



Kazan Federal University Institute of Geology and Petroleum Technologies

### Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting 2019

Late Palaeozoic Sedimentary Earth Systems: Stratigraphy, Geochronology, Petroleum Resources

September 24-28, 2019, Kazan, Russia

# **ABSTRACT VOLUME**





Kazan Federal University Institute of Geology and Petroleum Technologies

### Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting 2019

Late Paleozoic Sedimentary Earth Systems: Stratigraphy, Geochronology, Petroleum Resources

### Fifth All-Russian Conference "Upper Paleozoic of Russia"

September 24-28, 2019, Kazan, Russia

Abstract Volume

KAZAN 2019





Kazan Federal University Institute of Geology and Petroleum Technologies

### Международная стратиграфическая конференция Головкинского 2019

Осадочные планетарные системы позднего палеозоя: стратиграфия, геохронология, углеводородные ресурсы

Пятая Всероссийская конференция «Верхний палеозой России»

24-28 сентября 2019 г., Казань, Россия

Сборник тезисов

КАЗАНЬ 2019 УДК 551.7/.8 ББК 26.33 О-72

> Ответственный редактор Данис К. Нургалиев

Научные редакторы: Александр С. Алексеев; Владимир В. Силантьев; Светлана В. Николаева

Технические редакторы: Миляуша Н. Уразаева; Оксана Ю. Васильева

Осадочные планетарные системы позднего палеозоя: стратиграфия, геохронология, углеводородные ресурсы [Электронный ресурс]: сборник тезисов Международной стратиграфической конференции Головкинского 2019 (24-28 сентября 2019 г., Казань, Россия). – Электрон. сетевые данные (1 файл: 19 440 КБ). – Казань: Издательство Казанского университета, 2019. – 329 с. – Систем. требования: Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: http://dspace.kpfu.ru/xmlui/bitstream/handle/ net/151929/golovkinsky2019.pdf. – Загл. с титул. экрана.

Международная конференция посвящена проблемам девонской, каменноугольной и пермской планетарных систем, стратиграфическим событиям, эволюции биоты, седиментационным бассейнам и полезным ископаемым.

> УДК 551.7/.8 ББК 26.33

© Издательство Казанского университета, 2019

UDC 551.7/.8 LBC 26.33 L36

> Editor-in-Chief Danis K. Nurgaliev

Scientific editors: Alexander S. Alekseev; Vladimir V. Silantiev; Svetlana V. Nikolaeva

Technical editors: Milyausha N. Urazaeva; Oksana Yu. Vasilieva

Late Paleozoic Sedimentary Earth Systems: Stratigraphy,
L36 Geochronology, Petroleum Resources: Abstract Volume of Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting 2019 (September 24-28, 2019, Kazan, Russia). – Kazan: Kazan University Press. – 329 p.

The International Stratigraphic Meeting is dedicated to the Devonian, Carboniferous and Permian Earth systems, stratigraphic events, biotic evolution, sedimentary basins and resources.

> UDC 551.7/.8 LBC 26.33

© Kazan University Press, 2019

### Content

	22
On aboriginal and cosmopolitan migrant radiolarians of the Late Paleozoic	
О радиоляриях аборигенах и космополитах-мигрантах позднего палеозоя	
Afanasieva, Marina S.	25
A new Middle Famennian <i>Natgorella hirsuta – Spinoalium melekessensis</i> radiolarian eco-zone in the Volga-Ural Basin	
Новая среднефаменская экозона радиолярий Natgorella hirsuta – Spinoalium melekessensis Волго-Уральского бассейна	
Afanasieva, Marina S.	27
On the new dating of the Late Paleozoic Latentifistula crux radiolarian eco-zone in the Southern Urals	
О новом возрастном положении позднепалеозойской экозоны радиолярий Latentifistula crux на Южном Урале	
Afanasieva, Marina S.	30
On the biostratigraphy and radiolarian eco-zones of the Upper Paleozoic of Northern Eurasia	
О биостратиграфии и экозонах радиолярий верхнего палеозоя Северной Евразии	
Akhmetshina, Lemuza Z., Larisa V. Degtyareva, Olga M. Naboka, Elena G. Kashcheeva	32
Stratigraphy, facies and reservoirs of Bashkirian-Moscovian oil and gas deposits of the eastern Peri-Caspian Depression	
Стратиграфия, фации и коллекторы башкирско-московских нефтегазоносных отложений востока Прикаспийской впадины	
Alekseev, Alexander S., Nilyufer B. Gibshman, Karina V. Sakhnenko,	34
Alekseev, Alexander S., Nilyufer B. Gibshman, Karina V. Sakhnenko, Nataliya V. Goreva, Alexey S. Shmakov	34
Alekseev, Alexander S., Nilyufer B. Gibshman, Karina V. Sakhnenko, Nataliya V. Goreva, Alexey S. Shmakov The Protvian Regional Substage of the Serpukhovian Stage (Lower	34
Alekseev, Alexander S., Nilyufer B. Gibshman, Karina V. Sakhnenko, Nataliya V. Goreva, Alexey S. Shmakov The Protvian Regional Substage of the Serpukhovian Stage (Lower Carboniferous) in the southwestern Moscow Basin	34
Alekseev, Alexander S., Nilyufer B. Gibshman, Karina V. Sakhnenko, Nataliya V. Goreva, Alexey S. Shmakov The Protvian Regional Substage of the Serpukhovian Stage (Lower Carboniferous) in the southwestern Moscow Basin Протвинский горизонт серпуховского яруса (нижний карбон) на юго-западе Московской синеклизы	34
Alekseev, Alexander S., Nilyufer B. Gibshman, Karina V. Sakhnenko, Nataliya V. Goreva, Alexey S. Shmakov The Protvian Regional Substage of the Serpukhovian Stage (Lower Carboniferous) in the southwestern Moscow Basin Протвинский горизонт серпуховского яруса (нижний карбон) на юго-западе Московской синеклизы Alekseev, Alexander S., Elena I. Kulagina, Guzel M. Sungatullina, Rafael Kh. Sungatullin, Svetlana V. Nikolaeva, Nadezhda A. Kucheva, Lyudmila I. Kononova, Nataliya D. Zhuravleva	34 36

Новые данные о биостратиграфической характеристике пограничных отложений башкирского и московского ярусов (средний пенсильваний) в разрезе Басу (Южный Урал): профиль Басу 2

Alekseev, Andrey O., Tatiana V. Alekseeva	38
Soil formation in the Central Devonian Field in the late Devonian	
Почвообразование на территории Центрального девонского поля в позднем девоне	
Alekseeva, Tatiana V., Andrey O. Alekseev	40
The discovery of paleosols in the upper Devonian of the Stoylenskiy Quarry (Staryi Oskol, Belgorod Region)	
Первые находки палеопочв в верхнем девоне Стойленского карьера (Старый Оскол, Белгородская область)	
Abd Al Salam, Al Khder, Anatoliy S. Borisov, Evgeniya M. Nurieva	42
Lithofacies analysis of the oil bearing SERJ of the SAB oil field (Syria)	
Литолого-фациальный анализ нефтепродуктивной толщи SERJ месторождения SAB (Сирия)	
Antoshkina, Anna I.	44
Genetic and biological diversity of ecosystems of Upper Paleozoic reefs (using the example of the Timan-Northern Ural region)	
Генетическое и биологическое разнообразие рифовых экосистем верхнего палеозоя (на примере Тимано-Североуральского региона)	
Arefiev, Mikhail P.	46
Key sedimentological and isotope events of the Permian-Triassic boundary of the East European Platform: evidence of global restructuring of the geosphere	
Ключевые седиментологические и изотопные события пермо-триасового рубежа на Восточно-Европейской платформе: свидетельство глобальной перестройки геосферы	
Aukhatov, Yan G.	49
Geological conditions necessary for the accumulation of elemental sulfur in the Kazanian deposits of the Middle Volga Region	
Геологические условия накопления самородной серы в казанских отложениях Среднего Поволжья	
Bakaev, Alexandr S.	51
New data on teeth of fish of the order Eurynotoidiformes (Pisces, Actinopterygii) from the Upper Permian of European Russia	
Banerjee, Amlan, Mirosław Słowakiewicz, Tuasha Majumder, Sayani Khan, Sarbani Patranabis-Deb, Maurice E. Tucker, Dilip Saha	53
A Palaeoproterozoic dolomite showing Phanerozoic-type dolomitization	
Bel Haouz, Wahiba, Abdelouahed Lagnaoui, Vladimir V. Silantiev	54
Progress on the Ichnological Analysis of the Lower and Upper Kazanian Strata from the Volga Region (Eastern European Platform, Russia)	

### Bel Haouz, Wahiba, Abdelouahed Lagnaoui, Vladimir V. Silantiev 55

Bivalve trace fossils from Kazanian strata of the Volga region (Tatarstan, Russia): Ethological implications

#### Bezgodova, Daria V.

Famennian spiriferids (Branchiopoda) of the southern coast of Novaya Zemlya (Karskie Vorota Strait)

Фаменские спирифериды (брахиоподы) южной оконечности Новой Земли (пролив Карские Ворота)

#### Beznosov, Pavel A.

The Devonian vertebrate communities of the *prima-obrutschewi* Zone in Timan and the Kanin Peninsula

Сообщества девонских позвоночных ихтиозоны prima-obrutschewi на Тимане и полуострове Канин

#### Biakov, Alexander S.

The main features of global biogeography of Permian bivalves

Основные черты глобальной биогеографии пермских двустворчатых моллюсков

#### Biakov, Alexander S., Igor L. Vedernikov, Ibragim M. Khasanov

64

68

71

62

57

59

A complexly dislocated tectonic complex of the northern periphery of the Balygychan block (North-East Russia): a local phenomenon or general pattern during collision processes?

