute of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences, Perm, Russia*

## О НАХОДКАХ *PALAEOMUTELA SUBCASTOR* AMALITZKY, 1892 НА ЮГО-ЗАПАДЕ СОЛИКАМСКОЙ ВПАДИНЫ

*Д.Е. Трапезников, Т.В. Фадеева*

*Горный институт УрО РАН, Пермь, Россия*

В ходе изучения керн скважин 2002 и 2003, расположенных в юго-западной части Верхнекамского месторождения солей, было установлено несколько интервалов, содержащих фаунистические остатки. Изучаемые отложения относятся к соляно-мергельной толще соликамского горизонта, уфимского яруса нижней перми.

В керне скважины 2002 выявлено три интервала, содержащих фауну. На глубине 42,3 и 100,5 м раковины двустворчатых моллюсков замещены кальцитом, поэтому их не удалось диагностировать. На глубине 153,4 м на срезе керн видны тонкие, замещенные кальцитом стенки створок, а на послойных поверхностях отмечаются многочисленные отпечатки раковин и их фрагменты. Сами раковины плохо сохранены, поэтому извлечь из породы их не удалось.

В скважине 2003 на глубине 223,1 м зафиксирован прослой глинистого мергеля, содержащего хорошо сохранившиеся, порой целые раковины двустворчатых моллюсков (образец предоставлен М.Ю. Мулыгиным, УМиГР ПАО «Уралкалий»). В ходе детального изучения, извлеченные раковины из этого прослоя, позволили идентифицировать их как *Palaeomutela* (*Palaeonodonta*) *subcastor* Amalitzky, 1892.

**Описание:** раковина тонкостенная (<1мм), равностворчатая, умеренно высокая и умеренно удлиненная (рис. 1). Длина 20,03 мм (экземпляр А); 18,3 мм (экземпляр В). Коэффициент возвышения  $K_v$  – 0,53 (А); 0,46 (В), коэффициент удлинения  $K_d$  – 1,89 (А); 2,15 (В). Верхний край покатый спереди и сзади от макушки. Брюшной край слабо округлен. Передний край округлен, задний край умеренно скошен и слабо округлен. Макушка слабо выдающаяся, тупая. Положение макушки ( $K_n$ ) – 0,37 (А); 0,34 (В).

**Микроструктура раковины:** периостракум – до 6 мкм, призматическая структура; эктостракум – до 20 мкм, пластинчатая структура; мезостракум – до 300 мкм, перекрещенно-пластинчатая структура; эндостракум – до 75 мкм, пластинчатая структура. Преобладают разновидности пластинчатой микроструктуры, характерной для представителей рода *Palaeomutela* (Силантьев, 2016).

**Распространение, время обитания:** Восточно-Европейская платформа и Приуралье; нижнепермские отложения (уфимский ярус) (Силантьев, 2016).

Сопоставление интервалов с описанными остатками моллюсков позволяет утверждать о хорошей корреляции прослоя 223,1 м (скв. 2003) и прослоя 153,4 м (скв. 2002), расположенных в верхней части соляно-мергельной толщи.

В дальнейшем этот материал позволит сопоставить изученные разрезы с выделенными в Соликамской впадине В.В. Силантьевым фаунистически охарактеризованными горизонтами (Силантьев, 1993, 1995, 1996).

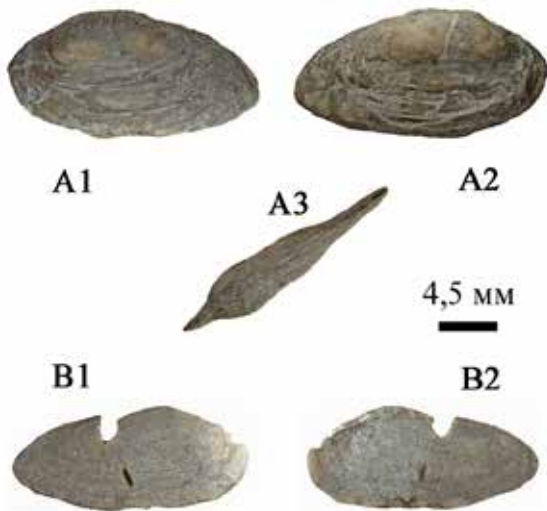


Рис. 1. Общий вид раковины *Palaeomutela* из скв. 2003, глубина 223,1 м. A1 – раковина с левой стороны; A2 – раковина с правой стороны; A3 – вид сверху на ядро сомкнутой раковины. B1 – правая створка раковины, внешняя сторона; B2 – правая створка раковины, внутренняя сторона

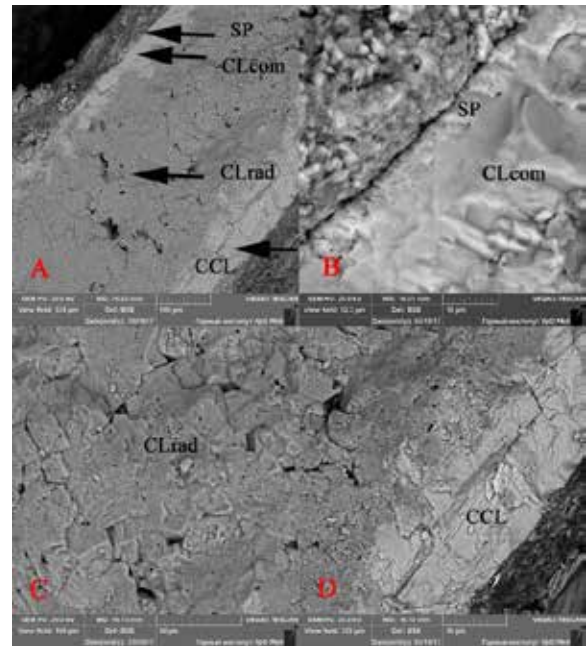


Рис. 2. Микроструктура раковины *Palaeomutela* из скв. 2003, глубина 223,1 м. Верхняя часть внешнего слоя раковины (simple prismatic – SP). Основной внешний слой раковины (comarginal crossed-lamellar – CLcom). Средний слой (radial crossed-lamellar – CLrad). Внутренний слой (complex crossed-lamellar – CCL)

- Силантьев В.В. О зональных подразделениях соликамского горизонта Соликамской впадины // Бюлл. РМСК по Центру и Югу Русской платформы. 1993. Вып. 2. С. 80–81.
- Силантьев В.В. Палеомутелы (неморские двустворки) соликамского горизонта Соликамской впадины // Бюл. Моск. о-ва испытателей природы. Отд. геол. 1995. Т. 70. Вып. 5. С. 73–82.
- Силантьев В.В. Соликамский горизонт Пермского Приуралья // Стратотипы и опорные разрезы Поволжья и Прикамья. Казань: Экоцентр, 1996. С. 13–55.
- Силантьев В.В. Пермские неморские двустворчатые моллюски Восточно-Европейской платформы: систематика, филогения, зональная стратиграфия: дис. докт. геол.-минерал. наук. Казань, 2016. 489 с.

## THE PERMIAN NON-MARINE GENUS *OPOKIELLA* PLOTNIKOV, 1949 FROM EUROPEAN RUSSIA

*Milyausha N. Urazaeva*

*Kazan Federal University, Kazan, Republic of Tatarstan, Russia*

The Permian continental basins of the East European Platform, which developed from the end of the Kungurian to the end of the Vyatkian, represented a center of diversity for the East European non-marine bivalve fauna, usually referred to as the “*Palaeomutela*-fauna” (Gusev, 1990, p. 40; Silantiev, 2015, 2016).

The root of this fauna consisted of species of the cosmopolitan genus *Palaeomutela* Amalitzky, 1892 (*Palaeomutelidae* Lahusen, 1897), which had its center of origin in the basins of the Middle Urals (Solikamsk Depression, Ufimian regional stage, Late Kungurian) (Silantiev, 2014).

The dominance of the *Palaeomutela* fauna in the non-marine basins of Eastern Europe was disrupted at the beginning of the second half of the Severodvinskian (Capitanian); a number of genera strongly differing from *Palaeomutela* in shell features appeared at this time, e.g. *Sacmariella* Kuloeva, 1967, *Verneuiliunio* Starobogatov in Betekhtina, Starobogatov et Jatsuk, 1987, and *Opokiella* Plotnikov, 1949. The genus *Verneuiliunio* and its type species *Naiadites verneuili* Amalitzky, 1892a have recently been revised (Urazaeva *et al.*, 2015). This genus, as well as the genus *Sacmariella*, can be referred to Naiaditidae Scarlato et Starobogatov, 1979 on the basis of the duplivincular ligament. The features of the hinge plate and the microstructure of the shell define the genus *Opokiella* as a separate morphological group, treated as the monogeneric family Opokiellidae Kanev, 1983.

The main difficulty in the definition of *Opokiella* lies in the confusion that arose concerning its morphological features and systematic position. Briefly this can be represented as follows:

M.A. Plotnikov (1949, p. 92) in the first diagnosis of *Opokiella*, indicated that oval-triangular shells with a sharp carina have “... a massive cardinal tooth under the umbo”. The author did not indicate the family of the genus.

E. M. Lutkevich (1960) assigned the genus *Opokiella* (with all the other Late Paleozoic non-marine bivalves) to Anthracosiidae Amalitzky, 1892a noting that “... genera with strongly different hinges are artificially combined in this family” (Lutkevich, 1960, p. 99).

H.E. Vokes (1967) assigned *Opokiella* to the Palaeomutelidae, the type genus of which is characterized by a pseudotaxodont hinge.

I.Ya. Starobogatov (1970) referred *Opokiella* (together with the genus *Palaeomutela*) to the Palaeonodontidae Modell, 1964, the type genus of which is characterized by an edentulous hinge.

A.K. Gusev (1977, 1990) placed *Opokiella* in the Anthracosiidae, indicating that this family is characterized by “... a schizodont hinge with plate-like teeth, which sometimes disappear completely or are replaced by small nodes” (Gusev, 1990, p. 156), and that the genus *Opokiella* has a “... schizodont hinge, the details of which are not completely revealed” (Gusev, 1990, p. 196).

O.A. Scarlato and I.Ya. Starobogatov (1979, p. 28), conditionally following O.A. Betekhtina (1974), included *Opokiella* in the Kinerkaellidae Scarlato et Starobogatov, 1979, the type genus of which *Kinerkaella* Khalfin, 1950 has an edentulous hinge.

G.P. Kanev (1983, p. 23) defined a new family Opokiellidae Kanev, 1983 giving the following diagnosis: “Shell oval-triangular, thick-walled, equilateral, with carina rounded. Umbo high, located close to middle of dorsal margin. Schizodont hinge with lamellar tooth, ligament external. Composition: *Opokiella* Plotnikov, 1949, *Sacmariella* Kuloeva, 1967”.

The revision of *Opokiella* is relevant for two reasons. Firstly, it is established that *Opokiella* species of different ages possess somewhat different hinges. This difference may form the basis for a phylogenetic scheme of *Opokiella*, and can be used for the development of a zonal scheme.



Secondly, on the basis of external signs, the genus *Opokiella* is close to the non-marine bivalves described by L.R. Cox (1936) under the provisional name “*Carbonicola*”, from the Upper Permian (Lopingian) of Tanzania.

This may indicate a bipolar distribution for *Opokiella*, which is not uncommon in Permian non-marine bivalves. In particular, *Palaeomutela* Amalitzky, 1892 and *Palaeonodonta* Amalitzky, 1895 are characterized by a bipolar distribution (Silantiev, Urazaeva, 2013; Silantiev, Carter, 2015) as well as some Angaridian genera (Silantiev *et al.*, 2015).

This study was partly supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 16-04-01062).

- Cox, L.R. (1936): Karoo Lamellibranchia from Tanganyika Territory and Madagascar. *J. Geol. Soc. London*. 92(1):32–54.
- Gusev, A.K. (1977): Stratigraphic significance of nonmarine bivalves of the Upper Permian of the European part of the USSR (Stratigraphic significance of non-marine bivalves in the Upper Permian of the European part of the USSR). In: *Materialy po stratigrafii verkhnei permi na territorii SSSR*. Kazan: Izd. Kazan. Gos. Univ., pp. 94–128.
- Gusev, A.K. (1990): *Nemorskie dvustvorchatye mollyuski verkhnei permi Evropeiskoi chasti SSSR (Non-marine Bivalve Mollusks from the Upper Permian of the European Part of the USSR)*. Kazan: Izd. Kazan. Gos. Univ., pp. 1–295.
- Kanev, G.P. (1983): Sistematika permskikh nemorskikh dvustvorchatykh mollyuskov v paione evropeiskogo severa SSSR (The systematics of Permian non-marine bivalves in the European north of the USSR). *Tr. Inst. Geol. Akad. Nauk SSSR, Komi Filial*, 44:22–23.
- Lutkevich, E.M. (1960): Order Schizodonta. In: *Osnovy paleologii. Mollusca–Polyplacophora, Bivalvia, Scaphopoda*. Moscow: Izd. Akad. Nauk SSSR, pp. 93–102.
- Plotnikov, M.A. (1949): New data on fauna of the Tatarian Stage in the basins of the Sukhona and Malaya Northern Dvina rivers. *Ezheg. Vsesoyuz. Paleontol. Ob–va*, 13:91–98.
- Scarlato, O.A. & Starobogatov, Y.I. (1979): General evolutionary patterns and the system of the Class Bivalvia. In: *Morphology, Systematics and Phylogeny of Molluscs. Trudy Zool. Inst.*, 80:5–39.
- Silantiev, V.V. & Carter, J.G. (2011): On Changes in Taxonomy of Nonmarine Bivalve Mollusks of the Late Paleozoic in the New Edition of “*Treatise on Invertebrate Paleontology*”. *Byull. Mosk. Ob–va Ispyt. Prir., Otd. Geol.*, 86 (1): 14–17.
- Silantiev, V.V. & Urazaeva M.N. (2013): Shell Microstructure in the Permian Nonmarine Bivalve *Palaeomutela* Amalitzky: Revision of the Generic Diagnosis. *Paleontological Journal*, 47(2): 139–146.
- Silantiev, V.V. (2014): Permian nonmarine bivalve zonation of the East European Platform. *Stratigr. Geol. Korrelyatsiya*, 22 (1): 1–27.
- Silantiev, V.V. (2015): Evolution of Permian nonmarine bivalve fauna in East European Platform. *Byull. Mosk. Ob–va Ispyt. Prir., Otd. Geol.*, 90(6):48–57.
- Silantiev V.V., Chandra, S. & Urazaeva, M.N. (2015): Systematics of Nonmarine Bivalve Mollusks from the Indian Gondwana Coal Measures (Damuda Group, Permian, India). *Paleontol. J.* 49(12):1235–1274.
- Silantiev, V.V. (2016): Permian non-marine bivalves of the East European Platform: stratigraphic distribution and correlation. *Byull. Mosk. Ob–va Ispyt. Prir., Otd. Geol.* 91(1):50–66.
- Vokes, H.E. (1967): Genera of the Bivalvia: A systematic and bibliographic catalogue // *Bull. Am. Paleontol.*, 51(322):111–594.
- Urazaeva, M.N., Silantiev, V.V. & Usmanova, R.R. (2015): Revision of Late Permian Nonmarine Bivalves of the Genus *Verneuilunio* Starobogatov, 1987 and Its Type Species *Naiadites verneulli* Amalitzky, 1892. *Paleontological Journal*, 49(11):1174–1183.