Сложнодислоцированный тектонический комплекс северной периферии Балыгычанского блока (Северо-Восток России): локальное явление или проявление общих закономерностей при процессах коллизии?

#### Biakov, Alexander S., Yuri D. Zakharov, Micha Horacek, Ruslan V. Kutygin, 66 Igor L. Vedernikov, Inessa V. Brynko

New data on fauna,  $\delta13Corg$  ,  $\delta15N$  chemostratigraphy, and U-Pb SHRIMP dating of Upper Permian and PTB deposits of northeastern Russia

Новые данные по фауне, хемостратиграфии б13Corg , б15N и U-Pb SHRIMP датированию верхнепермских и пограничных пермо-триасовых отложений Северо-Востока России

#### Boyarinova, Elena I., Valeriy K. Golubev, Anton V. Ulyakhin

On the lifestyle of the Late Permian *Dvinosaurus* (Amphibia, Temnospondyli) from the East European Platform

Об образе жизни позднепермского *Dvinosaurus* (Amphibia, Temnospondyli) с территории Восточно–Европейской платформы

#### Brookfield, Michael E.

The two-fold end-Permian extinction on land during a Great Lakes phase correlates with a two-fold extinction in the sea

Brynko, Inessa V., Alexander S. Biakov, Igor L. Vedernikov7Permian "kolymic" limestones of the South-Eastern part of the Omolon massif (North-East Asia)7	72
Brynko, Inessa V., Gennadiy O. Polzunenkov, Alexander S. Biakov 7	74
New U-Pb (SHRIMP-II) data on zircons from the Middle Permian of the Omolon Massif (Northeastern Russia)	
Новые U-Pb (SHRIMP-II) данные по циркону из среднепермских отложений Омолонского массива (Северо-Восток России)	
Brynko, Inessa V., Igor L. Vedernikov	76
Geochemical indicators of facies environments of the Middle Permian «kolymic» limestones of the Omolon massif (Northeast Asia)	
Геохимические индикаторы фациальных обстановок среднепермских «колымие- вых» известняков Омолонского массива (Северо-Восток Азии)	
Bukhman. Nikolav S.	78
On small discoid impressions from the Novyi Kuvak Flora Locality (Western Subangara region, Kazanian)	
О миниатюрных дисковидных отпечатках из местонахождения Новый Кувак (Западная Субангарида, казанский век)	
Bukhman, Liubov M., Nikolay S. Bukhman	30
On the impressions of Vegetative Organs of Preginkgophytes from the Novyi Kuvak Flora Locality (Western Subangara Region, Kazanian)	
Об отпечатках вегетативных органов прегинкгофитов из местонахождения Новый Кувак (Западная Субангарида, казанский век)	
Chaikovskiy, Ilya I., Tatyana V. Fadeeva, Elena P. Chirkova	32
On the discovery of coccoliths in the Famennian and Kungurian salts of the East European Platform	
О находках кокколитов в фаменских и кунгурских солях Восточно-Европейской платформы	
Chernykh, Valery V.	34
Meronomical scales as the synchronization tool of Geological Events	
Мерономические шкалы как инструмент синхронизации геологических событий	
Chernykh, Valery V., Galina V. Kotlyar, Ruslan V. Kutygin, Guzal M. Sungatullina, Gunar A. Mizens, Rafael Kh. Sungatullin, Maxim S. Boiko, Nuriia G. Nurgalieva, Yury P. Balabanov, Maya V. Oshurkova, Daria V. Zbukovab, Bulat I. Gareev, Georgy I. Batalin	36

Dalniy Tyulkas section (Southern Urals, Russia): a potential candidate for the GSSP to define the base of the Artinskian Stage in the global chronostratigraphic scale, new data Палеомагнетизм и магнитостратиграфия континентальных пермо-триасовых отложений разреза Балебиха (Россия, река Северная Двина)

Davydov, Vladimir I., Evgeny V. Karasev, Mark D. Schmitz, Nuriia G. 87 Nurgalieva, Vladimir V. Silantiev, Dilyara D. Kuzina, Alexander S. Biakov, Bulat I. Gareev, Dmitry V. Vasilenko, Svetlana O. Zorina, Veronika V. Zharinova, Inessa V. Brynko, Marina A. Lavrukhina

Were the Siberian Traps a trigger for the global Permo-Triassic extinction?

#### Davydov, Vladimir I., Evgeny V. Karasev, Igor V. Budnikov, Ruslan V. 89 Kutygin, Vladimir V. Silantiev, Nuriia G. Nurgalieva, Dilyara D. Kuzina, Alexander S. Biakov, Bulat I. Gareev, Milyausha N. Urazaeva, Veronika V. Zharinova, Marina A. Lavrukhina

Late Paleozoic climate bipolarity: glaciation signs in Siberia

### Dub, Semyon A., Gunar A. Mizens, Vladimir N. Kuleshov, Tatiana I. 91 Stepanova

The mid-Upper Tournaisian carbon isotope excursion (TICE) in limestones of the Middle Urals and Southern Trans-Urals

Верхнетурнейский С-изотопный экскурс в известняках Среднего Урала и Южного Зауралья

#### Fassihi, Shirin, Elena I. Kulagina, Fariba Shirezadeh Esfahani94

Latest Serpukhovian foraminiferal assemblage from the Sanandaj-Sirjan Zone, Iran

### Fassihi, Shirin, Daniel Vachard, Fariba Shirezadeh Esfahani96Lithostratigraphy and non-fusulinid foraminifera of the Pennsylvanian–Permian

transition (Gzhelian–Asselian) in the Sanandaj-Sirjan Zone, Iran

#### Fattakhov, Artur V., Victor E. Kosarev, Alina R. Sharipova, Guzel R. 98 Sharipova, Rail I. Kadyrov, Ruslan K. Khairetdinov

A study of the drying process of oil-saturated whole core

Изучение процесса высыхания полноразмерного нефтенасыщенного керна

#### Fetisova, Anna M., Mikhail P. Arefiev, Roman V. Veselovsky 100

Paleomagnetism and Magnetostratigraphy of Permian-Triassic Continental Deposits of the Balebikha Section (Russia, the Severnaya Dvina River)

#### Gibshman, Nilyufer B. 102 Foraminiferal biostratigraphy of the Serpukhovian Stage (Mississippian) in the Zaborie section (Moscow Basin) Фораминиферовая биостратиграфия серпуховских отложений (нижний карбон) в разрезе Заборье (Подмосковье)

104

#### Glukhov, Mikhail S., Rafael Kh. Sungatullin, Rail I. Kadyrov

The use of magnetic microspherules for correlation of evaporite strata

Магнитные микросферулы для корреляции эвапоритовых толщ

Golubev, Valeriy K.	106
The Moscow Bay in the Zechstein Sea (upper Permian, East European Platform)	
Московский залив Цехштейнового моря (поздняя пермь, Восточно-Европейская платформа)	
Goreva, Natalia V.	109
New data on Pennsylvanian conodonts of the Northern Russian Platform	
Новые данные о пенсильванских конодонтах севера Русской платформы	
Götz, Annette E.	111
Palynological evidence of southwestern Gondwana's prolonged Carboniferous- Permian glaciation: Evidence towards a refined biotic deglaciation model	
Gutak, Yaroslav M., Sergei A. Rodygin	113
Correlation of the Devonian stratigraphic chart of the Altai-Sayan Folded Area and the International Chronostratigraphic Chart	
Соотношение глобальной и региональной стратиграфических шкал девона Алтае-Саянской складчатой области	
Hontsova, Svetlana S., Elena M. Maksimova, Evgeniya V. Petrova, Igor A. Nauhatsky, Grigoriy A. Yakovlev	116
Research into the weathering of ordinary chondrites in terrestrial environments	
Исследование результатов выветривания некоторых обыкновенных хондритов в земных условиях	
Isaev, Georgy D.	118
Carboniferous volcanic stratigraphy of the West Siberian Geosyneclise	
«Вулканостратиграфия» карбона Западно-Сибирской геосинеклизы	
Ivanov, Alexander O.	120
Paleozoic jalodontid chondrichthyans: diversity and distribution	
Ivanova, Natalia M., Alexander A. Sidorov, Alexandra M. Evseeva, Denis V. Mayorov	122
The Lower Kazanian Substage in the outcrops near the village of Baitugan (Samara Region, type area of the substage)	
Изучение обнажений нижнеказанского подъяруса в окрестностях сельского поселения Байтуган (Самарская область, стратотипический район подъяруса)	
Izokh, Nadezhda G.	124
Late Devonian conodonts from North Kharaulakh (Arctic Russia)	
Позднедевонские конодонты Северного Хараулаха (Российская Арктика)	

Jurina, Aleftina L., Marina G. Raskatova	126
An integrated biostratigraphic study of the Chaplygin Formation (Devonian of the Voronezh Anteclise)	
Комплексное биостратиграфическое изучение чаплыгинской свиты (девон Воронежской антеклизы)	
Karaseva, Tatyana V., Ivan S. Khopta	129
On the formation of the Riphean sedimentary basin in the north of the Volga- Urals Region	
О формировании рифейского осадочного бассейна на севере Волго-Урала	
Kayukova, Galina P., Anastasiya N. Mikhailova, Damir Gabdrakhmanov, Boris V. Uspensky, Alexey V. Vakhin Geochemical aspects of the Romashkino oil field (based on the Berezovskaya area)	132
Khamidullina, Galina S., Boris V. Platov, Artur F. Caramov, Edward R. Ziganshin, Karina G. Barinova	133
Seismostratigraphy of the oil-bearing carbonate platform succession of the Volga-Ural basin (East European Platform, South Tatar Arch)	
Khamiev, Marsel M., Alexander V. Starovoitov, Bulat M. Nasyrtdinov, Victor E. Kosarev	135
Use of an optical scanner for complex core analysis	
Применение установки оптического сканирования для комплексного анализа керна	
Khassanov, Damir I., Marat A. Lonshakov	137
Initial research into the upscaling effect in Permian and Devonian sandstones	
Эффект апскейлинга открытой пористости в образцах пермских и девонских песчаников	
Khassanov, Damir I., Konstantin I. Brednikov, Boris G. Chervikov	139
The application of dipole electrical sounding in geological studies of the Upper Permian deposits (Republic of Tatarstan, Russia)	
Применение метода двухстороннего дипольного электрического зондирования для геологического изучения верхнепермских отложений территории Республики Татарстан	
Khasanov, Rinat R.	141
Paleogeographical conditions of the Visean coal formation in the east of the East European Platform	
Палеогеографические условия визейского углеобразования на востоке Восточно- Европейской платформы	
Kosarev, Victor E., Artur V. Fattakhov, Guzel R. Sharipova, Alina R. Sharipova, Airat N. Dautov, Ruslan K. Khairetdinov	143
Application of the nuclear magnetic resonance method in the comprehensive study of a carbonate core	

Применение метода ядерно-магнитного резонанса для комплексного исследования керна карбонатных отложений

#### Kogan, Ilja, Michael Buchwitz, Maik Jähne, Henrik Ahlers, Daniel Eger 145 Passos, Sascha Schmidt, Mirosław Rucki, Tom Cvjetkovic

A *Madygenerpeton* (Tetrapoda: Chroniosuchia) for everyone: digital

representation and replication of a Triassic fossil skull

#### Kondrashova, Nataliya I., Pavel V. Medvedev

Geochemical markers as a tool for paleogeographic reconstructions (a case study of Paleoproterozoic stromatolite dolostones from the Onego paleobasin in Karelia)

Геохимические маркеры как инструмент палеогеографических реконструкций (на примере палеопротерозойских строматолитовых доломитов Онежской структуры Карелии)

#### Kotik, Olga S.

Organic matter from the Kungurian succession and its generation potential in the northern part of the Pre-Ural Foredeep (Timan-Pechora Basin)

Органическое вещество кунгурских отложений и его генерационный потенциал в северной части Предуральского краевого прогиба (Тимано-Печорский бассейн)

#### Kravchenko, Irina V., Lemuza Z. Akhmetshina

The correlation between the Jurassic sediments of the South Torgai downwarp and the East side of the Caspian depression

Корреляция юрских отложений Южно-Торгайского прогиба и Восточного борта Прикаспийской впадины

#### Kucheva, Nadezhda A.

The mid-Carboniferous event in the sections of the Middle and Southern Urals, according to data from a brachiopod study

Проявление серпуховско-башкирского события в разрезах Среднего и Южного Урала по данным изучения брахиопод

#### Kutygin, Ruslan V.

Permian ammonoids from the lower reaches of the Lena River

#### Kutygin, Ruslan V.

The main stratigraphic and paleogeographic features of the Capitanian stage in Yakutia, Eastern Siberia

#### Kuzina, Dilyara M., Ilmir D. Gilmetdinov, Radmir M. Ayupov, Anna M. 159 Fetisova, Yuri P. Balabanov, Vladimir I. Davydov, Vladimir V. Silantiev

Paleomagnetic and magnetic studies of the Babii Kamen section (Kemerovo region)

Палеомагнитные и магнитные исследования разреза Бабий Камень (Кемеровская область)

#### Lagnaoui, Abdelouahed, Wahiba Bel Haouz, Amine Najih

161

Trackway and resting traces of trilobites with associated invertebrate ichnofossils from the Early Carboniferous of the Al Atrous region (Eastern Anti-Atlas, Morocco)

147

151

149

153

155

157

Lavrukhina, Marina A., Veronika V. Zharinova, Milyausha N. Urazaeva, Vladimir V. Silantiev	163
Microfacies of the Bashkirian and Moscovian deposits from the east of the Volga-Ural region	
Микрофации башкирских и московских отложений восточной части Волго- Уральской области	
Leonova, Tatiana B., Alexander Yu. Shchedukhin	165
Cephalopods of the Early Permian Shakh-Tau Reef	
Цефалоподы раннепермского рифа Шахтау	
Machulina, Svetlana A.	167
Diachronicity of terrigenous-carbonate complexes of the Lower Carboniferous of the Dnieper-Donets Basin	
Диахронность терригенно-карбонатных комплексов нижнего карбона Днепровско- Донецкой впадины	
Makarenko, Svetlana N., Leonid G. Peregoedov, Sergei A. Rodygin, Natalia I. Savina	169
An updated Devonian regional stratigraphic chart of the West Siberian Plain	
Усовершенствование региональной стратиграфической схемы девонских отложений Западно-Сибирской равнины	
Makarenko, Svetlana N., Leonid G. Peregoedov, Sergei A. Rodygin, Natalia I. Savina	171
The current state of the Permian stratigraphy of central Western Siberia	
Современное состояние стратиграфии пермской системы центральной части Западной Сибири	
Maksimova, Elena M., Igor A. Naukhatsky, Gleb S. Maksimov	174
A study of calcite color from mountainous Crimea using X-ray fluorescence analysis	
Исследование окраски кальцитов Горного Крыма методом рентгено- флуоресцентного анализа	
Matveev, Vladimir P.	175
Geological time and stratigraphic boundaries of local units on the example of the Chernomysian Regional Stage and the Ledyanya Gavan' Formation on the Novaya Zemlya Archipelago	
Геологическое время и стратиграфические границы местных подразделений на примере черномысовского горизонта и ледяногаванской свиты на архипелаге Новая Земля	
Melnichuk, Oleg Yu.	178
Specific sedimentation features of the Upper Devonian delta system (eastern slope of the Middle Urals, Kodinka Formation)	

Особенности седиментации верхнедевонской дельтовой системы (кодинская свита, восточный склон Среднего Урала)

#### Minina, Olga R., Alena V. Kurilenko, Ludmila N. Neberikutina, Tatyana V. 180 Stukova, Larisa I. Vetluzhskikh

Palynological characteristics of the Urmugteyul Formation (Lower Carboniferous) of the Orchon Depression (Northern Mongolia)

Палинологическая характеристика урмугтэйульской свиты (нижний карбон) Орхонского прогиба (Северная Монголия)

#### Minich, Alla V., Maxim G. Minich

The updated zonal scale of the Middle and Upper Permian of Eastern Europe based on the ichthyofauna

К вопросу об обновленной зональной шкале средней и верхней перми Восточной Европы по ихтиофауне

#### Morov, Vladimir P., Alyona A. Morova

The taxonomic composition and lithological features of the Bagryash locality of the Kazanian flora

Таксономический состав и литологические особенности Багряшского местонахождения флоры казанского века

#### Mouraviev, Fedor A., Michael P. Arefiev, Vladimir V. Silantiev 186

Paleosols and pedostratigraphy of the Urzhumian (Middle Permian) deposits of the Kazan Volga region

#### Mukhametshin, Rustam Z.

The stratigraphic subdivision of the Lower Carboniferous multifacial terrigenous sediments: principles and experience

Стратиграфическое расчленение разнофациальных отложений нижнего карбона: приниципы и опыт