## USING OF LITHOGEOCHEMICAL AND GEOPHYSICAL DATA FOR THE SOLIKAMSK FORMATION STRATIFICATION OF VERKHNEKAMSKOE DEPOSIT

*Tatyana A. Utkina*

*Perm Federal Research Center, Ural Branch, RAS, Perm, Russia*

## ПРИМЕНЕНИЕ ДАННЫХ ЛИТОХИМИИ И ГЕОФИЗИКИ ДЛЯ СТРАТИФИКАЦИИ СОЛИКАМСКОЙ СВИТЫ ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ

*Т.А. Уткина*

*Пермский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук, Пермь, Россия*

Соликамская свита, характеризующаяся резкой вертикальной и латеральной фациальной изменчивостью и завершающая разрез нижнепермского эвапоритового комплекса, была сформирована в начальный период трансгрессивного цикла раннепермского моря, когда шло постепенное распреснение реликтовой кунгурской палеолагуны. Первые попытки стратификации соликамской свиты были сделаны еще в начале XX в., когда геологи Уральского геологического управления Б.И. Сапегин и А.И. Белоликов разделили ее на две толщи: соляно-мергельную и терригенно-карбонатную (Иванов, Воронова, 1975). Позднее применение данных гамма-каротажа (Третьяков, Сапегин, 1981), а также корреляция и анализ 540 скважин (Трапезников, 2015) позволили выделить в строении соликамской свиты 10 реперных слоев, представленных каменной солью или гипсовой (глинисто-гипсовой) породой.

Для выявления дополнительных маркирующих признаков надсолевой толщи применялся биостратиграфический метод (Иванов, Воронова, 1975), а также анализ распределения по разрезу рассеянных элементов, битумов и спорово-пыльцевого комплекса (Третьяков, Сапегин, 1981). Первый не нашел своего применения ввиду бедности и однообразия фаунистического материала, а последние, несмотря на свою действенность, не применяются в связи с их трудоемкостью.

В 2015 г. нами для выяснения литохимических особенностей пород соликамской свиты был проанализирован химический состав образцов глинисто-карбонатных пород, отобранных при проходке шахтных стволов строящегося Усть-Яйвинского рудника, а полученные результаты были рассчитаны на три нормативные фазы: кальцит, доломит и глинистые минералы (Калинина, Чайковский, 2015).

Анализ распределения кальцита в породах соликамской свиты позволил расчленить ее на 21 циклит (10 – в соляно-мергельной толще и 11 – в терригенно-карбонатной). В пределах каждого циклита содержание кальцита уменьшается от подошвы к кровле. Отмечено, что к основанию некоторых циклитов приурочены максимумы содержания глинистого материала, к верхам – прослойки сульфатов, тогда как максимумы содержания доломита тяготеют к средней-верхней части. К сожалению, несмотря на свою эффективность, данный метод имеет одно существенное ограничение в проведении – для его реализации необходим керновый материал, что ограничивает его применение к ранее пробуренным скважинам, по которым керн не сохранился.

Сопоставление данных литохимии и геофизических исследований скважин (Уткина, 2017) показало их хорошую сопоставимость. Анализ кривых бокового и гамма-каротажа позволил разделить разрез надсолевых пород на 33 циклита (16 – в соляно-мергельной и 17 – в терригенно-карбонатной). В пределах каждого циклита содержание глинистой фазы уменьшается от подошвы к кровле (падение кривой гамма-каротажа), тогда как к верхней-средней части выделенных циклитов приурочены максимумы содержания доломитового и гипсового материала (пики на кривой бокового каротажа). Данные циклиты отличаются от тех, что были выделены по данным литохимии, меньшей мощностью, о чем свидетель-

ствуют их модальные интервалы: для соляно-мергельной толщи – 3–4 и 8–9 м, для терригенно-карбонатной толщи – 8–9 м, тогда как на кривых литохимии они равны 4–6, 8–10 и 10–12 м соответственно. Предполагается, что меньшая мощность выделенных циклитов по данным гамма-каротажа может быть связана с меньшим шагом съемки (при ГИС в пределах одного метра фиксируются данные в 10 точках, тогда как отбор образцов для литохимии составлял в среднем 1–2 точки и реже).

Анализ распределения мощностей циклитов по разрезу показал, что в нижней части как соляно-мергельной, так и терригенно-карбонатной толщи происходит чередование циклитов с максимальной и минимальной мощностью, что дает возможность говорить о резкой смене условий седиментации в соликамском бассейне. Предполагается, что такая смена может быть связана с неустановившимся тектоническим режимом в соликамском бассейне: сильная изменчивость в раннесоликамское время (нижняя часть соляно-мергельной толщи), сменившаяся относительно длительными спокойными периодами во время накопления верхней части соляно-мергельной толщи и терригенно-карбонатной толщи.

Таким образом, совместное применение данных литохимии и геофизики позволяет успешно стратифицировать разрез соликамской свиты Верхнекамского месторождения, а методы существенно повышают результативность и эффективность друг друга. Ограничением для проведения подобных исследований являются зоны развития тектонических нарушений и гипергенных процессов, которые вызывают существенное изменение состава пород и их физических свойств.

Иванов А.А., Воронова М.Л. Верхнекамское месторождение калийных солей. Л.: Недра, 1975. 219 с.

Калинина Т.А., Чайковский И.И. Литохимия пелитоморфных пород соликамской свиты Верхнекамского месторождения солей // Горное эхо. 2015. № 1 (58). С. 28–32.

Трапезников Д.Е. Особенности осадконакопления в соликамское время в пределах Верхнекамского месторождения // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении: сб. науч. ст. Пермь: Перм. гос. ун-т, 2015. Вып. 18. С. 223–229.

Третьяков Ю.А., Сапегин Б.И. Стратификация соляно-мергельной толщи района Верхнекамского месторождения калийных солей // Строение и условия образования соленосных формаций. Новосибирск: Наука, 1981. С. 52–59.

Уткина Т.А. О корреляции литохимических и геофизических данных в надсолевых толщах ВКМС // Стратегия и процессы освоения георесурсов: сб. науч. тр. Пермь: ГИ УрО РАН, 2017. Вып. 15. С. 12–17.

## **PERMIAN DEPOSITS WITHIN THE WESTERN PART OF KHANTY-MANSI AUTONOMOUS AREA (WESTERN SIBERIA)**

*Natalya P. Yakovleva, Galina P. Myasnikova*

*AI «Scientific and Analytical Center for Rational Subsurface named after V.I. Shpilman», Tyumen, Russia*

## **ПЕРМСКИЕ ОТЛОЖЕНИЯ В ПРЕДЕЛАХ ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ХМАО (ЗАПАДНАЯ СИБИРЬ)**

*Н.П. Яковлева, Г.П. Мясникова*

*АУ «Научно-аналитический центр Рационального недропользования им. В.И. Шпилемана»*

Районирование пермских отложений на территории ХМАО – сложный вопрос, в связи с небольшим количеством скважин, вскрывающих такие отложения, а также с достаточно малым количеством находок, пригодных для определения возраста. В «Решениях межведомственного совещания...» (1999 г.) отмечается, что «На территории Западно-Сибирской равнины установить в отложениях перми слои, соответствующие стандартным зонам, не представляется возможным из-за фрагментарности кернового материала и редкого присутствия ископаемых организмов» (Решения ..., 1999).

На территории Западной Сибири осадконакопление происходило в основном в раннем и среднем палеозое, в течение карбона и перми (время окончания герцинской складчатости) территория испытывала воздымание, в результате, отложения не накапливались. Относительный возраст отложений охарактеризован спорово-пыльцевыми находками в единичных скважинах.

В западной части ХМАО в скважине 111 Половинкинской вскрыты доюрские отложения (h-200 м). По материалам З.В. Лашневой в инт. 2115–2125 м, представленном базальтами возраст пород составил  $261 \pm 9$  млн лет (K-Ar-метод), что согласно ОСШ (2014 г.) соответствует татарскому отделу  $P_3$ . На пермских отложениях толщиной 60 м залегают отложения туринской серии в инт. 2102–1961 м, возраст которых определен по СП комплексу как верхнеоленинск-анизийский ( $T_{1o}-T_{2a}$ ).

Интрузивные породы, обрамляющие триасовые грабены, представлены в большинстве случаев гранитами пермского возраста. В пределах Уват-Ханты-Мансийского срединного массива, скважиной Северо-Нялинская 31-П на глубине 3050–3055 м были вскрыты гранодиориты, K-Ar изохрона которых (порода и минералы) дала возраст  $230 \pm 2$  млн лет. Учитывая интенсивные вторичные преобразования породы, А.Г. Клец, В.А. Конторович и др. полученный возраст трактуют как время последнего тектонотермального события, обусловленного выведением гранодиоритового массива в верхние горизонты коры при триасовом рифтогенезе. Полученная из этих же гранодиоритов Rb-Sr изохрона доказывает раннепермский возраст собственно магматического внедрения этого массива [3]. Количество скважин, вскрывших вулканиты кислого состава (интрузивного и эффузивного) на территории ХМАО-Югры примерно равно количеству скважин, вскрывших базальты. Интрузивные породы кислого состава, вскрытые скважинами, расположены в непосредственной близости от эффузивов кислого и основного состава. Что подтверждает тесную связь между плутоническими, субвулканическими и вулканическими образованиями. От глубинных плутонических тел ответвляются подводные каналы вулканов, заполненные застывшими расплавами (Раст, 1982). По трещинам, пересекающим кровлю магматического очага, магма поднималась на поверхность и таким образом питала вулканы. Кислые эффузивные породы, вскрытые скважинами в пределах Рогожниковской грабенообразной впадины, В.С. Бочкарев, Т.А. Коровина и др. выделяют в отдельную, самостоятельную «рогожниковскую серию» пермо-триасового возраста (Бочкарев, 2009, Коровина, 2009). Выполненные в палеонтологической лаборатории ЗапСибНИГНИ при участии Л.М. Медведевой на Рогожниковской площади палинологические исследования и определение аб-

солютного возраста U/Pb изотопным методом на зернах циркона показали, что магматические процессы формирования пород датируются  $T_1$ – $P_3$  временем в диапазоне 245–255 млн лет. Палинологические исследования минерализованных СПК в вулканогенных породах подтверждают изотопные датировки (Коровина, 2009).

В скважинах Рогожниковской площади были обнаружены миоспоры верхнепермского возраста. В скв. 749 с гл 2821,4 м, 2820,8 м в туфах обнаружены минерализованные миоспоры, представленные двух-, трех-, четырех- и многомешковой пылью верхнепермского возраста  $P_3$ . В глинистом алевролите скв. 756 в инт. 2680–2686 м обнаружены минерализованные, углефицированные и аморфные миоспоры верхней перми: *Bascanisporites* sp., *Taeniaesporites* sp., *Fuldaesporites* sp. Чуть выше в этом же интервале, сложенном туфопесчаником, найдены миоспоры  $P_3$  *Bascanisporites* sp. (Чирков, Коровина, Шадрина и др., 2016).

В пределах Елизаровского прогиба пробурена скв. 30 Северо-Аркановская, в вулканогенно-терригенном песчанике в двух интервалах 3193.6–3200 м и 3247.4–3254.8 м по спорам и пыльце С.И. Пуртовой определен предположительно позднепермский-раннетриасовый возраст.

Таким образом, за последнее время появилась новая информация об отложениях, возраст которых определяется как пермский. Подверглись существенной переработке Международная стратиграфическая схема и общая стратиграфическая шкала пермской системы, что должно найти отражение в решениях Межведомственного совещания по пермской системе Западной Сибири. Необходимо дальнейшее комплексное изучение пермских отложений и детальное определение их возраста. Пермско-триасовые отложения являются наиболее перспективным объектом поиска углеводородного сырья в доюрском комплексе. Согласно оценке ресурсов пермско-триасовые отложения вмещают около 6 млрд т углеводородного сырья.

Бочкарев В.С., Брехунцов А.М., Лукомская К.Г. К проблеме пермо-триаса Западной Сибири // Горные ведомости. 2009. № 3. С. 2–27.

Голубева Е.А., Криночкин В.Г. Сейсмогеологическое строение доюрского основания Рогожниковской площади // Вестник недропользователя. 2001. № 6. С. 35–45.

Клец А.Г., Конторович В.А., Иванов К.С., Казаненков В.А., Сараев С.В., Симонов В.А., Фомин А.Н. Геодинамическая модель доюрского основания – основа нефтегазогеологического районирования верхнедокембрийско – нижнетриасового структурного этажа Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО-Югры. Материалы X научно-практической конференции. Ханты-Мансийск. Т. I. 2007. С. 79–90.

Коровина Т.А., Кропотова Е.П., Минчинков Н.Н. и др. Доюрское основание (ПСЭ) в Западной Сибири – объект новых представлений на природу нефтегазоносности (из опыта исследований и практического освоения Рогожниковского ЛУ) // Пути реализации нефтегазового и рудного потенциала ХМАО-Югры Материалы XII научно-практической конференции. Т. 1. 2009. С. 202–213.

Раст Х. Вулканы и вулканизм. Мир. М., 1982. 344 с.

Решения межведомственного совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины / под ред. В.И. Краснова. Новосибирск, 1999. 79 с.

Чирков В.Л., Коровина Т.А. Шадрина С.В., Кропотова Е.П., Бочкарев В.С., Брадучан Ю.В., Глушко Н.К. Детальное обоснование возраста рогожниковской серии пермотриаса Ханты-Мансийского района Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Горные ведомости. 2016. № 3–4. С. 86–93.

# UPPER TRIASSIC - LOWER CRETACEOUS SANDSTONE RESERVOIRS IN THE SYRIAN EUHRATES GRABEN: SEDIMENTOLOGICAL REVIEW

Yousef Ibrahim<sup>1</sup>, Morozov Vladimir<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan Federal University, Republic of Tatarstan, Russian Federation; [ibrahem.youseef@mail.ru](mailto:ibrahem.youseef@mail.ru)

Euphrates Graben is located in the eastern part of Syria (Fig.1- A). It consists of a failed Mesozoic rift system covering an area of 100 x 200 km. The upper Triassic - lower Cretaceous (*Mulussa F and Rutbah* reservoirs) are approximately 1200 m thick (Fig.1- B), their deposits almost cover the whole graben (Fig.1- C), and contain 70-80% of the hydrocarbon volumes within the area. The petrological investigation showed that the sediments are composed of floodplain claystones interbedded with medium grained fluvial sandstones. The main abundant lithofacies are paleosols, braided river channels, crevasse splay, flood plain shale and over bank sands (Fig.1- D). The depositional environment ranges from a low-energy, wet, highly vegetated fluvial system to a high-energy, relatively dry, braided fluvial system (Fig.1- D).