#### Musin, Rustam Kh.

Lithology and stratigraphy of the Lower Kazanian deposits within the oilproducing territory of the Republic of Tatarstan: hydrogeological significance

Литология и стратиграфия нижнеказанских отложений в пределах нефтедобывающей территории Республики Татарстан и их гидрогеологическое значение

#### Naugolnykh, Serge V.

The Urma Formation (Lower Permian, Artinskian) of the Urals, Russia, and its paleontological characteristics

#### Naugolnykh, Sergey V.

New insights on the conifers of voltzialean affinity from the Kuedinskie Kluchiki locality (Kazanian, Wordian) of the Urals

#### Nasyrova, Zuhra R., Galina P. Kayukova, Yaroslav V. Onishchenko, Nafis 196 A. Nazimov, Alexey V. Vakhin

Changes in structural group composition of asphaltenes and carbene-carboids of the Domanik shale in sub- and supercritical water: FT-IR spectroscopy data

191

188

193

195

182

184

#### Nazarova, Valentina M., Elena M. Kirilishina, Lyudmila I. Kononova, 197 Sergey S. Dem'yankov

Upper Devonian conodont biofacies of the Voronezh Anteclise: a model)

Модель формирования конодонтовых биофаций (на примере верхнего девона Воронежской антеклизы)

#### Nikolaeva, Svetlana V., Alexander S. Alekseev, Elena I. Kulagina, Yury A. 199 Gatovsky, Galina Yu. Ponomareva, Nilyufer B. Gibshman

Interregional correlation of the base of the Serpukhovian Stage: problems and prospects

Межрегиональная корреляция основания серпуховского яруса: проблемы и перспективы

#### Nitkina, Elena A., Nikolay E. Kozlov, Natalia E. Kozlova, Tatiana V. Kaulina 203

The age and composition of rocks of the eastern frame of the Pechenga structure, Kola region

#### Novikov, Igor V.

Early Triassic tetrapod succession of Eastern Europe

# Nugmanova, Ekaterina V., Ilmir I. Nugmanov, Sergey A. Mikhailov207Application of machine learning techniques in oil exploration based on<br/>the results of geochemical surveys207

Применение методов машинного обучения при поисковых работах на нефть по результатам геохимической съемки

#### Nurgalieva, Nuriia G.

Well log sequence stratigraphy of the Visean Stage on the southern margin of the Melekess Basin

#### Ozhgibesov, Vladimir P.

Standards of Gibbs-Roseboom triangles for mapping lithological section types and facial analysis

Стандарты треугольников Гиббса-Розебома для построения карт литологических типов разреза и фациального анализа

#### Peregoedov, Leonid G., Nikolay P. Kulkov, Victor I. Krasnov, Leonid S. 213 Ratanov, Svetlana N. Makarenko, Sergei A. Rodygin, Natalia I. Savina, Gennady M. Tatyanin, Georgi D. Isaev; Vladimir S. Bochkarev

The Ordovician regional stratigraphic chart of the West Siberian Plain

Региональная стратиграфическая схема ордовикских отложений Западно-Сибирской равнины

#### Peregoedov, Leonid G., Sergei A. Rodygin

215

205

209

211

The Lower Devonian Samagaltayian Regional Stage of the Eastern Altai-Sayan folded area

Самагалтайский горизонт нижнего девона восточной части Алтае-Саянской складчатой области

#### Pervushov, Evgeny M., Vladimir B. Seltser, Evgeny A. Kalyakin, Ilya P. 217 Ryabov, Egor I. Ilinskiy

The Turonian and Coniacian Stages of the south-west of Ulyanovsk-Saratov Trough

Турон-коньяк юго-запада Ульяновско-Саратовского прогиба

Petrov, Sergei I., Rinat N. Abdullin, Rustam Z. Mukhametshin An assessment of origin and oil source of Domanik Formation by logging data Оценка нефтематеринского потенциала доманиковой формации и условий ее накопления по данным ГИС	219
Ponomarenko, Evgeny S., Rimma M. Ivanova The Upper Serpukhovian – Lower Bashkirian deposits in the Pacha-Shor section (Northern Urals, Ilych River): lithology, biostratigraphy and chemostratigraphy Верхнесерпуховско-нижнебашкирские отложения в разрезе Пача-Шор (Северный Урал, река Илыч): литология, био- и хемостратиграфия	222
Ponomareva, Anna L., Alena I. Eskova, Renat B. Shakirov, Anatoly I. Obzhirov The relationship between the rate of microbial processes and the methane con- tent in the bottom sediments of the Sea of Japan	224
Prosuzhikh, Pavel A., Veronika V. Zharinova, Frank Scholze Joerg W. Schneider, Vladimir V. Silantiev, Elvira F. Sabirova, Ilja Kogan Classification of recent and fossil (late Permian) Conchostraca using Fourier shape analysis	226
Prosuzhikh, Pavel A., Veronika V. Zharinova, Frank Scholze, Joerg W. Schneider, Vladimir V. Silantiev, Elvira F. Sabirova, Ilja Kogan Measurements from drawings or photographs – developing an integrated ap- proach for conchostracan classification	228
Rasskazov, Sergey V., Tamara F. Tregub, Maksim A. Volkov The palynostratigraphy of the alluvial formation of the Barguzin River valley Палиностратиграфия отложений аллювиальной формации долины реки Баргузин	230
<b>Remizova, Svetlana T.</b> Late Moscovian and Kasimovian calcareous algae from "Malaya Pokayama" section (Volonga River, North Timan)	232
Позднемосковские и касимовские известковые водоросли в разрезе «Малая Пока- яма» (р. Волонга, Северный Тиман)	
Ryabinkina, Nadezhda N., Olga V. Valyaeva Geology and geochemistry of the oil and gas-bearing Upper Paleozoic complex of the Labaganskoye Field (Arctic zone of the Timan-Pechora Province) Геология и геохимия нефтегазоносного верхнепалеозойского комплекса Лабаган- ского месторождения (Арктическая зона Тимано-Печорской провинции)	234

Sabirova, Elvira F., Veronika V. Zharinova, Frank Scholze, Joerg W. Schneider, Vladimir V. Silantiev, Pavel P. Prosuzhikh, Ilja Kogan	236
Carapace microsculpture of conchostracans from the Permian and Triassic sec- tions of Eastern Europe and Western Siberia	
Sabirova, Elvira F., Veronika V. Zharinova, Vladimir V. Silantiev, Joerg W. Schneider, Frank Scholze, Pavel P. Prosuzhikh, Ilja Kogan	239
Breeding experiments on conchostracans as a tool for understanding fossil con- chostracan biology	
Sadovnikov, Gennady N.	242
Upper Triassic coal deposit ecozones of North Iran	
Экостратиграфия угленосных отложений верхнего триаса Северного Ирана	
Saetgaraev, Almir D., Angelina A. Savelieva, Nadezhda I. Borschevskaya Major discoveries of oil fields in the Timan-Pechora Province at the turn of the XX and XXI century	244
Крупные открытия месторождений нефти в Тимано-Печорской провинции на ру- беже XX и XXI веков	
Saldin, Victor A., Artem G. Konnov, Georgy V. Savel'ev	246
The Lower Permian succession of Pay-Khoy: problems of stratigraphy and cor- relation	
Проблемы корреляции нижнепермских подугленосных отложений Пай-Хоя	
Sánchez, Willan, Rail I. Kadyrov, Elvira I. Minibaeva	248
Analysis of the evolution of Paleozoic sedimentary basins in the Republic of Ta- tarstan using a geological section of the regional seismic profile "TATSEIS"	
Sandula, Andrey N.	249
The stratigraphy of the Upper Bashkirian in the Srednie Vorota Section on the Shar'yu River (Chernyshev Ridge)	
Стратиграфия верхнебашкирских отложений Средних Ворот р. Шарью (гряда Чернышева)	
Sakhnenko, Karina V., Elena L. Zaytseva, Nilyufer B. Gibshman	251
Palaeotextulariids (Foraminifera) from the Upper Viséan of the Volga-Ural Re- gion and the Moscow Basin	
Палеотекстулярииды (Foraminifera) из верхневизейских отложений Волго- Уральской области и Подмосковного бассейна	
Savko, Arkady D., Aleksey V. Kraynov, Aleksey V. Milash	253
Devonian paleogeography of the southern part of the Central Devonian Field Палеогеография южной части Центрального девонского поля в девоне	
Savko, Arkady D., Marina Yu. Ovchinnikova	256
Carboniferous paleogeography of the Voronezh Anteclise	
Палеогеография территории Воронежской антеклизы в каменноугольное время	