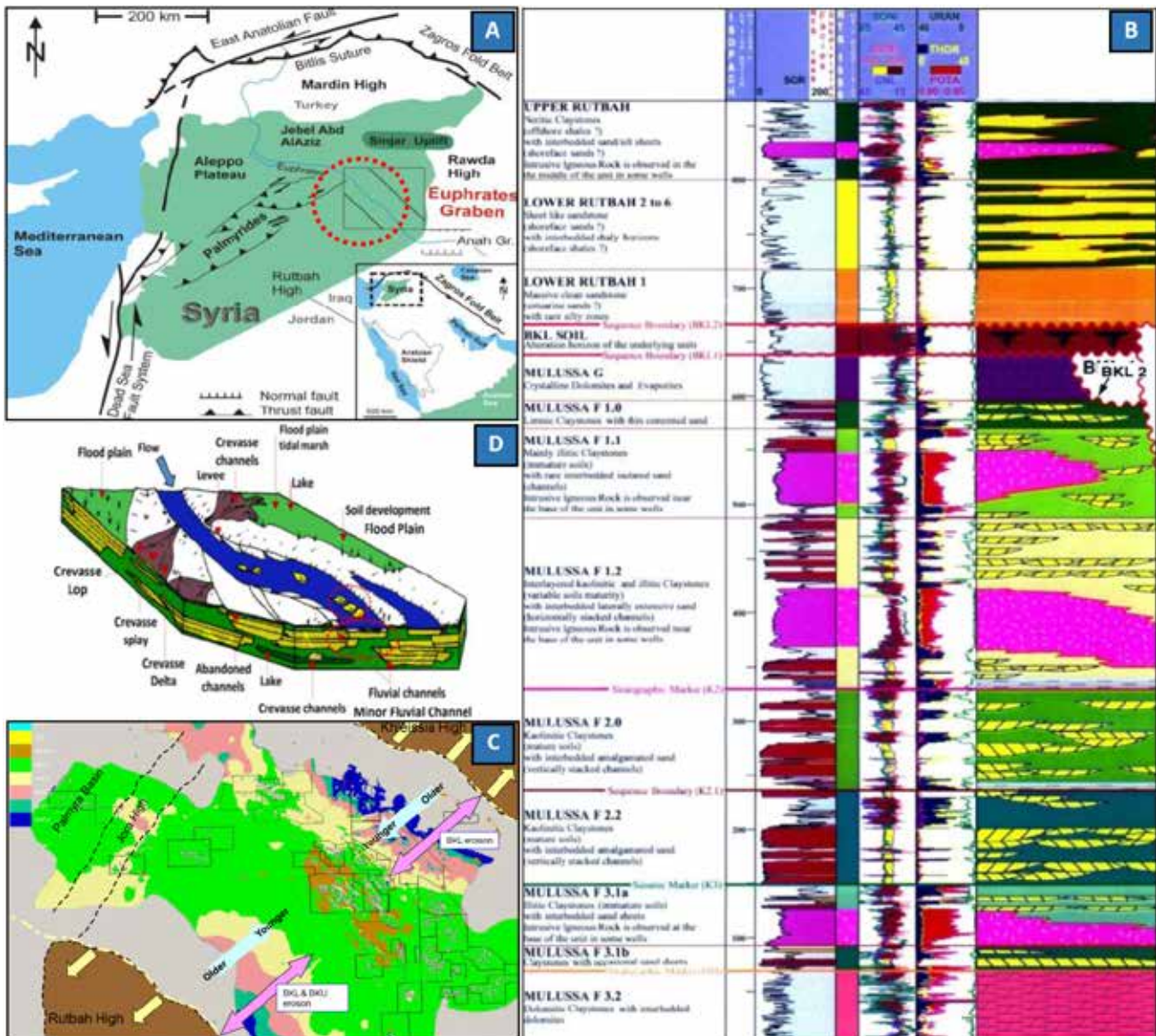


Fig.1. (A)-Schematic of Syria and Euphrates Graben. (B)- Stratigraphic column of the reservoirs levels. (C)- Depositional environments. (D)- upper Triassic – lower Cretaceous distribution map



The sandstones intervals range in thickness between 1 to 20 m; they consist of single to multistory sandstone bodies (Fig.2- A). It is mainly quartz arenite, fine to medium grained 150 to 500  $\mu\text{m}$ , well-sorted, forms good reservoirs when it does not contain clay materials as matrix or detrital components (Fig.2- B, C, and D). The porosity is between 10 to 17% consisting of intergranular pores of 25 to 200  $\mu\text{m}$ .

The claystone intervals are different in color and structure; at the bottom of the section, they are dark grey to black, rich in illite and show high potassium content. At the middle part section, the claystone is usually rich in kaolinite and shows low potassium content and a color between medium to light grey (Fig.2- A). At the upper part, the claystone is very variable in color and composition but is still dominated by illite/smectite assemblages and shows high content of potassium.

Petrographic and petrological investigation combined with Scanning electron microscope SEM, X-ray diffraction XRD, EDS and core analysis has been used to assess timing of growth and origin of minerals and cements and diagenetic characteristics. Conspicuous authigenic phases within the sandstones include quartz overgrowths, kaolinite, pyrite, siderite, ferroan dolomite, anhydrite, chlorite and authigenic hair-like illite (Fig.2- F, G and H). The diagenetic history of the reservoirs has been greatly influenced by early diagenetic processes which included clay infiltration of sandstones, and the precipitation of authigenic quartz, kaolinite, siderite and pyrite.

These early diagenetic processes caused significant porosity loss within the finer grained and texturally less-mature sandstones. Durial burial bicarbonate solutions migrated through the sandstones locally precipitating extensive ferroan dolomite. Kaolinite also precipitated as microporous, pore-filling aggregates.

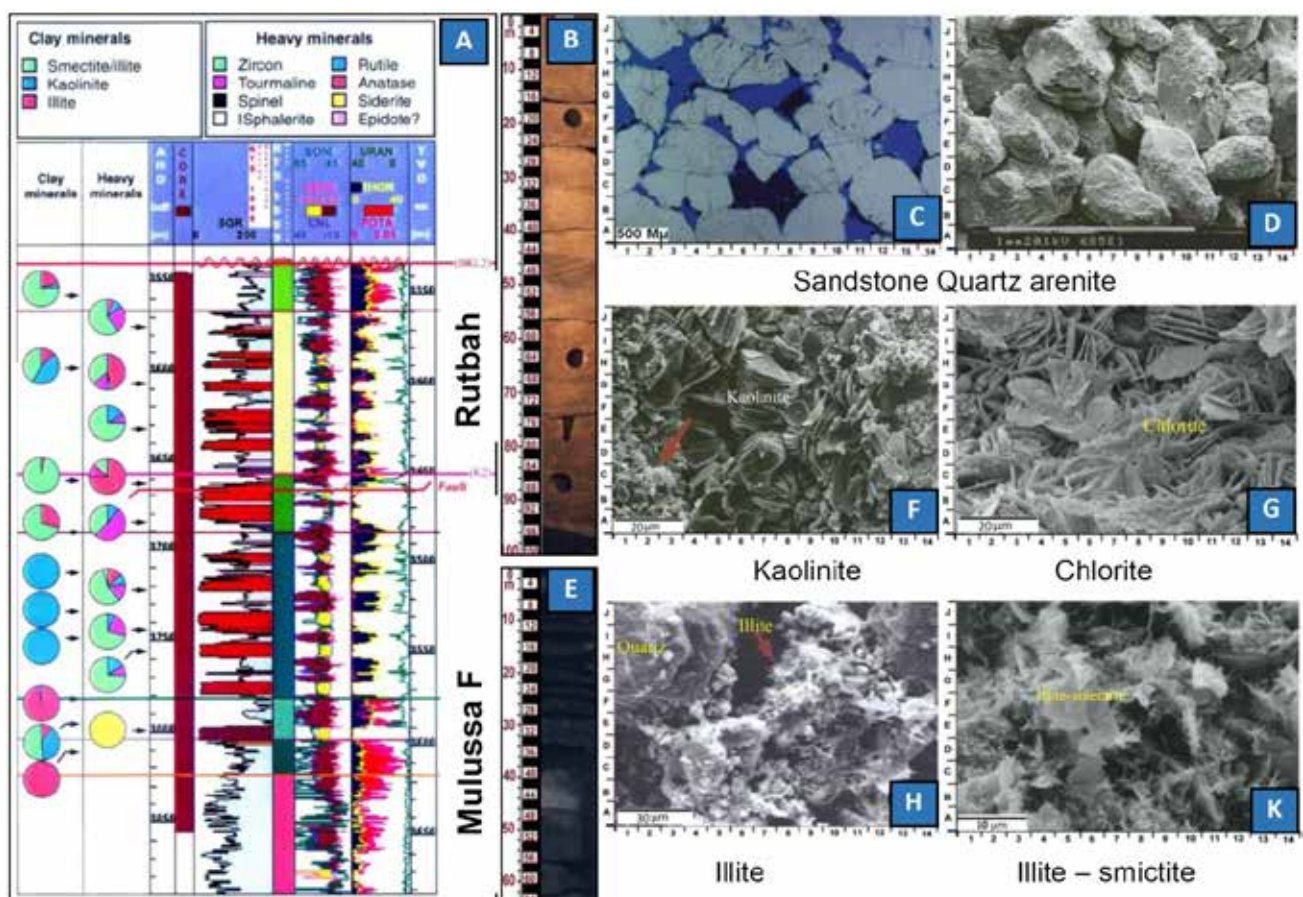


Fig.2. (A)- Upper Triassic – Lower Cretaceous section combined with XRD analyses.



# ON METHODS FOR IMPROVING TECTONIC PRECONDITIONS FOR THE SEARCH OF HYDROCARBON DEPOSITS BASED ON THE GEODYNAMIC STUDY OF THE VOLGA-KAMA ANTECLISE

*Haidar G. Zeenatov*

*ZAO NPO "Geotraverse", Kazan, Russia*

## О МЕТОДИКЕ УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ТЕКТОНИЧЕСКИХ ПРЕДПОСЫЛОК ПОИСКОВ МЕСТОРОЖДЕНИЙ УГЛЕВОДОРОДОВ НА ОСНОВЕ ИЗУЧЕНИЯ ГЕОДИНАМИКИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ВОЛЖСКО-КАМСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ

*Х.Г. Зинатов*

*ООО НПП «Геотраверс», Казань, Россия*

1. Представления о том, что: 1) в геологии есть континуум: диалектически неразрывная и взаимовлияющая сопряженность в пространстве и во времени разнопорядковых блоков земной коры и осложняющих их дислокаций как «формы», а горных пород, минералов и, соответственно, месторождений полезных ископаемых как «содержания»; 2) осадочные породы участвуют в образовании месторождений углеводородов как породы тектонически вовлеченные в качестве коллекторов и покрышек, в тектонически predetermined ловушки для углеводородов; 3) месторождения углеводородов на всей Земле имеют исключительно молодой – позднеплиоцен-четвертичный возраст, и исходя из принципов «структурной и рудной синхронности» определяется необходимость усовершенствования тектонических предпосылок поисков месторождений горючих полезных ископаемых на основе изучения, прежде всего неогеодинамики нефтегазоносных бассейнов (НГБ).

2. Методология и методика геодинамических исследований для прогноза и поисков месторождений твердых и горючих полезных ископаемых и понимание «геодинамики», тектонических предпосылок поисков промышленно значимых месторождений полезных ископаемых, а также принципы усовершенствования тектонических предпосылок поисков месторождений полезных ископаемых подробно рассмотрены в (Зинатов, 2013; Зинатов, Ефимов, 2011).

3. На основе дешифрирования разномасштабных космических снимков (КС) и использования наземной геолого-геофизической и геоморфологической информации, а также тектонофизического анализа всех материалов были установлены основные структурные элементы, формирующиеся в неогеодинاميке структуры земной коры Волжско-Камской антеклизы (ВКА) и территории Республики Татарстан (РТ) и, соответственно, структурно-кинематические закономерности размещения и динамические (в свете полей напряжений) условия формирования и сохранности месторождений УВ (Зинатов, 2015 а, б).

4. Формирование месторождений горючих полезных ископаемых в ВКА и на территории РТ зависят от геодинамики региона, обусловленной на всем протяжении геодинамики ВКА как внешними и внутренними траспрессиями для Восточно-Европейской плиты, а также неогеодинاميческим внутренним движением и деформационным взаимодействием разнопорядковых блоков земной коры и формирующихся при этом на границах и внутри блоков однопорядковых этим блокам парагенетичных дизъюнктивных и пликативных дислокаций.

5. Прогноз выявления новых месторождений нефти на основе выявленных структурно-кинематических закономерностей размещения и геодинамических условий сохранности месторождений нефти на территории РТ приведен в (Зинатов, Ефимов, 2011).

6. Соотношения геодинамических позиций визейских месторождений каменного угля, месторождений битумов в уфимских и казанских отложениях и масштабности месторождений нефти позволяют, с одной стороны, считать, что приток УВ в визейском веке в верхние слои земной коры мог существенно повлиять на образование месторождений камен-

ного угля, а в плиоцен-позднеплейстоценовое время и битумов, а с другой – усомниться во влиянии месторождений каменного угля и битумов в РТ на образование и тем более в «нисходящую» вертикально вниз направленную подпитку гигантских месторождений нефти в РТ и в ВКА. Такая точка зрения на формирование месторождений нефти на территории РТ, по-видимому, метафизична. В целом это же, по-видимому, следует сказать и о теоретических представлениях сторонников биогенного образования месторождений УВ во внутренних частях континентальных плит (Зинатов Х.Г., 2015 а).

7. Дешифрирование КС и совокупный тектонофизический анализ материалов дешифрирования КС и геолого-геофизической информации позволяет строить по принципам «от общего к частному» неотектонические структурно-кинематические карты исследуемого региона. Построенные карты и ретроспективный анализ размещения древних фаций и литофаций на основе таких карт позволяют установить структурно-кинематические закономерности размещения месторождений горючих полезных ископаемых: устойчиво повторяющуюся связь определенных генетических типов и видов горючих полезных ископаемых с определенными по механизму образования дислокациями, а также сформулировать представления о динамических (в свете полей напряжений) условиях образования, сохранности (и подпитки месторождений УВ) и уничтожения месторождений полезных ископаемых.

8. За последние 20 лет в верхних слоях земной коры РТ, как составной части «старого» НГБ – ВКА, где предельно реализована «Антиклинальная теория образования месторождений нефти Аби́ха» для выявления мелких месторождений УВ в осадочном чехле ВКА, настойчиво проводились под руководством Р.Х. Муслимова прогнозно-поисковые исследования по выявлению месторождений УВ в кристаллическом фундаменте территории РТ. Учитывая вовлеченность на территориях ВКА и РТ в неогеодинамику формирования многих нефтеносных взбросо-надвиговых антиклиналей и их кулисных рядов – «валов» пород кристаллического фундамента, а также несомненную подверженность кристаллического фундамента неогеодинамическим процессам, позволяют предложить следующее: в основу перспективного прогноза и поисков месторождений УВ в кристаллическом фундаменте территорий ВКА и РТ следует положить рассмотренные усовершенствованные нео- и в целом геодинамические предпосылки поисков месторождений горючих полезных ископаемых (Зинатов, 2015 а, б; Зинатов, Ефимов, 2011).

Зинатов Х.Г. Поля напряжений – ведущие факторы образования, сохранности и разрушения месторождений эндогенных промышленных месторождений неметаллов в Центральной части Алданского щита и их применение в геодинамических и прогнозно-поисковых исследованиях // Электронный журнал «Глубинная нефть». 2013. Том I, № 5. С. 660–683. URL: [http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-1-5-2013/6\\_Zinatov\\_1-5-2013.pdf](http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-1-5-2013/6_Zinatov_1-5-2013.pdf)

Зинатов Х.Г. Совершенствование тектонических предпосылок поисков месторождений битумов на основе геодинамических исследований формирования верхнепермских месторождений битумов в Республике Татарстан // Электронный журнал «Глубинная нефть». Том 2. № 12. 2014. С. 2007–2017. URL: [http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-2-12-2014/5\\_Zinatov\\_2-12-2014.pdf](http://journal.deepoil.ru/images/stories/docs/DO-2-12-2014/5_Zinatov_2-12-2014.pdf)

Зинатов Х.Г. О методике нефтегазового районирования на основе изучения геодинамики юго-восточной части волжско-камской антеклизы. Тезисы на конференции «4-е Кудрявцевские чтения». Москва. АО «ЦГЭ». 2015 г (а). URL: [http://conference.deepoil.ru/images/stories/docs/4KR/theses/Zinatov\\_Theses-1.pdf](http://conference.deepoil.ru/images/stories/docs/4KR/theses/Zinatov_Theses-1.pdf)

Зинатов Х.Г. О вариантах проявления вулканизма и землетрясений как глубинных факторов формирования месторождений углеводородов и их применение при неогеодинамических исследованиях формирования месторождений углеводородов. Тезисы на конференции «4-е Кудрявцевские чтения». Москва. АО «ЦГЭ». 2015 г (б). URL: [http://conference.deepoil.ru/images/stories/docs/4KR/theses/Zinatov\\_Theses-2.pdf](http://conference.deepoil.ru/images/stories/docs/4KR/theses/Zinatov_Theses-2.pdf)

Зинатов Х.Г., Ефимов А.А. Выбор нефтеперспективных площадей в Республике Татарстан на основе неогеодинамических исследований и разработки моделей месторождений углеводородов с применением тектонофизического анализа // Нефть. Газ. Новации. 2011, № 4. С. 53–67.

# **AN IMPACT OF THE VOLGA-KAMA ANTECLISE GEODYNAMICS ON THE FORMATION OF FACIES OF SEDIMENTARY DEPOSITS: A RETROSPECTIVE ANALYSIS**

**Haidar G. Zeenatov**

*ZAO NPO «Geotraverse», Kazan, Russia*

## **РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ГЕОДИНАМИКИ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ВОЛЖСКО-КАМСКОЙ АНТЕКЛИЗЫ НА ФОРМИРОВАНИЕ ЛИТОФАЦИЙ И ФАЦИЙ ОСАДОЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ**

**Х.Г. Зинатов**

*ЗАО НПО «Геотраверс», Казань, Россия*

1. При литолого-палеогеографических, палеотектонических и фациальных реконструкциях практически не привлекаются реальные разнопорядковые дислокации. Вместе с тем диалектически неразрывная и взаимовлияющая сопряженность в пространстве и во времени тектоники как «формы» и горных пород как «содержания», а также участие осадочных пород в образовании месторождений углеводородов, «вовлеченных», в качестве коллекторов и покрышек, в тектонически-предопределенные ловушки для углеводородов, определяет необходимость усовершенствования критериев прогноза и поисков месторождений углеводородов на территории Волжско-Камской антеклизы, в частности на территории Республики Татарстан, на основе синтеза богатейшего фактического материала по исследованию литофаций и фаций от четвертичного до позднедевонского времени с результатами геодинамических исследований. Современные представления геологов-нефтяников об исключительно молодом возрасте месторождений углеводородов и о новейшем времени последней, возможно, продолжающейся и сейчас, фазы формирования залежей углеводородов, определяют возможность начать такой синтез с синтеза данных о формировании литофаций и фаций с неогеодинимическими исследованиями, и уже на их основе провести ретроспективные реконструкции связи – сопряженности формирования литофаций и фаций, соответственно, будущих пород-коллекторов и пород-покрышек с более древней геодинамикой юго-восточной части Волжско-Камской антеклизы (Зинатов, 2015).

2. На основе дешифрирования космических снимков и интерпретации данных дешифрирования с использованием геолого-геофизических данных основными структурными элементами формирующейся структуры верхней части литосферы юго-востока ВКА являются: 1) неотектонические блоки первого порядка, представленные своими краевыми частями (Ветлужско-Вятский, Ижевско-Пермский, Приволжский и Южно-Татарско-Приоренбургский), а также входящие в их состав блоки земной коры более высоких порядков; 2) пограничные – межблоковые зоны разломов глубокого заложения и внутриблоковые разломы более низких порядков; 3) приразломные пликативные дислокации – локальные антиклинальные и синклинальные складки, образующие вдоль разнопорядковых разломов кулисные ряды – валы, которые развиты на границах и во внутренних частях блоков; 4) четвертичные эрозионно-тектонические приразломные впадины; 5) кольцевые структуры. Формирование современной структуры земной коры территории Республики Татарстан в составе Волжско-Камской антеклизы происходит под давлением с востока, со стороны Уральского неотектонического орогена, и с юга, со стороны Оренбургско-Пугачевской литопластины, в результате развития Прикаспийской впадины (Зинатов, 2015).

3. Отсутствие на территории Южно-Татарско-Приоренбургского «мегавала» пород палеогена и мезозоя свидетельствует об их эродированности в ходе неотектонического его формирования. Синтез данных литолого-палеогеографических карт для пермского периода Волжско-Камской антеклизы (Игнатев, 1976), карт фаций турнейского яруса (Муслимов и др., 1999), схем палеотектоники франского и фаменского времени, карт суммарных

мощностей девонских и карбоновых отложений для территории Республики Татарстан (Хисамов и др., 2006) с неогеодинимическими моделями Волжско-Камской антеклизы и в ее составе территории Республики Татарстан позволил констатировать, что неотектонически активные Высыкогорско-Салмышский и Привятский разломы: 1) в северодвинское время определили юго-западную границу области сноса терригенного материала в осадочный бассейн Волжско-Камской антеклизы, являясь разломами со взбросо-надвиговой кинематикой; 2) в поздне-, раннеказанское и бугульминско-байтугановское времена своим, возможно, сдвиговым периодом развития, они сами являлись зонами осадконакопления и определили позицию и развитие Главного палеопрогиба, по В.И. Игнатьеву, Волжско-Камской антеклизы; 3) в раннеказанское время разломы являлись границей между преимущественно терригенными, терригенно-карботными меденосными отложениями и известняками нормально-соленого моря; 4) в уфимском веке (шешминское время) данные разломы определили позицию Уфимской палеотеррасы и являлись, по образному выражению В.И. Игнатьева, «границей борьбы суши и моря» и областью накопления дельтовых и авандельтовых отложений в зонах самих разломов, контролировавших положение русел палеорек; 5) в соликамское время данные зоны разломов в целом определяли границу между Белой пустыней – равниной суши центральных областей Русской платформы и Солекамской палеотеррасой, по В.И. Игнатьеву, проявив себя в то время как сбросы; 6) прослеживается влияние рассматриваемых зон разломов и парагенетичных им разломов второго порядка на размещение фаций и литофаций, не только как их границ, но и как дислокаций, которые сами контролировали их формирование и мощности; 7) в турнейском веке слабо «растущему» Южно-Татарско-Приоренбургскому «мегавалу» (вероятно, «росшему» по механизму его неогеодинимического формирования: по механизму сдвига-взбросо-надвиговой дислокации) соответствовала площадь формирования фаций эвфотической зоны шельфа, которая с запада, севера и востока обрамлялась фациями крутого склона подводной возвышенности или прибрежно-мелководными, или прибрежно-мелководными и подводно-дельтовыми фациями, и 8) поскольку юго-западные, западные, северные, и северо-восточные пределы рассматриваемого «мегавала» обрамлены Камско-Кинельской системой прогибов, то можно полагать, что он начал формироваться как конседиментационная структура в позднефранское время и, с тех пор перманентно активизируясь, развивается до сегодняшнего дня.

Зинатов Х.Г. О методике нефтегазового районирования на основе изучения геодинамики юго-восточной части волжско-камской антеклизы. Тезисы на конференции «4-е Кудрявцевские чтения» (Москва, АО «ЦГЭ». 2015 г.). URL: [http://conference.deepoil.ru/images/stories/docs/4KR/theses/Zinатов\\_Theses-1.pdf](http://conference.deepoil.ru/images/stories/docs/4KR/theses/Zinатов_Theses-1.pdf)

Игнатьев В.И. Формирование Волго-Уральской антеклизы в пермский период. Казань: Изд. Казан. ун-та, 1976. 256 с.

Муслимов Р.Х., Васясин Г.И., Шакиров А.Н., Чендарев В.В. Геология турнейского яруса. Казань: Изд. «Мониторинг», 1999. 186 с.

Хисамов Р.С., Войтович Е.Д., Либерман В.Б., Гатиятуллин Н.С., Войтович С.Е. Тектоническое и нефтегеологическое районирование территории Татарстана. Казань: Изд. «Фан» Академии наук РТ, 2006. 328 с.

# BIOSTRATIGRAPHIC SIGNIFICANCE OF THE PERMIAN CONCHOSTRACANS FROM EASTERN EUROPE AND WESTERN SIBERIA

**Veronika Zharinova<sup>1,2</sup>, Frank Scholze<sup>1,2</sup>, Vladimir V. Silantiev<sup>1</sup>, Joerg W. Schneider<sup>1,2</sup>**

<sup>1</sup>Kazan Federal University, Russia

<sup>2</sup>TU Bergakademie Freiberg, Germany

Continental deposits in Eastern Europe (the Volga-Kama region, Russia) and Western Siberia (Kuznetsk coal basin) are ideal places for studying the diverse biota of Permian and Triassic age including tetrapods, fishes, insects, ostracods, conchostracans, bivalves, and plant remains. Among them, the conchostracans (Crustacea: Branchiopoda) are one of the most promising invertebrate group for biostratigraphy of continental deposits, because of their high distribution potential. In addition, their eggs could easily be transported and widely distributed by winds or other animals. This makes them an ideal tool for interregional biostratigraphic correlations. The study of conchostracans has a long tradition in Russia (Lutkevitch, 1941; Novozhilov, 1950, 1960, 1970; Molin & Novozhilov, 1965).

Conchostracans often occur in sections of Eastern Europe (Cheremushka and Monastyrski Ravine sections; Middle–Late Permian) and Western Siberia (Babyi Kamen section; Late Permian–Early Triassic). These areas were described in detail by Silantiev *et al.* (2015), Mouraviev *et al.* (2015), Papin & Chunikhin (2007), Hounslow & Balabanov (2016) and other researches in order to realize litho- and biofacies analysis, palaeontological descriptions and palaeomagnetic determinations. More than 500 conchostracan samples were collected in the Cheremushka and Monastyrski Ravine sections and the Babyi Kamen section for taxonomic studies and biostratigraphic correlations.

Valves of Middle Permian conchostracans from the Cheremushka and Monastyrski Ravine sections often show an area of concave bending of growth lines at the anterior, ventral or posterior margins. Such prominent deformation often resulted in the definition of separate species in previous studies. This led to large numbers of taxonomical synonyms, which reduce the practical usability of conchostracans for biostratigraphy. Modern taxonomic investigation based on new methods of classifications and taxonomic revisions (e.g., Goretzki, 2003; Scholze & Schneider, 2015; Zharinova, 2017) is needed. In the present study, new material and literature data on the taxonomy of conchostracan species were summarized, the distribution of these species were documented in detail, and conclusions were made about the significance of the newly obtained results for the correlation of continental deposits between the studied sections and other regions (e.g., Schneider & Scholze, 2016). For example, conchostracan species were found in the Kuznetsk coal basin which also occur in Late Permian sections in Eastern Europe and even in Australia. Some species of conchostracans from the Cheremushka and Monastyrski Ravine sections were also found in the Kuznetsk basin and in the sections at the Nizhnaya Tunguska river (Fig. 1). This demonstrates the great importance of Permian conchostracans from Russia as a tool for regional and global correlation.

This study was partly supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 16-04-01062).

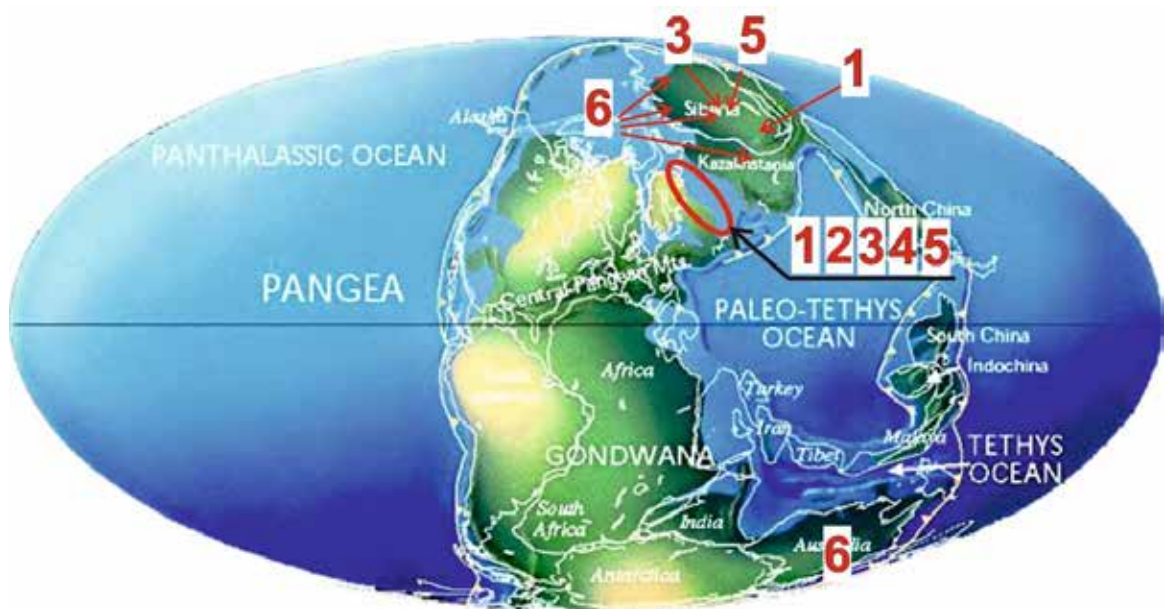


Fig. 1. Locations of the conchostracan species determined in the Cheremushka and Monastyrski Ravines sections and the Babyi Kamen section; palaeogeographic map of the Late Permian form C.R. Scotese (2002). 1: *Hemicycloleia rhodendorfi* (Novozhilov, 1952). 2: *Curvacornutus meshaensis* Novozhilov, 1970. 3: *Palaeolimnadiopsis lundongaense* (Novozhilov, 1970). 4: *Pseudestheria exigua* (Eichwald, 1860). 5: *Pseudestheria itiliana* (Novozhilov, 1950). 6: *Pseudestheria novacastrensis* Mitchell, 1927.