#### Schekoldin, Roman A. 258 Shelf-to-basin transitions in the Upper Devonian of Novaya Zemlya, Arctic Russia Schneider, Joerg W., Valeriy K. Golubev, Vladimir V. Silantiev, Veronika 260 Zharinova, Frank Scholze, Spencer G. Lucas The importance of Paleozoic/Mesozoic sections in Central Europe, on the Russian Platform and in North America for correlation of late Carboniferous and Permian to Middle Triassic continental biostratigraphy to the Standard Global Chronostratigraphic Scale Sennikov, Andrey G. 263 Crayfish and lungfish burrows from the Permian and Triassic deposits of the Southern Cis-Urals Норы раков и двоякодышащих рыб из пермских и триасовых отложений Южного Приуралья Sennikov, Nikolay V., Taras V. Gonta, Raliya A. Khabibulina 265 On the origin of the Early Carboniferous Atyrdakh terrigenous complex of the Lena River Delta О генезисе раннекаменноугольного Атырдахского терригенного комплекса района дельты Лены Silantiev, Vladimir V., Milyausha N. Urazaeva 267 Permian non-marine bivalves from South Africa Неморские двустворчатые моллюски из пермских отложений Южной Африки Sitdikova, Lyalya M., Nailya M. Khasanova, Evgeniy S. Korepanov, Boris V. 269 Sakharov, Vladimir Ya. Volkov, Evgeniy V. Lozin Characteristics of organic matter of the Vendian and upper Riphean Shikhan Formation of the Kama- Belsky aulacogen by Low-Field NMR relaxation

Характеристика органического вещества пород венда и шиханской свиты верхнего рифея Камско-Бельского авлакогена по данным ядерной магнитной релаксации в низких полях

#### Shustikov, Kirill A., Ksenya A. Dubkova, Irina Yu. Bugrova

Upper Jurassic Corals and Buildups of Eastern Crimea (following the route of the geological excursion of the 7th International Geological Congress, 1897)

Кораллы и органогенные постройки верхней юры Восточного Крыма (по маршруту геологической экскурсии 7-го Международного Геологического конгресса, 1897 г.)

#### Snachev, Alexander V., Vladimir I. Snachev

Geology and ore bearing potential of black shales of the Kamensk block (Chelvabinsk Graben, South Urals)

Геология и рудоносность углеродистых сланцев Каменского участка (Челябинский грабен, Южный Урал)

274

271

Soroka, Elena I., Lyubov V. Leonova, Mihail E. Pritchin	276
Carbonate nodules with aluminum in the Upper Paleozoic limestones of the Urals	
Карбонатные конкреции с глиноземом в верхнепалеозойских известняках Урала	
Stepanov, Andrey V., Ruzil N. Sitdikov	279
A case study of Upper Permian sedimentary rocks using a 2D shallow seismic exploration on the western slope of the South Tatar Arch (Volga-Ural Basin)	
Опыт изучения отложений верхнего отдела пермской системы западного склона Южно-Татарского свода малоглубинной сейсморазведкой 2D	
Stukova, Tatyana V.	282
Lower-Middle Permian palynological assemblages from the north of the Timan- Pechora province: stratigraphy and correlation	
Нижне-среднепермские палинокомплексы севера Тимано-Печорской провинции: корреляционный аспект	
Sukhov, Evgeny E.	283
Foraminiferal biozones of the Kazanian stratotype, Volga-Kama region, East European Platform	
Sungatullina, Guzal M., Rafael Kh. Sungatullin	286
The boundaries of the Upper Carboniferous Stages in the Usolka Section, Southern Urals	
Границы ярусов верхнего карбона в разрезе Усолка, Южный Урал	
Svetova, Evgeniya N., Sergey A. Svetov, Alexandra V. Stepanova	288
Trace elements in quartz as markers of terrigenous sediment sources in Jatulian conglomerates (Karelia)	
Tarasenko, Anna B.	290
Cycles of sedimentation in the Middle Frasnian paleobasin in the Priil'menskaya part of the Main Devonian Field	
Седиментационная цикличность в середине франского века в Приильменской части Главного девонского поля	
Telnova, Olga P., Marina A. Soboleva, Dmitry B. Sobolev	293
Correlation of conodont and palynological biozones: <i>Ancyrodella rotundiloba soluta</i> and <i>Cristatisporites deliquescens</i> (Upper Devonian, North Ural-Timan region)	
Сопоставление конодонтовых и палинологических биозон: Ancyrodella rotundiloba soluta и Cristatisporites deliquescens (верхний девон, Тимано-Североуральский регион)	
Temnaya, Natalya V., Anton N. Kolchugin	296
The sedimentogenetic features of the Bashkirian oil-saturated carbonate rocks from the Volga-Ural region	
Особенности седиментогенеза нефтеносных карбонатных пород башкирского яруса Волго-Уральского региона	

#### Timonina, Nataliya N.

Lithological and geochemical characteristics of the early Triassic sand collectors in the Arctic regions of the Timan-Pechora Province

Литолого-геохимическая характеристика песчаных коллекторов раннетриасового возраста в арктических районах Тимано-Печорской провинции

#### Titov, Arsen A., Galina S. Khamidullina

The use of a filtration zone indicator to study the formation laws of natural extra-viscous oil reservoirs

Использование индикатора зоны фильтрации для изучения закономерностей процессов образования природных резервуаров сверхвязкой нефти

#### Tolokonnikova, Zoya A., Veronika V. Volkova

The morphological evolution of Eurasian bryozoans during the Late Devonian– Early Carboniferous

Морфологическая эволюция мшанок Евразии в течение позднего девона и раннего карбона

#### Tsincoburova, Mariya G., Timur R. Khalimov

Biogenic and abiogenic disturbances in the shells of Ordovician invertebrates found in the Leningrad Region and kept in the collection of the Mining Museum

Биогенные и абиогенные нарушения раковин ордовикских беспозвоночных Ленинградской области в коллекциях Горного музея

#### Tsincoburova, Mariya G.

A reflection of regional geological events in the dynamics of the development of Ordovician Rhynchonelliformea (Brachiopoda) in the east of Baltoscandia (Leningrad Region)

Отражение региональных геологических событий в динамике развития ордовикских ринхонеллиформных брахиопод востока Балтоскандии (Ленинградская область)

#### Urazaeva, Milyausha N., Vladimir V. Silantiev

History of Permian non-marine bivalve fauna from continental deposits of the Dvina-Mezen Basin

История развития фауны неморских двустворчатых моллюсков в Двинско-Мезенском бассейне

#### Yachmeneva, Ekaterina A., Victor E. Kosarev, Eduard R. Ziganshin

Application of elastic parameters for lithological description of Sakmarian rocks in boreholes (European Russia, Kazan area)

Использование упругих параметров для литологического описания пород сакмарского яруса в скважине (Восточно-Европейская платформа, Приказанский район)

#### Zeenat, Haydar G., Anatoli A. Efimov

The application of lithological-paleogeographic studies in the retrospective analysis of geodynamics of the Volga-Kama Anteclise for prediction of hydrocarbon deposits

Применение литолого-палеогеографических исследований при ретроспективном анализе геодинамики Волжско-Камской антеклизы для прогноза месторождений углеводородов

307

```
311
```

313

310

299

297

303

301

<b>Zharinova, Veronika V., Vladimir V. Silantiev</b> Permian and Triassic conchostracans from the Babii Kamen section (Western Siberia)	316
Zharinova, Veronika V., Vladimir V. Silantiev	318
Microsculpture of Permian and Triassic conchostracans from the Western Siberia (Babii Kamen section)	
Ziganshin, Eduard R., Ekaterina V. Nugmanova, Anton N. Kolchugin	319
The Upper Devonian and Lower Carboniferous carbonate reservoirs of the south-eastern Volga-Ural Basin: main features of rock porosity	
Особенности строения пустотно-порового пространства карбонатных пород верх- него девона и нижнего карбона, на примере месторождений юго-востока Волго- Уральской области	
Zorina, Svetlana O.	322
Early Cretaceous microbiofacies and paleobathymetry in the eastern Russian Platform	
Zorina, Svetlana O., Valery P. Alekseev, Oksana S. Chernova	323
Future prospects for stratigraphy during shifts of scientific paradigms	
Перспективы стратиграфии в ракурсе смены научных парадигм	
Zorina, Svetlana O., Konstantin I. Nikashin	326
Volcanogenic influx onto the epeiric sea in the Russian Platform	
Zorina, Svetlana O., Natalya V. Sokerina, Bulat I. Gareev, Georgy A. Batalin, Konstantin I. Nikashin	327
Element geochemistry of the organic carbon-rich strata from the northeastern Peri-Tethys	

## On aboriginal and cosmopolitan migrant radiolarians of the Late Paleozoic

Marina S. Afanasieva

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; afanasieva@paleo.ru

## О радиоляриях аборигенах и космополитах-мигрантах позднего палеозоя

#### Афанасьева М.С.

Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия; afanasieva@paleo.ru

Богатство и разнообразие радиоляриевых ассоциаций в позднепалеозойских морских акваториях Русской платформы было обусловлено доминированием видоваборигенов (в среднем 75 %) и внедрением видов-мигрантов (в среднем 25 %), а таксономический состав и особенности доминирующих морфотипов в ассоциациях радиолярий являются индикаторами условий среды обитания. Ассоциации радиолярий были свойственны акваториям шельфа с чередованием мелководных и более глубо-ководных обстановок.