- Goretzki, J. (2003): *Biostratigraphy of Conchostracans: A Key for the Interregional Correlations of the Continental Paleozoic and Mesozoic Computer-aided Pattern Analysis and Shape Statistics to Classify Groups Being Poor in Characteristics*. Unpubl. PhD thesis. TU Bergakademie Freiberg: 412 pp.
- Hounslow, M.W. & Balabanov, Y.P. (2016): A geomagnetic polarity timescale for the Permian, calibrated to stage boundaries. *The Permian timescale*. Geological Society, London, Special Publications, Geological Society of London, London. DOI: 10.1144/SP450.8.
- Lutkevich, E.M. (1941): *Phyllopoda permskih otlozhenij evropejskoj chasti SSSR*. *Paleontologiya SSSR*, Moscow, Academy of Science USSR: 47 pp.
- Molin, V.A. & Novozhilov, N.I. (1965): *Dvustvorchatye listonogie permi i triasa severa SSSR*. Moscow, Nauka: 116 pp.
- Mouraviev, F.A., Arefiev M.P., Silantiev V.V. et al. (2015): Monastery ravine section. Stratotype of the Urzhumian and Limitotype of the Severodvinian stage. *Type and Reference sections of the Middle and Upper Permian of the Volga and Kama river regions. XVIII International Congress on the Carboniferous and Permian*, August 11–15, 2015, Kazan, Russia: pp. 120–141.
- Novozhilov, N.I. (1950): *Recueil D'Articles sur les Phyllopo des Conchostraces*. Moscow, Nauka: pp. 128.
- Novozhilov, N.I. (1960): *Dvustvorchatye listonogie rakoobraznye iz nizhnego triasa Yaroslavskoj oblasti. Kraevedcheskie zapiski*, Yaroslavl: pp. 336–343.
- Novozhilov, N.I. (1970): *Vymershie limnadioidei*. Moscow, Nauka: 249 pp.
- Papin, Ju.S. & Chunikhin, S.A. (2007): Granitsa permi i triasa v Kuzbasse kak regionalnyi stratotip dlya Zapadnoj Sibiri. *Litosfera*: pp. 128–133.
- Schneider, J.W. & Scholze F. (2016): Late Pennsylvanian–Early Triassic conchostracan biostratigraphy: a preliminary approach. *The Permian Timescale*, Geological Society, London. DOI: 10.1144/SP450.6.
- Scholze, F. & Schneider, J.W. (2015): Improved Methodology of conchostracan (Crustacea: Branchiopoda) Classification for Biostratigraphy. *Newsletters on Stratigraphy*: pp. 287–298.
- Scotese, C.R. (2002): 3D palaeogeographic and plate tectonic reconstructions: *The PALEOMAP Project is back in town*, presented at Houston.
- Silantiev, V.V., Arefiev, M.P., Nurgaliev, N.G. et al. (2015): Cheremushka Section. Parastratotype of the Urzhumian Stage. In: *Type and Reference sections of the Middle and Upper Permian of the Volga and Kama river regions. XVIII International Congress on the Carboniferous and Permian*, August 11–15, 2015, Kazan, Russia: pp. 70–115.
- Zharinova, V.V. (2017): *Permian conchostracans of Eastern Europe and Western Siberia and their Stratigraphic Significance*. Unpubl. master thesis. Kazan Federal University and TU Bergakademie Freiberg: 106 pp.

# PERMIAN CONCHOSTRACA FROM CONTINENTAL DEPOSITS IN EASTERN EUROPE (VOLGA–KAMA REGION) – FIRST TAXONOMIC RESULTS

Veronika Zharinova<sup>1,2</sup>, Frank Scholze<sup>1,2</sup>, Vladimir V. Silantiev<sup>1</sup>, Joerg W. Schneider<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Kazan Federal University, Russia

<sup>2</sup>TU Bergakademie Freiberg, Germany

Permian conchostracans from continental deposits of the Volga-Kama region are not completely investigated so far and previous studies (Novozhilov, 1950, 1970) in Eastern Europe resulted in large numbers of taxonomical synonyms, which reduce their practicability for biostratigraphy. Currently, the Middle Permian continental deposits are studied for conchostracan taxonomy and biostratigraphic implications. Therefore, a new collection of conchostracans was sampled in the Middle to Late Permian Cheremushka Ravine and Monastyrski Ravine sections during Russian-German field work in 2013–2016.

Four conchostracan species in the Cheremushka Ravine (55°46'48.8"N; 048°55'32.2"E) and two species in the Monastyrski Ravine (55°01'40.3"N; 048°53'05.1"E) are preliminary determined (Fig. 1). Conchostracans from the Cheremushka Ravine section were found in four levels of the Sulitsa and Isheevo formations (Urzhumian Regional Stage). The species *Pseudestheria* cf. *itiliana* (Novozhilov, 1950) occurs in all four levels, in the outcrop P03, beds 17–20, P04, beds 37–39, 68 and outcrop P09, bed 128. The species *Palaeolimnadiopsis* cf. *lundongaense* (Novozhilov, 1970) (Fig. 1E, F) was also found in the deposits of the Sandy-Argillaceous Member, outcrop P04, beds 37–39. Additionally, three specimens of *Hemicycloleaia* cf. *rhodendorfi* (Novozhilov, 1952) with prominent radial ribs were collected from the outcrop P04, bed 68. Well-preserved *Curvacornutus meshaensis* Novozhilov, 1970 with a longish sculpture on the umbo (Fig. 1C) were collected from the same bed. The first results show that conchostracans of the genus *Pseudestheria* Raymond, 1946 were found in four different levels from the First Formation to the Forth Formation (Urzhumian to Severodvinian Regional Stages; Wordian to Capitanian) in the Monastyrski Ravine section. It is important that the species *Pseudestheria* cf. *itiliana* Novozhilov, 1950 (Fig. 1A, B) was found in the Urzhumian deposits in the Cheremushka and Monastyrski ravine sections, which made it possible to correlate these sections by using the conchostracan fauna. Some conchostracans from the outcrop M08, bed 54, of the Monastyrski Ravine have deformations on the anterior-ventral and posterior-ventral margins of the valve (Figs. 1I–L) which were previously wrongly regarded as a taxonomic characteristic of the genus *Ulugkemia* Novozhilov, 1955. Additionally, some specimens show partially preserved body elements. These conchostracan specimens were determined as *Pseudestheria exigua* (Eichwald, 1860) (Fig. 1G–M).

The taxonomic determination of conchostracans from the Cheremushka and Monastyrski ravines will help to improve the knowledge of the conchostracan faunas in Middle Permian continental deposits. The Cheremushka and Monastyrski ravines studied here are proposed to serve as regional reference sections for Middle Permian continental deposits on the East European platform (Silantiev *et al.*, 2015; Mouraviev *et al.*, 2015).

This study was partly supported by the Russian Foundation for Basic Research (project no. 16-04-01062).



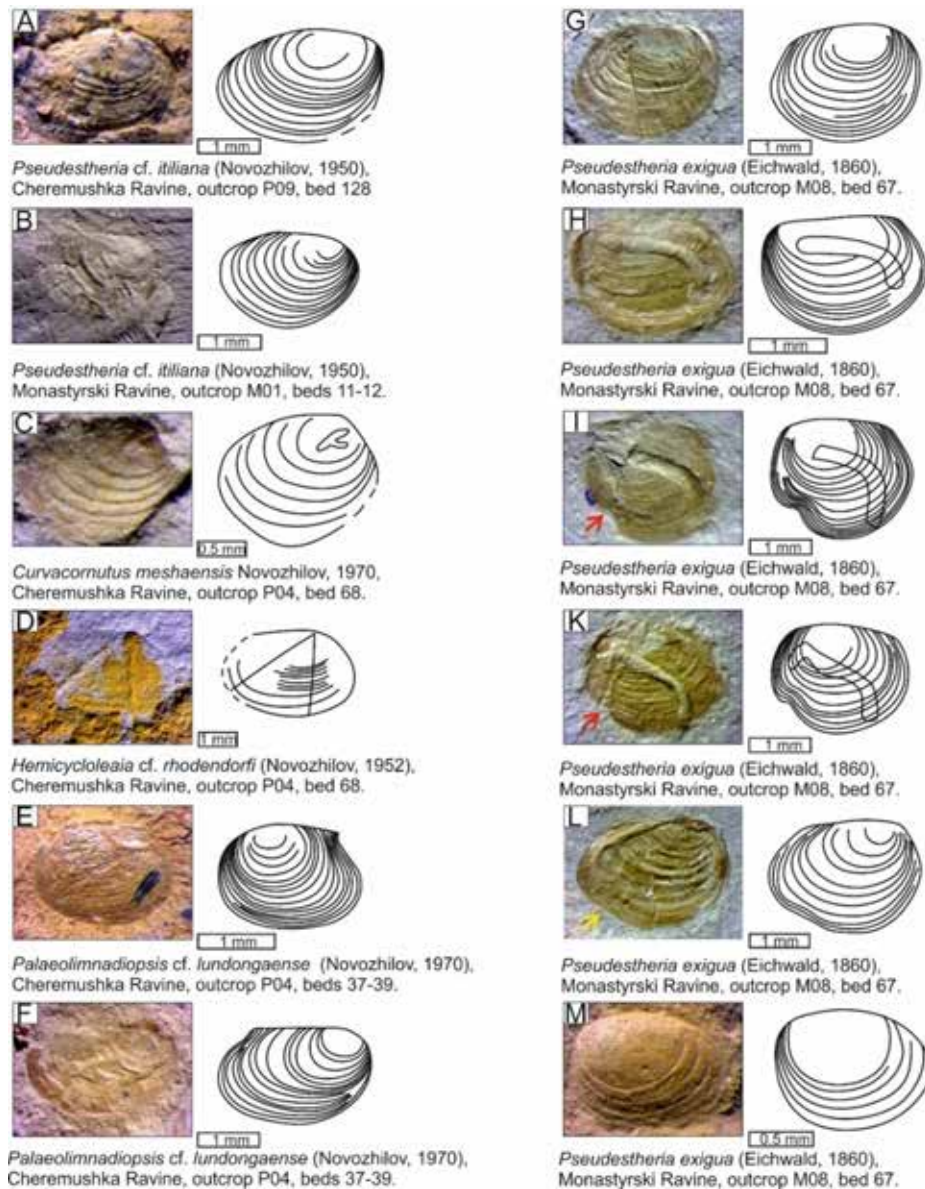


Fig. 1. Conchostracans from the Urzhumian to Severodviniian Regional Stages (middle Middle Permian to early Late Permian) of the Cheremushka and Monastyrski ravine sections (Zharinova, 2017). A–B: well preserved internal casts. C: fine radial sculpture at the larval valve D: valve with two prominent radial ribs E–F: slender and stout morphotypes. G: valve with well-preserved shell substance. H: body elements preserved as internal cast. I: body elements preserved as impression. K: body elements preserved as internal cast. Red arrows mark concave bending caused by deformation at the anterior ventral margin. L: the yellow arrow marks the same deformation at the posterior ventral margin. M: juvenile individual of the same species

- Mouraviev, F.A., Arefiev, M.P., Silantiev, V.V. *et al.* (2015): Monastery ravine section. Stratotype of the Urzhumian and Limitotype of the Severodviniian stage. In: *Type and Reference sections of the Middle and Upper Permian of the Volga and Kama river regions. XVIII International Congress on the Carboniferous and Permian*, August 11–15, 2015, Kazan, Russia: pp. 120–141.
- Novozhilov, N.I. (1950): *Recueil D'Articles sur les Phyllopoetes Conchostraces*. Moscow, Nauka: 128 pp.
- Novozhilov, N.I. (1970): *Vymershie limnadioidei*. Moscow, Nauka: 249 pp.
- Silantiev, V.V., Arefiev, M.P., Nurgaliev, N.G. *et al.* (2015): Cheremushka Section. Parastratotype of the Urzhumian Stage. In: *Type and Reference sections of the Middle and Upper Permian of the Volga and Kama river regions. XVIII International Congress on the Carboniferous and Permian*, August 11–15, 2015, Kazan, Russia: pp. 70–115.
- Zharinova, V.V. (2017): Permian conchostracans of Eastern Europe and Western Siberia and their Stratigraphic Significance. Unpubl. master thesis. Kazan Federal University and TU Bergakademie Freiberg: 106 pp.

## NEW DATA ON STRATIGRAPHICAL RANGES AND PHYLOGENY OF THE SHALLOW-WATER SIPHONODELLIDS

Andrey V. Zhuravlev

Institute of Geology, Komi SC UrB RAS, Syktyvkar, Russia

Besides “true” siphonodellids composing the basis of the standard conodont zonation in the latest Famennian–Tournaisian interval, some derived lineages of the genus are known. The European shallow-water lineage is composed by taxa dwelt shelves of the Palaeouralian Ocean and the northern part of Palaeoethethis. *Siphonodella bella* Kononova et Migdisova, *S. quasinuda* Gagiev, Kononova et Pazuhin, *S. semichatovae* Kononovae et Lipnjagov, *S. ludmilae* Zhuravlev et Plotitsyn, and *S. aff. ludmilae* compose the lineage. These species demonstrate a specific morphology, which differs from that of other species of the genus. A poorly ornamented platform in association with wide depressed keel and S-like bowed carina are characteristic for the shallow-water siphonodellids. Rare occurrence and restricted palaeogeographic distribution make it difficult to recognize true stratigraphical ranges of the species. Utilization of data based on deep-water deposits, where these taxa are reworked, led to misinterpretations of their FADs. The shallow-water successions containing these siphonodellids as a rule demonstrate poor biostratigraphical characteristics (Barskov *et al.*, 1984; Gagiev *et al.*, 1987; Ji and Ziegler, 1992).

The Uppermost Famennian – Lower Tournaisian successions studied in the Kozhva river basin (Pechora Swell, northern Cis-Uralian) promise unique possibilities due to co-occurrence of the shallow-water siphonodellids and representatives of *Siphonodella praesulcata* and *Siphonodella sulcata* (Vevel' *et al.*, 2012). The FADs of *S. quasinuda* and *S. semichatovae* are close to FAD of *S. sulcata* and the Devonian/Carboniferous boundary in present definition (Fig. 1). *Siphonodella bella* appears in the Middle *praesulcata* Zone.

The oldest representative of the siphonodellids under consideration, *Siphonodella bella*, demonstrating the simplest morphology, is considered as a root species of the shallow-water siphonodellids. Similarity between *S. bella* and *S. praesulcata* suggests evolving of *S. bella* from the early forms of *S. praesulcata* (morphotype 3 of Kaiser, Corradini, 2011) by transformation of inverted keel into depressed keel accompanied by reduction of the platform ornamentation. Transition between *S. bella* and *S. quasinuda* is similar to transition between *S. praesulcata* and *S. sulcata*. Uplifts of anterior platform margins become more prominent and form the primitive rostrum. *S. quasinuda* gave rise to *S. semichatovae* by widening of the outer platform ornamented by a wide costa. Subsequent forming of the true rostrum composed of one or two rostral ridges led to evolving of *S. ludmilae*. Evolving of *S. semichatovae* from *S. quasinuda*, and *S. ludmilae* from *S. semichatovae* are suggested by the presence of transient forms (Fig. 1). Rare occurrence (in the *crenulata* Zone) of *Siphonodella aff. ludmilae* possessing nodose ornamentation of the inner platform, three rostral ridges, and symmetry of the III class sensu H.R. Lane (1968), represents the next step of the evolution of shallow-water siphonodellids. The step is similar to transition from *Siphonodella hassi* to *S. cooperi* in the “deep-water” stock.