Структура ассоциаций радиолярий и особенности миграции и оседлости их видов отражают экологические условия каждого конкретного палеобассейна и позволяют: 1) проследить возможные направления миграции; 2) установить зависимость биоты от изменений в среде обитания; 3) восстановить условия обитания; 4) зафиксировать волновое распространение эволюционных инноваций.

Класс Aculearia. Род *Pseudoalbaillella* представлен 7 видами в карбоне и 31 видом в перми. В ассельском веке в бассейнах Аляски, Урала и Японии существовали виды *Ps. annulata, Ps. elegans, Ps. lomentaria* и *Ps. u-forma* (морфотипы I и II). Эти виды очень редки в раннепермских акваториях Северного полушария, однако в экваториальных и южных широтах они были распространены более широко. Анализ закономерностей распространения пяти ассельских видов *Pseudoalbaillella* выявил редкое у радиолярий явление разорванного географического ареала и биполярного распространения таксонов в северных и экваториально-южных широтах. Однако в сакмарском веке они продолжали населять только экваториальные и южные широты (Афанасьева, Амон, 2017, а).

Класс Stauraxonaria. Первые результаты статистического анализа каменноугольных и пермских радиолярий из отряда Radiiformata обнаружили увеличение видового разнообразия от 45 видов в карбоне до 150 видов в перми и позволили выявить среди 186 известных видов 162 вида-аборигена (87,1 %) и 24 вида-мигранта (12,9 %). Исследования радиолярий показали, что индекс оседлости превосходит значение индекса миграции в 3– 5 раз. При этом ранг оседлости стабильных родов характеризуется достаточно большим средним числом видов-аборигенов в роде: три вида в северном полушарии (Россия, Европа и США) и до пяти видов в южном полушарии (Япония и Китай). Класс Sphaerellaria. Род Entactinia широко известен в позднем палеозое различных регионов Земли и насчитывают 103 вида. Однако в каждом периоде происходила практически полная смена видового состава: в девоне – 37 видов, в карбоне – 28 видов, в перми – 48 видов. В триасе известно только 3 вида энтактиний. История пермских энтактиний начинается с двух каменноугольных предков *E. parapycnoclada* и *E. ausrtouralica*. Выявлены три этапа освоения новых акваторий в ранней, средней и поздней перми, но видовой состав каждый раз полностью обновлялся и неизменно увеличивался с 12 до 14 и 24 видов (Афанасьева, Амон, 2017, б).

Класс Spumellaria. Род *Pluristratoentactinia* впервые был описан из фамена Северо-Востока России (Назаров и др., 1981). В это же время был установлен род *Meschedea* из визе Рейнских Сланцевых гор Германии (Won, 1983). Диагнозы *Pluristratoentactinia* и *Meschedea* практически идентичны, поэтому род *Meschedea* рассматривается в качестве младшего синонима *Pluristratoentactinia* (Catalogue..., 2017). В настоящее время род *Pluristratoentactinia* насчитывает 20 видов из девона-карбона-перми. Причем в каждом периоде происходила полная смена видового состава, что позволило установить ареалы видов-аборигенов. При этом *Pluristratoentactinia conspissata* является единственным биполярным видом, который существовал в позднем эйфеле одновременно и в Европе, и в Сибири. В девоне выделены три ареала: Европейский, Сибирский и Австралийский, в карбоне – три ареала: Европейский, Турецкий и Североамериканский, в перми – три ареала, но они разорваны во времени: ранняя пермь – Южноуральский, средняя пермь – Североамериканский, поздняя пермь – Японский (Afanasieva, 2018).

Заключение. Статистический анализ особенностей миграции и оседлости радиолярий на примере отдельных коренных видов и экспансии видов-мигрантов из четырех классов радиолярий впервые показал, что в каждом конкретном регионе: 1) доминируют виды-аборигены (70–90%), а виды-мигранты составляют от 10 до 30%; 2) виды-аборигены насчитывают более двух коренных видов в роде; 3) внедрение радиолярий в новые экологические ниши осуществлялось молодыми видами-мигрантами в составе 1-2 видов в роде; 4) виды-мигранты могут быть региональными и межокеанскими; 5) обитание редких биполярных видов отвечает теории Л.С. Берга (1920), согласно которой при повышении температур в тропических широтах холодолюбивые формы «расходятся» к северу и югу; 6) виды с широким географическим распространением позволяют установить между фаунами биогеографические связи: через Приуральское море в ранней перми пролегали миграционные пути освоения видамимигрантами океанов Палеотетис и Панталасса по Северному и двум Южным маршрутам; 7) экспансия видов-мигрантов, с одной стороны, расширяла границы распространения таксонов, с другой – способствовала угасанию таксономической индивидуальности радиоляриевых экозон, подчеркнутой коренными видами.

Работа выполнена при поддержке Программы Президиума РАН «Эволюция органического мира. Роль и влияние планетарных процессов».

#### Список литературы

Афанасьева М.С., Амон Э.О. Раннеассельские (ранняя пермь) радиолярии из разреза Бала-Тау, Южный Урал // Бюллетень МОИП. Отдел геологический. – 2017. – Т. 92. – № 2. – С. 23–39.

- *Афанасьева М.С., Амон Э.О.* Тренд изменения видового разнообразия пермских радиолярий рода *Entactinia* Foreman, 1963 // Палеонтологический журнал. 2017. № 2. С. 3–18.
- *Берг Л.С.* Биполярное распространение организмов и ледниковая эпоха // Извѣстія Россійской Академіи Наукъ. Серія VI. 1920. № 14. С. 273–302.
- Назаров Б.Б., Ткаченко В.И., Шульгина В.С. Радиолярии и возраст кремнисто–терригенных толщ Приколымского поднятия // Известия АН СССР. Серия геологическая. 1981. № 10. С. 79–89.
- Afanasieva M.S. (2018). Revision of the genus *Pluristratoentactinia* Nazarov in Nazarov et al., 1981 (Paleozoic radiolarians). Paleontological Journal 52 (12), pp. 1356–1370.
- Catalogue of Paleozoic radiolarian genera (Edited by Danelian T., Caridroit M., Noble P., Aitchison J.C.) (2017). Geodiversitas 39 (3), pp. 345–637.
- Won M.-Z. (1983). Radiolarien aus dem Unter-Karbon des Rheinischen Schiefergebirges (Deutschland). Palaeontographica A182 (4–6), pp. 116–175.

#### A new Middle Famennian *Natgorella hirsuta* – *Spinoalium melekessensis* radiolarian eco-zone in the Volga-Ural Basin

Marina S. Afanasieva

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; afanasieva@paleo.ru

#### Новая среднефаменская экозона радиолярий Natgorella hirsute – Spinoalium melekessensis Волго-Уральского бассейна

#### Афанасьева М.С.

Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия; afanasieva@paleo.ru

На территории Волго-Уральской области фаменские радиолярии до настоящего времени оставались неизвестными. Впервые в Мелекесской впадине Волго-Уральского бассейна установлена среднефаменская экозона радиолярий Natgorella hirsuta – Spinoalium melekessensis на двух уровнях скважины Мелекесс Р-1 (Афанасьева, 2019). Новая экозона характеризует часть средней подсвиты малочеремшанской свиты, отнесенной Л.И. Кононовой по конодонтам к лебедянскому горизонту, которому соответствуют верхняя часть зоны marginifera и зона trachytera (Фортунатова и др., 2018).

Интервал с ассоциацией радиолярий Natgorella hirsuta – Spinoalium melekessensis рассматривается в статусе **экозоны**, которая отражает прижизненную экологическую ситуацию. Таксономическое разнообразие экозоны охарактеризовано присутствием 6 видов радиолярий (рис. 1). Типичными видами являются Natgorella elegans, N. hirsuta и Spinoalium melekessensis. Виды Polyentactinia rudihispida, Retientactinosphaera magnifica и Diversiacus zuraevi представлены единичными экземплярами. Вместе с тем эти виды очень важны, поскольку являются общими между новой ассоциацией радиолярий Волго-Уральского бассейна (среднефаменский подъярус, лебедянский горизонт) и более древними нижнефаменскими экозонами (Афанасьева, Амон, 2012).

Ассоциация радиолярий новой экозоны похожа на комплекс экозоны Haplentactinia alekseevi – Haplentactinia vilvaensis западного склона Среднего Урала (Афанасьева, Амон, 2012). При этом таксономический состав экозон в основном разный. Сходство выражается в общности морфотипов радиолярий, представленных в обоих случаях преимущественно ажурными решетчатыми скелетами Spumellaria, и присутствии общего вида *Polyentactinia rudihispida*.

Открытие новой экозоны радиолярий имеет очень важное значение, поскольку: 1) это первое местонахождение радиолярий среднего фамена, для которых существует контроль возраста по конодонтам; 2) расширяет диапазон пространственного распространения фаменских радиолярии от зоны triangularis до зоны trachytera; 3) увеличивает морфологическое разнообразие комплексов нижне- и среднефаменских экозон, которые отличаются друг от друга по таксономическому составу, но вместе с тем характеризуются преобладанием ажурных представителей Spumellaria и имеют связующие общие виды *Retientactinosphaera magnifica* и *Polyentactinia rudihispida*.



Рис. 1. Радиолярии экозоны Natgorella hirsuta – Spinoalium melekessensis. Верхний девон, среднефаменский подъярус, лебедянский горизонт; Волго-Уральская провинция, Мелекесская впадина, скв. Мелекесс-1, инт. 1961,9–1963,9 м (1–8), инт. 1973,9–1974,7 м (9–14): 1, 2 – Retientactinosphaera magnifica Afanasieva, 2011: 1 – штрих = 90 мкм, 2 – штрих = 131 мкм; 3 – Polyentactinia rudihispida Nazarov et Ormiston, 1993, штрих = 79 мкм; 4–6 – Natgorella elegans Afanasieva, 2019: 4 – штрих = 86 мкм, 5 – штрих = 83 мкм, 6 – штрих = 87 мкм; 7–9 – Natgorella hirsuta Afanasieva, 2019: 7 – штрих = 100 мкм, 8 – штрих = 136 мкм, 9 – штрих = 117 мкм; 10 – Diversiacus zuraevi (Afanasieva et Amon, 2011) штрих = 100 мкм; 11–14 – Spinoalium melekessensis Afanasieva, 2019: 11 – штрих = 100 мкм; 12 – штрих = 95 мкм; 13 – штрих = 95 мкм; 14 – штрих = 104 мкм

#### Список литературы

*Афанасьева М.С.* Новые роды и виды радиолярий фамена (поздний девон) Полярного Урала и Волго-Уральского бассейна // Палеонтологический журнал. – 2019. – № 5. – (в печати).

- Афанасьева М.С., Амон Э.О. Биостратиграфия и палеобиогеография радиолярий девона России. – М.: ПИН РАН, 2012. – 280 с.
- Фортунатова Н.К. Литолого-фациальная и биостратиграфическая характеристика верхнедевонских отложений опорной скважины 1 Мелекесская (Мелекесская впадина, Волго-Уральская область) / Н.К. Фортунатова, Е.Л. Зайцева, Л.И. Кононова Л.И. и др. // Бюллетень МОИП. Отдел геологический. – 2018. – Т. 93. – № 5–6. – С. 3–49.

## On the new dating of the Late Paleozoic *Latentifistula crux* radiolarian eco-zone in the Southern Urals

Marina S. Afanasieva

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; afanasieva@paleo.ru

#### О новом возрастном положении позднепалеозойской экозоны радиолярий *Latentifistula crux* на Южном Урале

#### Афанасьева М.С.

Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия; afanasieva@paleo.ru

Ассоциация радиолярий с Latentifistula crux была установлена в 1985 году в базальных отложениях ассельского яруса разреза Никольский на реке Урал Южного Урала (Nazarov, Ormiston, 1985). Более 30 лет биостратиграфическое положение нижнепермских комплексов радиолярий оставалось неизменным.

Результаты исследования конодонтов в разрезе Никольский заставляют поновому рассмотреть биостратиграфическое положение экозоны Latentifistula crux. Она отвечает терминальным конодонтовым зонам bellus и wabaunsensis гжельского яруса (Черных, 2012, 2016). Аналоги экозоны Latentifistula crux установлены в разрезе на реке Айдаралаш в Северных Мугоджарах (Исакова, Назаров, 1986).

Ассоциация радиолярий с Latentifistula crux рассматривается в статусе **экозоны**, отражающей прижизненную экологическую ситуацию (Afanasieva, 2018). Радиолярии из разреза Никольский представлены 23 видами из 17 родов. Характерными являются 8 форм, которые были распространены в гжельское время только в пределах Южного Урала: Albaillella flexiloqua, Bientactinosphaera aenigma, Copicyntra acilaxa trigona, Haplodiacanthus levitoflexus, Latentidiota sp. 2, Latentifistula crux, L. astricta astricta (рис. 1).

Вид Latentifistula crux на Южном Урале и в Северных Мугоджарах известен только из терминальных отложений гжельского яруса. Однако за пределами данных территорий пермские морфологические аналоги вида установлены во многих регионах: нижняя пермь – Канада (Cordey, 1998), Малайзия (Spiller, 2002; Dzulkafli et al., 2012), Таиланд (Saesaengseerung et al., 2009), США, Орегон (Blome, Reed, 1992); средняя пермь – Малайзия (Spiller, 2002); средняя и верхняя пермь – Южный Китай (Feng et al., 2006; Wang et al., 2012).



Рис. 1. Ассоциация радиолярий Latentifistula crux. Радиолярии Sphaerellaria (1–7), Spumellaria (8– 13), Stauraxonaria (14–20) и Aculearia (21–24) из гжельского яруса верхнего карбона в разрезе Никольский, Южный Урал: 1 – Astroentactinia inscita (Nazarov, in Isakova et Nazarov, 1986) (штрих = 100 мкм); 2 – Bientactinosphaera aenigma (Nazarov, in Isakova et Nazarov, 1986) (штрих = 126 мкм); 3 – Helioentactinia biexosphaerata (Nazarov, in Isakova et Nazarov, 1986) (штрих = 126 мкм); 4 – Entactinia mariannae (Afanasieva et Amon, 2017) (штрих = 92 мкм); 5 - Entactinia densissima (Nazarov et Ormiston, 1985) (штрих = 100 мкм); 6 – Entactinia ausrtouralica (Nazarov, in Isakova et Nazarov, 1986) (штрих = 163 мкм); 7 – Verticillides nazarovi (Afanasieva et Amon, 2017) (штрих = 118 мкм); 8 – Copicyntra acilongata (Nazarov, in Isakova et Nazarov, 1986) (штрих = 91 мкм); 9 - Copicyntra acilaxa trigona (Nazarov, in Isakova et Nazarov, 1986) (штрих = 100 мкм); 10 – Copicyntra acilaxa (Nazarov, in Isakova et Nazarov, 1986) (штрих = 125 мкм); 11 – Arcoclathrata clathrata (Nazarov, in Isakova et Nazarov, 1986) (штрих = 123 мкм); 12 – Pluristratoentactinia lusikae (Afanasieva, 2018) (штрих = 106 мкм); 13 – Tetragregnon piramidatum (Nazarov, in Isakova et Nazarov, 1986) (штрих = 143 мкм): 14 – Ruzhencevispongus partilaminatus (Nazarov et Ormiston, 1989) (штрих = 196 мкм); 15 – Latentidiota sp. 2 sensu (Nazarov, in Isakova et Nazarov, 1986) (штрих = 158 мкм); 16 – Tetratormentum narthecium (Nazarov et Ormiston, 1985) (штрих = 107 мкм); 17 – Tormentum protei (Nazarov et Ormiston, 1983) (штрих = 155 мкм); 18 – Latentifistula astricta? solida (Nazarov, in Isakova et Nazarov, 1986) (штрих = 163 мкм); 19 – Latentifistula crux (Nazarov et Ormiston, 1983) (штрих = 158 мкм); 20 – Latentifistula astricta astricta (Nazarov, in Isakova et Nazarov, 1986) (штрих = 236 мкм); 21 – Albaillella flexiloqua (Nazarov, in Isakova et Nazarov, 1986) (штрих=155 мкм); 22 – Haplodiacanthus levitoflexus (Nazarov, in Isakova et Nazarov, 1986) (штрих = 124 мкм); 23 – Haplodiacanthus cf. Perforates (Kozur, 1981) (штрих = 126 мкм). Изображения радиолярий приведены из фотоархива Б.Б. Назарова (1-4, 6-12, 15, 16, 19, 21) и из книги Т.Н. Исаковой и Б.Б. Назарова, 1986 (5, 13, 14, 17, 18, 20, 22, 23)

#### Список литературы

- *Исакова Т.Н., Назаров Б.Б.* Стратиграфия и микрофауна позднего карбона ранней перми Южного Урала. М.: Наука, 1986. 184 с.
- Черных В.В. Конодонты гжельского яруса Урала. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2012. 158 с.

Черных В.В. Основы зональной биохронологии. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2016. – 268 с.