- Barskov, I.S., Kononova, L.I., Migdisova, N.S. (1984): Konodonty nizhneturneiskih otlozheniy Podmoskovnogo basseina. in: V.V.Menner ed. Paleontologicheskaya haracteristika stratotipicheskikh i opornyh rzzrezov karbona Moskovskoy sineklizy. MGU, Moscow: 3–33. (in Russian)
- Gagiev, M.H., Kononova, L.I., Pazukhin, V.N. (1987): Description of organic remains: Conodonts. In: Maslov V.A. Ed., *Fauna and biostratigraphy of the Devonian and Carboniferous boundary deposits of Berchogur (Mugodzhary)*. Nauka, Moscow: 91–97 (in Russian).
- Ji, Q. and Ziegler, W. (1992): Phylogeny, speciation and zonation of *Siphonodella* of shallow water facies (Conodonta, Early Carboniferous). – *Courier Forschungs Institut Senckenberg*, 154: 223–251.
- Kaiser, S. I. and Corradini, C. (2011): The early siphonodellids (Conodonta, Late Devonian-Early Carboniferous): overview and taxonomic state. – *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie - Abhandlungen* 261/1: 19–35.
- Lane, H.R. (1968): Symmetry in conodont element-pairs. – *Journal of Paleontology*, 42(5): 1258–1263.

Vevel', Y.A., Zhuravlev, A.V., Popov, V.V. (2012): Deposits of the Devonian and Carboniferous boundary in the Kamenka River section (Pechora-Kozhvin'sky megaswell, Timan-Pechora province). - *Neftegazovaa geologia. Teoria i praktika* (RUS), 7 (1), URL: [http://www.ngtp.ru/rub/2/6\\_2012.pdf](http://www.ngtp.ru/rub/2/6_2012.pdf) (in Russian, English abstract).

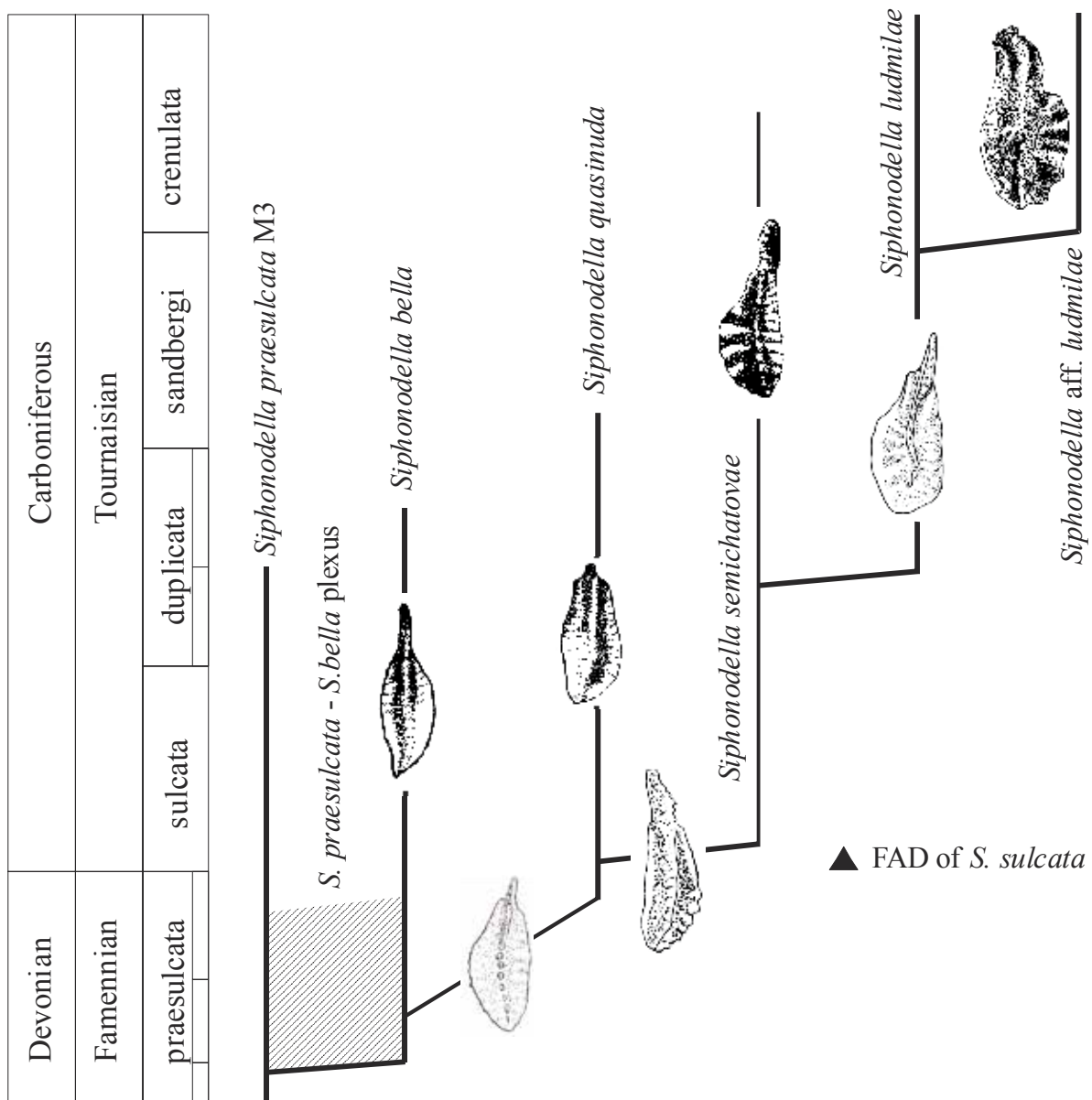


Fig. 1. Shallow-water *Siphonodella* range and phylogeny chart

# MARINE ECOLOGICAL CONDITIONS OF THE VORONEZH ANTICLISE AND THE CENTRAL PART OF THE MOSCOW SYNCLISE DURING THE SARGAEVIAN (FRASNIAN, LATE DEVONIAN)

Natalya D. Zhuravleva, Lyudmila I. Kononova

Moscow State University, Moscow, Russia

# ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОБСТАНОВКИ В САРГАЕВСКОЕ ВРЕМЯ (ФРАН, ПОЗДНИЙ ДЕВОН) НА ВОРОНЕЖСКОЙ АНТЕКЛИЗЕ И В ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ МОСКОВСКОЙ СИНЕКЛИЗЫ

Н.Д. Журавлева, Л.И. Кононова

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Комплексы конодонтов в одновозрастных слоях часто различаются по соотношению встреченных в них родов и видов, что объясняется различием в экологических обстановках обитания конодонтов. В верхнедевонских отложениях в мелководных участках бассейна преобладали представители родов *Icriodus* и *Polygnathus*, в более глубоководных – *Palmatolepis*, *Mesotaxis* и *Ancyrodella*. Ассоциации конодонтов с преобладанием определенных родов и видов принято рассматривать как конодонтовые биофации.

В изученных разрезах саргаевского горизонта (скважины Нарышкино 4177 Орловской обл., Щигры-19 Курской обл., Воробьевка 2 Воронежской обл.) Воронежской антеклизе, а также в скв. Ульяновской УГ-1 Калужской обл. и Гаврилов Ям 1 Ярославской обл. Московской синеклизе наблюдается доминирование в комплексах конодонтов представителей рода *Polygnathus*. Следовательно, на рассматриваемых участках бассейна Русской платформы в саргаевское время существовала мелководная полигнатидная биофация. Во второй половине саргаевского времени помимо полигнатид в изученных комплексах появляются единичные представители родов *Mesotaxis* и *Ancyrodella*, характеризующие относительно глубоководные, удаленные от берега участки бассейна, что свидетельствует о трансгрессии морских вод со стороны Уральской геосинклинали (Родионова и др., 1995). Также на глубоководные условия указывает присутствие видов *P.posterus*, *P.ljashenki*, первоначально описанных А.В. Кузьминым (2001) из усть-ягерской свиты Южного Тимана. Завершается саргаевское время исчезновением родов *Mesotaxis* и *Ancyrodella*, что является признаком начавшейся регрессии и уменьшения глубины бассейна.



Рис. Расположение скважин и количественное соотношение платформенных, рамиформных и I-элементов в них: ГЯ – Гаврилов Ям 1, УГ – Ульяновско УГ1 и т. д. Цифрами показаны мощности саргаевских отложений в метрах

Интересно отметить, что в некоторых скважинах наблюдается большое количество S- и Pb- элементов, сильно раздробленных, что, видимо, характеризует моменты наименьшей глубины бассейна. Число рамиформных элементов (целых и идентифицируемых фрагментов) достигает 91 % в скв. 16 и 19 Щигры и 96 % в скв. Нарышкино и Воробьевка. По достаточно бедным фаунистическим комплексам разрезов Щигры-19 и Воробьевка-2 понятно, что наиболее мелководный участок бассейна располагался в районе этих скважин. В Московской синеклизе количество рамиформных элементов в саргаевском горизонте составляет 68 % в Ульяновской скв. и 78 % в скв. Гаврилов Ям (Журавлева и др., 2017). Можно предположить, что увеличение числа фрагментов рамиформных элементов на Воронежской антеклизе объясняется меньшей глубиной бассейна, при которой волнение моря временами могло достигать дна.

Журавлева Н.Д., Назарова В.М., Кононова Л.И. Особенности распределения конодонтов в саргаевском горизонте (верхний девон) Воронежской антеклизы и Московской синеклизы // Палеострат-2017 (Москва, 30 января – 1 февраля 2017 г.). Тезисы докладов. М.: ПИН РАН, 2017. С. 26–27.

Кузьмин А.В. Новые виды конодонтов из франских отложений Среднего Тимана // Палеонтол. журн. 2001. № 4. С. 65–72.

Родионова Г.Д., Умнова В.Т., Кононова Л.И., Овнатанова Н.С., Ржонсницкая М.А., Федорова Т.И. Девон Воронежской антеклизы и Московской синеклизы. М.: ЦРГЦ, 1995. 265 с.

## PLATFORMAL SILICICLASTIC STACKINGS: MODELS BASED ON FACTOR COMBINATION

Svetlana O. Zorina

Kazan Federal University, Kazan, Russia

It was in 1868, when Professor Nikolay Golovkinsky discovered his Facies migration Law (Golovkinsky, 1868), which says that facies migrate under the influence of the shoreline displacements. N.A. Golovkinsky considered that when the shoreline of platformal sea migrated cyclically, the shape of the lithologic body was similar to “lenticil”. Now we call the platform sequences like Golovkinsky called them – “Litho- and Bio-Lentils”.

The shape of platform sequences are unlike classic sequences (Van Wagoner et al., 1990) as they form in the epicontinental basin with uneven plane bottom topography, small to moderate depth, abundant straits and islands, and absence of basin slope (Zorina, 2014). Therefore, platform sequences are more likely plane extended lenses, overlying one another.

Reconstruction of the mechanisms responsible for their formation is based on interpretation of the consequences of three major geological processes characterized by different vectors and amplitudes: eustasy, base level changes, and sedimentation (Zorina, 2014).

The interaction between eustasy and base level changes is responsible for changes in the regional sea level and, consequently, basin deepening or shoaling, on the one hand, and transgression or regression, on the other.

According to the sequence stratigraphy concept, there are different types of sedimentary successions with distinct vectors of changes in the grain size through the section. But as it will be shown below, retrograding and prograding stackings are not always direct results of transgressions and regressions, respectively.

The excess of the accommodation space and/or deficiency of sediment supply result in the formation of the **retrograding stackings** (Fig. 1).

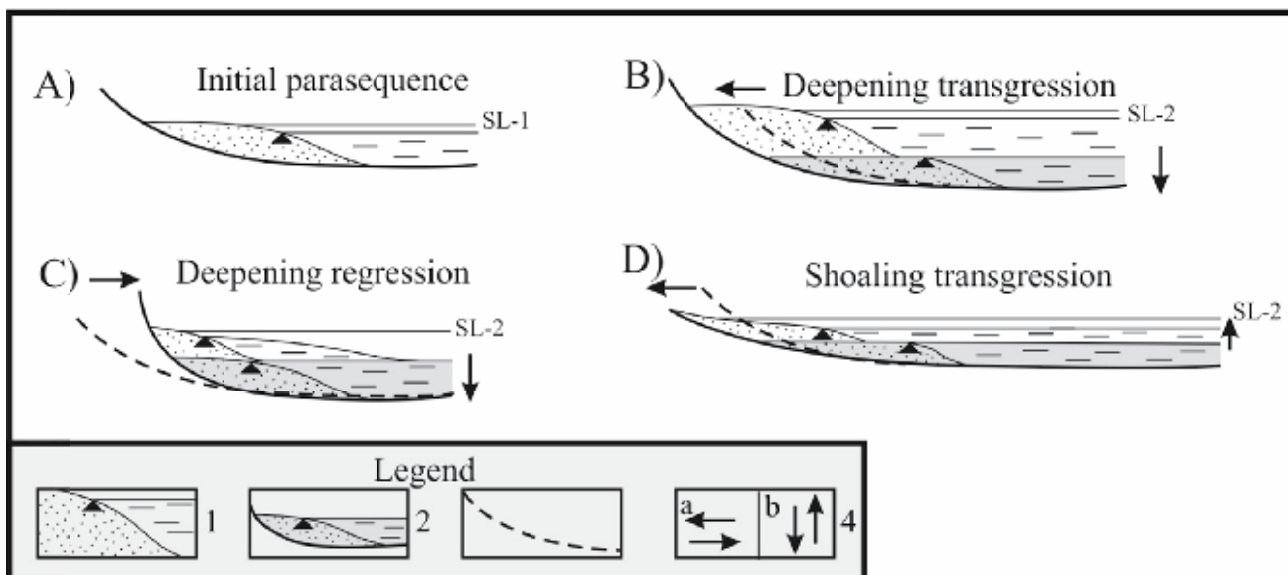


Fig. 1. Models illustrating the formation of sedimentary successions under an excess of the accommodation space and/or deficiency of sediment supply. Legend: (1) Facies boundary of coastal-marine sands and shallow-water shelf clays with its projection onto the plane section across their upper surfaces; (2) initially formed parasequence; (3) initial position of the bottom surface; (4) directions of vectors: (a) transgression–regression, (b) deepening–shoaling; (SL-1) initial sea level stand; (SL-2) subsequent sea level stand; (a–d) explanations in the text.



When transgression is combined with simultaneous bottom subsidence, which results in basin deepening (classical transgression), the accommodation space increases (Fig. 1b). The situation when the influx of sedimentary matter is equal to that during the first stage or higher is favorable for the formation of a distinct retrograding parasequence set with the landward facies tract offset. Such distribution patterns are characteristic of the upper Cretaceous sedimentary succession in the Eastern Russian Platform, where it demonstrates the transgressive overlap on the underlying Paleozoic sequence.

The regression accompanied by basin deepening (Fig. 1c) may theoretically result in an increase in the accommodation space. An insufficient sediment supply is responsible for the formation of onlapping sedimentary succession and retrograding stacking.

Transgression with simultaneous base level uplift, which leads to shoaling of the basin (syn-transgressive shoaling) (Fig. 1d), may increase the accommodation space, if the transgressing sea covers spacious areas. Insufficient sediment influx should result in the landward offset of the facies boundary and formation of the retrogradational parasequence set.

Figure 2b represents a model of regression with a synchronously base level rising or classical regression, which results in basin shoaling. The accommodation space becomes significantly reduced, and the facies spectrum advances basinward to form a distinct offlapping prograding parasequence set.

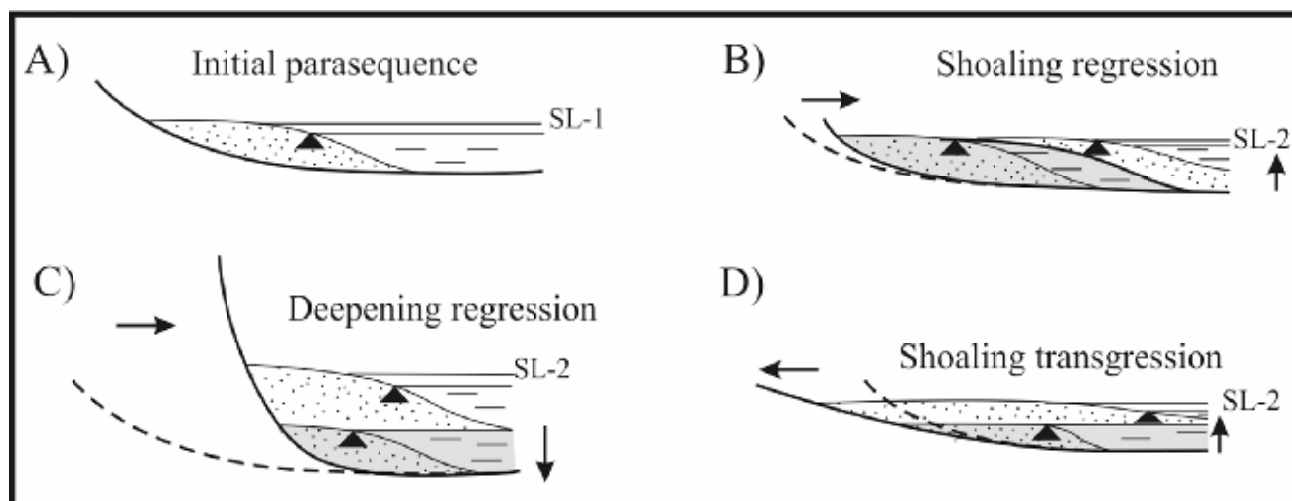


Fig. 2. Models illustrating the formation of prograding (degrading) successions under conditions of a deficit of accommodation space and/or excess of sedimentary material. For legend, see Fig. 1.

The offset of the facies boundary along the top of the clay sequence that was deposited during the first phase of sedimentation reflects the formation of the prograding–degrading parasequence set. The most remarkable example of such sedimentary successions is represented by the Neocomian clinofolds in the West Siberian Platform.

The Middle Volga Promzino bituminous Formation occurred in the Eastern Russian Platform, where it overlies Upper and Mid Jurassic rocks, may serve as an example of such a lithological unit.

The deficit of the accommodation space and/or excess of sediments, result in the formation of the **prograding stackings** (Fig. 2).

Regression with the simultaneous subsidence of the basin bottom, which results in its deepening (Fig. 2c), may, in theory, reduce the accommodation space. This process combined with the increased influx of sediments should stimulate the basin filling with sediments and formation of offlapping prograding sequence sets.

The syn-transgressive shoaling (Fig. 2d) may be accompanied by reduction of the accommodation space, basin filling due to the increased influx of sediments and formation of a prograding parasequence set. Such a prograding sedimentary succession in the Eastern



Russian Platform is represented by mid–upper Volgian sand–conglomerate phosphorite-bearing sequences.

The models presented supplement the traditional conception, according to which transgressive sedimentary successions should form only in landward-migrating deepening basins. The proposed simple models demonstrate that retrograding parasequence sets may accumulate in basins deepening during regressions and in those shoaling during transgressions. The regressive successions are also not necessarily deposited during basin shoaling and regressive phases.

The formation of prograding parasequence sets may result from syn-regressive deepening of the basin and its syn-transgressive shoaling as well.

Taking into consideration the diversity of scenarios leading to the formation of prograding and retrograding parasequence sets, there are grounds to believe that this process could be expected in any accommodation–sedimentation environment, when variations in these factors are comparable.

Thus, the proposed models may supplement the theoretical basis of sequence stratigraphy offering the opportunity to extend the spectrum of probable scenarios and consequences of interaction between eustasy, base level changes, and sediment supply and amend our understanding of the factors responsible for sedimentation in platformal basins.

- Golovkinsky N.A. 1868. On Permian formation of the central part of Kama-Volgian basin. S.Petersburg. Imper. Press, Science Academy. 143 pp.
- Van Wagoner J.C., Mitchum R.M., Campion K.M., Rahmanian V.D. 1990. Siliciclastic sequence stratigraphy in well logs, cores and outcrops: concepts for high-resolution correlation of time and facies. American Association of Petroleum Geologists Methods in Exploration Series, № 7, pp. 1–55.
- Zorina S.O. 2014. Golovkinsky's Law and tectonic-eustatic modeling. In: Proceedings of Kazan Stratigraphic Meeting "Carboniferous and Permian Earth Systems, stratigraphic events, biotic evolutionh, sedimentary basins and resources" (October, 20-23, 2014). Kazan, KFU, pp. 100–101.

## CONTENTS

<b>Abioui Mohamed, Danièle Grosheny, Nourissaid Içame, Serge Ferry, Mohammed Benssaou, Mohamed Aoutem.</b> Sequence stratigraphy of the Aptian to Turonian interval in the Tarfaya-Lâayoune Basin, Southern Morocco.....	5
<b>Afanasieva Marina S., Edward O. Amon.</b> Eco-zones of Early Permian radiolarians in the Great Urals, Northern Mygodzhary and PreCaspian Basin.....	7
<b>Alekseev Alexander S., Natalia V. Goreva.</b> Morphological trends in the evolution of the conodont genus <i>Lochriea</i> (Early Carboniferous).....	9
<b>Anfimov Artemiy L.</b> Dolomitization of the Frasnian limestones (Koiva River Section, Middle Urals).....	11
<b>Antoshkina Anna I.</b> Justification of the unit boundaries by isotope data in the Gzhelian-Sakmarian carbonate massif in the Subpolar Urals.....	13
<b>Arefiev Mikhail P., Vladimir N. Kuleshov.</b> The Induan humidization w/In Moscow syncline: evidence and possible causes.....	15
<b>Bahrammanesh Maryamnaz, Hamzeh Rezaee, Hossein Mossadegh.</b> The Tournaisian (Early Carboniferous) brachiopods from the Mobarak Formation, (Shotorgardan Section, west of Damghan) eastern Alborz (North Iran).....	16
<b>Bakaev Alexandr S.</b> Changes in Middle and Late Permian ray-finned fish faunas of European Russia – causes, significance, global correlation.....	17
<b>Baranov Valeryi V.</b> First Tournaisian (Lower Carboniferous) conodonts from the New Siberian Islands (Russian Arctic) and their biogeographical significance.....	19
<b>Belova Elena V., Sufiya F. Kulagina, Galina A. Chernova, Adelina V. Tugareva.</b> Geological-geophysical model of the structure of the pre-Jurassic base of central part of the West Siberian Plate.....	21
<b>Beznosov Pavel, Sergey Snigirevsky, Sergey Naugolnykh, Ervīns Lukševičs.</b> Fossil biota and sedimentary environment of the Upper Frasnian – Famennian deposits of North Timan.....	23
<b>Biakov Alexander S., Vladimir I. Davydov, Mark Schmitz, Micha Horacek, David Bond, Ivan Savov, Igor L. Vedernikov, Tatiana V. Filimonova, Inessa V. Bryn'ko</b> Correlation of the Middle and Upper Permian of Northeast Asia and the International Stratigraphic Scale (new data on U-Pb dating, isotopes of Sr and $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ ).....	25
<b>Biakov Alexander S.</b> Marine bivalves of Northeast Asia at the Permian-Triassic boundary....	28
<b>Brookfield Michael E.</b> Successive vertebrate, plant and insect extinction through the latest Permian in Central Gondwanaland during a humid pluvial lake phase.....	30
<b>Brynko Inessa V., Igor L. Vedernikov.</b> The lower-middle Permian ichnofossils from the south-eastern part of the Omolon massif (North-East Asia).....	31
<b>Bukhman Liubov M., Nikolay S. Bukhman.</b> On Representatives of the genus <i>Navipelta</i> from the Permian of the Samara Region (Novy Kuvak locality).....	33
<b>Cleal Christopher J., Ellen Stolle, Isabel M. van Waveren, Sarah King, Vedat Didari.</b> The upper Bashkirian Kozlu Formation, Zonguldak Coalfield, north-west Turkey: reviews of macrofloral and palynological biostratigraphy.....	35
<b>Danukalova Maria K., Alexander B. Kuzmichev, Yuri A. Gatovsky, Victor G. Ganelin, Olga L. Kossovaya, Tatiana N. Isakova.</b> The Upper Paleozoic reference section of the New Siberian Islands (Tas-Ary Peninsula, Kotel'ny Is.) and its significance for Eastern Arctic paleogeography.....	37
<b>Davydov Vladimir I., Pedro Cózar.</b> The Alleghanian Isthmus as the trigger of the onset of the Bashkirian Glaciation: constraints from warm-water benthic foraminifera.....	39

<b>Dzhenchuraeva Aleksandra V., Olga F. Getman.</b> Stratigraphy and foraminifers from the Uppermost Carboniferous (Kasimovian-Gzhelian) of the Jamantoo and Baibichetoo Ranges (Middle Tien-Shan, Kyrgyzstan) .....	40
<b>Dzhenchuraeva Aleksandra V.</b> Foraminiferal zonation of the Bashkirian and lower Moscovian and the problem of the boundary between them .....	42
<b>Falk Daniel, Oliver Wings, Ute Gebhardt.</b> Current insights into a full terrestrial Early Permian ecosystem (Tambach Formation, Thuringia, Germany) .....	43
<b>Fassihi Shirin, Elena Kulagina, Fariba Shirezadeh Esfahani.</b> Foraminifers of a late early Visean age (MFZ11B), in the Sanandaj-Sirjan Zone, Iran .....	45
<b>Fassihi Shirin, Fariba Shirezadeh Esfahani.</b> Mississippian–Asselian (Early Carboniferous–Early Permian) foraminiferal faunas and biostratigraphy of the Shahreza-Abadeh Regions (the Sanandaj-Sirjan Zone), Iran .....	47
<b>Filimonova Tatiana V., Tatiana N. Isakova.</b> New data on foraminifers from the Mechetlino section – the GSSP candidate for the Kungurian Stage.....	49
<b>Gagieva Aina M.</b> Middle Paleozoic volcanism of the Omolon Massif (Northeastern Asia): the age and volume of the Kedon group .....	51
<b>Gatovsky Yury A., Georgy E. Shinkarev.</b> New conodont species of the genus <i>Palmatolepis</i> in the memory of Professor V.G. Khalymbadza .....	53
<b>Gatovsky Yury A.</b> The Hangenberg event as a marker of the Devonian-Carboniferous boundary in the Egor section (western slope of the Middle Urals) .....	56
<b>Gibshman Nilyufer B., Alexander S. Alekseev.</b> Some non-traditional foraminiferal taxa as markers of the Visean/Serpukhovian Boundary and regional substages in the Moscow Basin.....	58
<b>Götz Annette E.</b> Refining Permian intra-Gondwanan correlation schemes utilizing climatic signatures of the palynological record .....	60
<b>Golubev Valeriy K.</b> PTB stratigraphy and Permian-Triassic ecosystem crisis on the East European Platform .....	61
<b>Golubev Valeriy K., Valeriy V. Bulanov, Vladimir P. Morov, Alyona A. Morova.</b> The first tetrapods from the Middle Permian of Samara Region, Russia .....	63
<b>Golubev Valeriy K., Galina V. Kotlyar, Vladimir V. Silantev.</b> Updating of the Middle-Upper Permian Regional Stratigraphic Scale of the East European Platform .....	65
<b>Gomankov Alexey V.</b> Flora of the Urzhumian / Kazanian boundary of the Russian Platform .....	67
<b>Goncharenko Olga P., Maxim V. Solomon, Yuri A. Pisarenko.</b> Mineral composition of polyhalite ores from the Sharlyk mine in the Orenburg Region .....	69
<b>Goreva Natalia V., Alexandr S. Alekseev.</b> Conodonts and the position of the lower boundary of the Moscovian Stage (Pennsylvanian) .....	71
<b>Gorozhanina Elena N., Elena I. Kulagina, Valeryi M. Gorozhanin, Tatiana V. Zhernovkova, Rimma M. Ivanova.</b> The lithofacial characteristics of the Bashkirian and Moscovian boundary beds of the Middle Carboniferous in the Basu Section (Southern Urals) .....	73
<b>Grinenko Vitaliy S., Anna A. Goryacheva.</b> New data on the buried Upper Paleozoic in the Yenisei-Khatanga trough.....	75
<b>Gutak Yaroslav M., Sergei A. Rodygin, Leonid G. Peregoedov, Svetlana N. Makarenko, Valentina A. Antonova.</b> Regional stratigraphic subdivisions of the Devonian in the western part of Altay-Sayan Folded area .....	76
<b>Isakova Tatiana N., Aleksandra V. Dzhenchuraeva, Olga B. Orlov-Labkovsky.</b> Fusulinids from the Bashkirian/ Moscovian transition in the Carboniferous of Eurasia: phylogeny, distribution, stratigraphical potential .....	78

<b>Isakova Tatiana N., Sergey G. Skolotnev, Olga L. Kossovaya.</b> Paleozoic foraminifers of the Mendeleev Rise (Central-Arctic Uplifts).....	80
<b>Ivanov Alexander O.</b> Chondrichthyan fishes from the Late Carboniferous of the Volga River Basin, Russia .....	82
<b>Izotov Viktor G., Lyalya M. Sitdikova, Nailia M. Khasanova, Pavel V. Izotov.</b> Sequence-stratigraphic analysis of the Permian oil-bearing complex of Eastern Russian Plate .....	84
<b>Karasev Eugeny V.</b> On the discovery of the genus <i>Biarmopteris</i> from the Middle Permian deposits (Udmurtia, Russia).....	85
<b>Khasanov Rinat R.</b> Permian coals of Tatarstan: depositional environments and composition .....	87
<b>Khodjanyazova Rimma R., Vladimir I. Davydov, Mark D. Schmitz.</b> The impact of climate fluctuations on the evolution and paleogeography of the Pennsylvanian fusulinids .....	88
<b>Kolchugin Anton N., Giovanna Della Porta, Vladimir P. Morozov.</b> Lower Pennsylvanian reservoir facies from the foreland basin carbonate ramp of Volga-Ural region, east European Platform, Russia.....	90
<b>Khopta Ivan S., Dariya I. Vasyanina, Galina Yu. Ponomareva.</b> Geochemical characteristic of the organic matter in the Lower Permian outcrop "Zakopushka" (Perm Region) .....	91
<b>Kolchugin Anton N., Adrian Immenhauser, Benjamin Walter, Vladimir P. Morozov.</b> Diagenesis of a Lower Pennsylvanian carbonate reservoir .....	93
<b>Kossovaya Olga L., Tatyana U. Tolmacheva, Tatyana N. Isakova, Elena S. Mirollyubova, Rimma M. Ivanova, Pavel V. Rekant.</b> Paleontological dating and facial specters of Paleozoic carbonate rocks of the Mendeleev Rise (Central-Arctic Uplifts) .....	94
<b>Kotlyar Galina V., Svetlana K. Pukhonto.</b> Cisuralian-Biarmian series boundary of the General Stratigraphic Scale.....	96
<b>Kotlyar Galina V., Valery V. Chernykh, Gunar G. Mizens, Rafael Kh. Sungatullin, Guzal M. Sungatullina, Ruslan V. Kutygin, Tatiana V. Filimonova, Vladimir I. Davydov, Nuriia G. Nurgalieva, Yury P. Balabanov, Larisa I. Linkina, Bulat I. Gareev, Georgii A. Batalin.</b> Multidisciplinary study of the Dal'ny Tulkas section, Southern Urals .....	99
<b>Kotlyar Galina V., Valery V. Chernykh, Gunar G. Mizens, Rafael Kh. Sungatullin, Guzal M. Sungatullina, Ruslan V. Kutygin, Tatiana V. Filimonova, Vladimir I. Davydov, Nuriia G. Nurgalieva, Yury P. Balabanov, Larisa I. Linkina, Bulat I. Gareev, Georgii A. Batalin.</b> Multidisciplinary study of the Mechetlino section, Southern Urals .....	101
<b>Kulagina Elena I., Elena N. Gorozhanina, Valery M. Gorozhanin, Svetlana V. Nikolaeva, Zaliya A. Kanipova, Tatiana V. Zhernovkova.</b> The Lower Pennsylvanian Bashkirian Stage of the south-east of East European Platform and adjoining territories .....	103
<b>Kulagina Elena I., Mehrdad Sardar Abadi, Tatiana I. Stepanova.</b> The Upper Tournaisian foraminiferal sequence of Northern Eurasia, and the Alborz Basin of Northern Iran.....	105
<b>Kulashova Tatiana A., Valentina M. Nazarova, Lyudmila I. Kononova, Elena L. Zaytseva.</b> Complex biostratigraphy study of Frasnian deposits from the Shigry-16 core (Nizhnekrasnoe village, Kursk Region).....	107
<b>Kuleshov Vladimir N., Kuliash M. Sedaeva, Valery M. Gorozhanin, Elena N. Gorozhanina.</b> Lithology and isotope geochemistry ( $\delta^{13}\text{C}$ , $\delta^{18}\text{O}$ ) of carbonate deposits of the Bashkirian Stage hypostratotype section at the Askyn River (southwestern Urals, Bashkortostan, Russia).....	109

<b>Kuleshov Vladimir N., Alexei I. Brusnitsyn, Elena V. Starikova.</b> Manganese ore basins of Northeastern European Russia and Urals in the Late Paleozoic: main features of development and regularities of manganese ores formation .....	111
<b>Kutygin Ruslan V.</b> Ammonoids around the Artinskian-Kungurian boundary in the Mechetlino-3 Section (Southern Cisuralian Region).....	113
<b>Kutygin Ruslan V.</b> On the Sakmarian-Artinskian invasion of biota in the Verkhoysansk-Kolyma water areas from the Uralian and North American regions.....	115
<b>Kuzmichev Alexander B., Maria K. Danukalova.</b> Specific Permian trace fossils from East Taimyr and New Siberian Islands, and their usability for stratigraphy .....	117
<b>Kuznetsov Nikolay B., Anna A. Soboleva, Elizabeth L. Miller, Oksana V. Udoratina, Tatyana V. Romanyuk.</b> A testing of the models of Late Paleozoic tectonic and paleogeographic evolution of the Polar segment of the paleozooids of Urals by dating of detrital zircons .....	119
<b>Kuznetsov Vitaly G., Liliya M. Zhuravleva, Liu Shiqi.</b> The reefs of South China and biotic crisis at the Permian – Triassic Boundary .....	121
<b>Lagnaoui Abdelouahed, Sebastian Voigt, Jörg W. Schneider, Hafid Saber, Abdelkbir Hminna, Abouchouaib Belahmira.</b> Late Palaeozoic continental deposits of Morocco: rich and diversified palaeoecosystems .....	123
<b>Lavrukhina Marina V., Olga V. Akishina, Ilvina R. Biktagirova, Vladimir V. Silantiev.</b> Heavy minerals from the Urzhumian (Middle Permian) variegated clays (Middle Volga region, East European platform).....	124
<b>Logacheva Irina E., Sergey A. Semiletkin.</b> GIS map of stratotypes and key sections as part of an information system “Geological Monuments of Russia” .....	125
<b>Maksyutova Luiza F., Svetlana O. Zorina.</b> Estimation of methane emissions from black shales: a case study from the Mesozoic of the West Siberian and Russian Platforms .....	127
<b>Malenkina Svetlana U., Serge V. Naugolnykh.</b> The unique section of the marine Carboniferous deposits in Moscow.....	129
<b>Minina Olga R., Alena V. Kurilenko, Yarinpilin Ariunchimeg, Larisa I. Vetluzhskikh, Serge V. Naugolnych.</b> New data on the age of the Khentey series (Khangay-Khentey megazone, Northern Mongolia) .....	130
<b>Mizens Gunar A., Tatiana I. Stepanova, Semion A. Dub, Anton B. Kuznetsov.</b> Mid-carboniferous boundary U-Pb ages in the Middle Urals .....	132
<b>Mogutcheva Nina K.</b> Phytostratigraphic boundary of Permian and Triassic in boreal regions of Siberia.....	134
<b>Moroz Maria L., Adelina V. Tugareva.</b> Carbonate sediments and their petroleum potential in the territory of the West Siberian plate.....	136
<b>Mouraviev Fedor A., Michael P. Arefiev, Vladimir V. Silantiev, Bulat I. Gareev, George A. Batalin, Tatyana V. Kropotova, Irina B. Vybornova.</b> Paleosols and loess-like sediments from the Middle Permian reference section of the Volga–Ural Region, Russia .....	138
<b>Mouraviev Fedor A., Vladimir I. Davydov, Vladimir V. Silantiev, Kristina A. Egorova, Marina A. Lavrukhina.</b> Search for synsedimentary zircons in the Middle Permian deposits of Kazan Volga region for U-Pb dating: preliminary results .....	140
<b>Mullakaev Almaz I., Aleksey N. Delev, Sergey A. Usmanov, Vladislav A. Sudakov, Rinat R. Khasanov.</b> Geodynamic factors of the heterogeneity of cementation zones in bituminous sandstones of the Sheshminian Horizon on the western slope of the South Tatar Arch .....	142
<b>Murthy Srikanta.</b> Palynostratigraphy of Permian and Mesozoic sequences from Raniganj Coalfield, Damodar Basin, India .....	144

<b>Naugolnykh Serge V.</b> The Lower Kungurian shallow-water lagoonal biota of the Middle Cis-Urals .....	146
<b>Naumcheva Maria A.</b> Late Permian and Early Triassic freshwater ostracods of the East-European Platform .....	148
<b>Nazarova Valentina M., Lyubov V. Zaytseva.</b> Chemical composition of apatite from Frasnian (upper Devonian) microfossils in bulk samples .....	150
<b>Nurgaliev Nuriia G.</b> Sequence-stratigraphic framing of Permian deposits .....	152
<b>Nurgaliev Nuriia G.</b> Spectral analysis of Intergranular commissure .....	154
<b>Oleneva Natalija V.</b> Comparative analysis of the brachiopod Scale in the Devonian stratigraphic schemes of the East European Platform .....	156
<b>Plotitsyn Artem N., Andrey V. Zhuravlev, Lubov' V. Sokolova.</b> Symmetry of conodont elements – taxonomical and palaeobiological applications .....	158
<b>Ponomareva Galina Yu.</b> The problems of the stratigraphy of the Kizelovian (Tournaisian) in the Western Urals .....	160
<b>Porokhovnichenko Lubov.</b> Subdivision of the Bourguclin Horizon of the Tunguska Basin into three parts according to plant assemblages .....	163
<b>Sadovnikov Gennady N.</b> Permian – Triassic Boundary deposits of the East European Platform and Siberia: ecozones and correlation .....	165
<b>Sadovnikov Gennady N.</b> Paleozoic and Mesozoic coal deposit ecozones of North and Central Asia .....	167
<b>Sakhnenko Karina V., Elena L. Zaytseva.</b> Upper Visean foraminiferal zonation for the reference borehole 1 Buzuluk and borehole 1 Melekess (Volga-Ural area) .....	169
<b>Schneider Joerg W., Frank Scholze, Steffen Trümper, Vladimir V. Silantiev.</b> Late Carboniferous to Early Triassic biostratigraphy and the Middle Permian problem of continental deposits .....	171
<b>Scholze Frank, Veronika Zharinova, Jörg W. Schneider, Vladimir V. Silantiev.</b> Proposal for a Late Palaeozoic to Early Mesozoic conchostracan ( <i>Crustacea: Branchiopoda</i> ) biozonation .....	173
<b>Scholze Frank.</b> New data on Late Permian conchostracans of the Zechstein Group in Central Europe .....	175
<b>Scholze Frank, Jörg W. Schneider.</b> New multistratigraphic data on the Permian-Triassic boundary in continental deposits of Central Europe .....	178
<b>Sennikov Andrey G., Ekaterina A. Sennikova.</b> Vladimir Prokhorovich Amalitsky – the founder of the vertebrate palaeontology in Russia .....	181
<b>Shardanova Tatiana A.</b> Lithological features of high-carbon rocks of the Domanic formation .....	183
<b>Silantiev Vladimir V.</b> Geographic and stratigraphic distribution of the Permian nonmarine bivalves .....	184
<b>Soboleva Marina A.</b> Conodont characteristics of the Frasnian zonal subdivisions in Subpolar and Polar Urals .....	187
<b>Soroka Elena I., Lyubov V. Leonova, Michael E. Prytchin, Tatyana V. Maidl.</b> Charophyte algae fossils as indicator of the sedimentary environments .....	189
<b>Stolle Ellen.</b> A high-resolution mid-Permian palynostratigraphic model from the northern margin of the Arabian Plate: Southeast Turkey .....	191
<b>Stukova Tatyana V.</b> Palynostratigraphy of Kosvinian-Tulian multifacial deposits of Volga-Ural (Perm Kama area) and Timano-Pechora subregions .....	192
<b>Suchkova Julia A.</b> Gorgonopians in Permian tetrapod communities of Eastern Europe .....	193

<b>Sungatullin Rafael Kh., Gunar A. Mizens, Guzal M. Sungatullina, Bulat I. Gareev, Georgii A. Batalin, Fanis F. Sadriev.</b> Geochemical characteristics of the Mechetlino and Dal'ny Tulkas sections, Lower Permian (Southern Urals) .....	195
<b>Sungatullina Guzal M.</b> Kasimovian conodonts from Usolka section, Southern Urals .....	197
<b>Tichomirowa Marion, Alexandra Kässner.</b> What is the difference in high-precision dating?.....	198
<b>Tolokonnikova Zoya A.</b> Main features in the evolution of the <i>Stenolaemata</i> (Bryozoa) class in the Late Devonian–Early Carboniferous of Russia .....	200
<b>Trapeznikov Danil E., Tatyana V. Fadeeva.</b> About the findings of the <i>Palaeomutela subcastor</i> Amalitzky, 1892 in the south-west of the Solikamsk depression.....	202
<b>Urazaeva Milyausha N.</b> The Permian non-marine genus <i>Opokiella</i> Plotnikov, 1949 from European Russia.....	204
<b>Utkina Tatyana A.</b> Using of lithogeochemical and geophysical data for the Solikamsk formation stratification of Verkhnekamskoe deposit.....	206
<b>Yakovleva Natalya P., Galina P. Myasnikova.</b> Permian deposits within the western part of Khanty-Mansi Autonomous Area (Western Siberia) .....	208
<b>Yousef Ibrahim, Morozov Vladimir.</b> Upper Triassic - Lower Cretaceous sandstone reservoirs in the Syrian Euphrates Graben: sedimentological review .....	210
<b>Zeenatov Haidar G.</b> On methods for improving tectonic preconditions for the search of hydrocarbon deposits based on the geodynamic study of the Volga-Kama anticline .....	212
<b>Zeenatov Haidar G.</b> An impact of the Volga-Kama anticline geodynamics on the formation of facies of sedimentary deposits: a retrospective analysis .....	214
<b>Zharinova Veronika, Frank Scholze, Vladimir V. Silantiev, Joerg W. Schneider.</b> Biostratigraphic significance of the Permian conchostracans from Eastern Europe and Western Siberia .....	216
<b>Zharinova Veronika, Frank Scholze, Vladimir V. Silantiev, Joerg W. Schneider.</b> Permian Conchostraca from continental deposits in Eastern Europe (Volga–Kama region) – first taxonomic results.....	218
<b>Zhuravlev Andrey V.</b> New data on stratigraphical ranges and phylogeny of the shallow-water siphonodellids.....	220
<b>Zhuravleva Natalya D., Lyudmila I. Kononova.</b> Marine ecological conditions of the Voronezh Anticline and the central part of the Moscow Syncline during the Sargaevean (Frasnian, Late Devonian).....	222
<b>Zorina Svetlana O.</b> Platformal siliciclastic stackings: models based on factor combination.....	224



*Scientific edition*

# **Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting – 2017**

and

Fourth All-Russian Conference “Upper Palaeozoic of Russia”

**Upper Palaeozoic Earth systems  
high-precision biostratigraphy,  
geochronology and petroleum resources**

## **Abstract Volume**

19–23 September 2017, Kazan, Russia

Proof-readers ***A.A. Martyanova, Carlos D. Navarro Hernández***

Made up into pages by ***A.I. Galiullina***

Designed by ***R.M. Abdrakhmanova***

On the cover:

sketch by Roderick I. Murchison ‘The Gurmaya Hills, South Urals,  
approaching from the Steppes’ (Murchison et al., 1845)

Signed for printing 04.09.2017.

Offset paper. Digital printing.

Format 60x84 1/8. Typeface «Arial». Conv. print sheets 27,2.

Printing run 150 copies. Order 78/7.

Printed from the ready-to-print file  
in the Publishing House of the Kazan University

420008, Kazan, Professor Nuzhin str., 1/37

Tel. (843) 233-73-59, 233-73-28

*Научное издание*

**Международная стратиграфическая конференция  
Головкинского – 2017**

и

Четвертая Всероссийская конференция  
«Верхний палеозой России»

**Планетарные системы верхнего палеозоя  
биостратиграфия, геохронология  
и углеводородные ресурсы**

**Сборник тезисов**

19–23 сентября 2017 г., Казань, Россия

Корректоры: ***А.А. Мартьянова, Карлос Наварро Фернандос***

Компьютерная верстка ***А.И. Галиуллиной***

Дизайн обложки ***Р.М. Абдрахмановой***

На обложке:

эскиз Родерика И. Мурчисона «Приближение со стороны степи к отрогам  
Южного Урала» (Murchison et al., 1845)

Подписано в печать 04.09.2017.

Бумага офсетная. Печать цифровая.

Формат 60x84 1/16. Гарнитура «Arial». Усл. печ. л. 27,2.

Тираж 150 экз. Заказ 78/7

Отпечатано в типографии  
Издательства Казанского университета

420008, г. Казань, ул. Профессора Нужина, 1/37  
тел. (843) 233-73-59, 233-73-28