- Afanasieva M.S. (2018). Reconsideration of dating of the Late Paleozoic Latentifistula crux radiolarian Ecozone in the Southern Urals // Paleontological Journal 52 (12), pp. 22–36.
- Nazarov B.B., Ormiston A.R. (1985). Radiolarian from Late Paleozoic of the Southern Urals, USSR, and West Texas, USA. Micropaleontology 30 (1), pp. 1–54.
- Blome C.D., Reed K.M. (1992). Permian and Early Triassic radiolarian faunas from the Grindstone Terrane, Central Oregon. Journal of Paleontology 66, pp. 351–383.
- Cordey F. (1998). Radiolaires des complexes d'accrétion de la Cordillère Canadienne (Colombie-Britannique). Commission Géologique du Canada. Bulletin 509, pp. 1–209.
- Dzulkafli M.A., Jasin B., Leman M.S. (2012). Early Permian (Sakmarian) radiolarian from a new outcrop at Pos Blau, Ulu Kelantan and their significance. Bull. Geol. Soc. Malaysia 58, pp. 67–73.
- Saesaengseerung, D., Agematsu, S., Sashida, K., Sardsud, A. (2009). Discovery of Lower Permian radiolarian and conodont faunas from the bedded chert of the Chanthaburi area along the Sra Kaeo suture zone, eastern Thailand. Paleontological Research 13 (2), pp. 119–138.
- Spiller F.C.P. (2002). Radiolarian biostratigraphy of Peninsular Malaysia and Implications for regional palaeotectonics and palaeogeography. Palaeontographica A266, pp. 1–91.

## On the biostratigraphy and radiolarian eco-zones of the Upper Paleozoic of Northern Eurasia

Marina S. Afanasieva

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; afanasieva@paleo.ru

## О биостратиграфии и экозонах радиолярий верхнего палеозоя Северной Евразии

Афанасьева М.С.

Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия; afanasieva@paleo.ru

Экологические изменения в морских бассейнах позднего палеозоя Северной Евразии контролировались климатическими и эвстатическими колебаниями, вызванными оледенением. Ассоциации радиолярий значительно различаются между разными, даже соседними акваториями, и только в немногих случаях удается проследить их аналоги на удаленном расстоянии. Поэтому ассоциации радиолярий одного возраста могут быть рассмотрены как экозоны (Стратиграфический кодекс..., 2006).

Радиолярии обычны в палеозойских мелководных и глубоководных отложениях шельфа, но они менее распространены в батиальных и пелагических осадках, поэтому таксономический состав и особенности доминирующих морфотипов в радиоляриевых сообществах являются индикаторами условий среды обитания. Изменения количественного соотношения сферических и иглистых таксонов (ПК = S/A) позволяют рассматривать преобладание иглистых Aculearia над сферическими Sphaerellaria и Spumellaria (ПК ≤ 1) как свидетельство относительно холодноводных и глубоководных условий обитания и наоборот (Афанасьева, 2000). Статистические исследования методом анализа соответствий показали, что характерными интервалами обитания для живых радиолярий должны быть глубины до 60 м для Spumellaria и Sphaerellaria, 60–200 м для Stauraxonaria и глубже 200 м для Albaillellaria (Xiao et al., 2017). Кроме этого, обилие массивных эллипсоидных и дисковидных форм радиолярий можно рассматривать в качестве индикатора мелководных условий и маркера границ трансгрессии или регрессии (Afanasieva, Amon, 2011).

Ассоциации радиолярий сменяют друг друга во времени, что позволяет использовать многие экозоны для целей биостратиграфии. При этом биоты радиолярий карбона и ранней перми Русской платформы, Большого Урала, Мугоджар, Рудного Алтая и Колымы отличаются от одновозрастных сообществ в иных морских бассейнах Земли практически полным отсутствием Albaillellaria.

Первая биостратиграфическая шкала верхнего палеозоя по радиоляриям включала 18 комплексов: в девоне – 3, в карбоне – 5, в нижней перми – 10 (Назаров, 1988; Nazarov, Ormiston, 1993). В настоящей работе рассматривается 61 экозона радиолярий: 18 – в девоне, 26 – в карбоне и 17 – в нижней перми (табл. 1), из них 48 экозон отвечают зонам по конодонтам.

#### Список литературы

Афанасьева М.С. Атлас радиолярий палеозоя Русской платформы. – М.: Научный мир, 2000. – 480 с. Назаров Б.Б. Радиолярии палеозоя. – Л.: Недра, 1988. – 231 с. Стратиграфический кодекс России. – 3-е изд. – СПб.: Издательство ВСЕГЕИ, 2006. – 96 с.

- Afanasieva M.S., Amon E.O. Devonian radiolarians of Russia // Paleontological Journal. 2011. Vol. 45. No. 11. P. 1313–1532.
- Nazarov B.B., Ormiston A.R. New biostratigraphically important Paleozoic Radiolaria of Eurasia and North America // Micropaleontol. 1993. Spec. publ. 6. P. 22-60.
- Xiao Y., Suzuki N., He W. Water depths of the latest Permian (Changhsingian) radiolarians estimated from correspondence analysis // Earth-Sci. Rev. 2017. Vol. 173. P. 141–158.

Таблица 1

Экозоны радиолярий Северной Евразии (девон – нижняя пермь)



<u>Ecozones</u> are underlined, if their age is determined by the joint occurrences of radiolarians and foraminifers.

## Stratigraphy, facies and reservoirs of Bashkirian-Moscovian oil and gas deposits of the eastern Peri-Caspian Depression

Lemuza Z. Akhmetshina, Larisa V. Degtyareva, Olga M. Naboka, Elena G. Kashcheeva Aktobe Scientific and Research Petroleum Exploration Institute LLP, Aktobe, Kazakhstan; lena.kashcheeva.67@mail.ru

## Стратиграфия, фации и коллекторы башкирско-московских нефтегазоносных отложений востока Прикаспийской впадины

Ахметшина Л.З., Дегтярева Л.В., Набока О.М., Кащеева Е.Г. ТОО «Актюбинский научно-исследовательский геолого-разведочный институт», Актобе, Казахстан; lena.kashcheeva.67@mail.ru

Для правильного понимания модели и строения месторождений проведен анализ материалов месторождений Урихтау, Алибекмола и других по изучению стратиграфии, микрофаций, коллекторских свойств продуктивных отложений башкирсконижнемосковского возраста.

Биостратиграфическое расчленение разрезов скважин основано на вертикальном распространении палеонтологических остатков.

Башкирский ярус (до 350 м) представлен отложениями нижнего подъяруса, сложенными известняками органогенно-сгустковыми, комковато-органогенными, детритово-органогенными, водорослевыми, оолитовыми, участками окремненными, доломитизированными, с прослоями доломитов. Выделены фораминиферовые зоны *Plectostaffella bogdanovkensis* (вознесенский горизонт), *Semistaffella variabilis* (краснополянский горизонт), *Plectostaffella antiqua* (северо-кельтменский горизонт), *Pseudostaffella praegorskyi – P. staffellaeformis* (прикамский горизонт) и зоны конодонтов *Declinognathodus noduliferus*, *Idiognathoides sinuatus*, *Idiognathodus sinuosus*.

Московский ярус (70–275 м) сложен известняками органогенными, водорослевофораминиферовыми, органогенно-сгустково-комковатыми, органогенно-детритовыми, комковато-органогенно-оолитовыми, с прослоями аргиллитов, глинисто-кремнистых пород и доломитов. Отложения охарактеризованы комплексами фораминиферовых зон Aljutovella aljutovica (верейский подъярус), Priscoidella priscoidea, Moellerites paracolania – Fusulinella subpulchra (каширский подъярус) и конодонтовых зон Declinognathodus donetzianus, Neognathodus bothrops, N. medadultimus.

На основе биостратиграфических данных произведена привязка продуктивных горизонтов. Продуктивная часть разреза охватывает стратиграфический интервал от северокельтменского горизонта нижнебашкирского подъяруса до каширского подъяруса московского яруса. Толщина продуктивных горизонтов изменяется от 8 до 57 м.

<u>Микрофации</u>. По основным литостратиграфическим комплексам установлены зоны распространения стандартных микрофаций. Основными компонентами микрофаций являются водоросли разнообразного состава, биокласты: криноидеи, мшанки, брахиоподы, фораминиферы, остракоды, иглокожие и неорганогенные компоненты составляют пелоиды, пеллеты, онкоиды, ооиды, интракласты, кортоиды. Наиболее распространены следующие микрофации: грейнстоун пелоидно-биокластово-кортоидный, оолитовый, водорослево-фораминиферовый, пакстоун фораминиферовый, криноидный, баундстоун биокластово-микробно-водорослевый, рудстоун-бафлстоун. Спектр микрофаций отражает цикличный характер морской трансгрессии.

Обстановки осадконакопления. В башкирское время в условиях регрессии\_накапливались водорослево-биокластовые пакстоуны и оолитовые грейнстоуны. В условиях лагуны, частично отмели и склона, формировались локальные биостромы и биогермные холмы, сложенные корковыми, стелющимися водорослевыми матами. Существенная перестройка обстановки осадконакопления произошла на рубеже башкирского и московского веков. Палеонтологически на этом уровне фиксируется стратиграфическое несогласие. В раннемосковское время в условиях трансгрессии накапливались в основном грейнстоуны оолитовые и рудстоуны криноидно-водорослевые в пределах известняково-песчаной отмели, баров и склона и лишь к концу каширского времени начинается некоторое углубление бассейна и осадконакопление происходило в основном в условиях лагуны (и частично, на склоне). Шло формирование небольших органогенных холмов, сложенных водорослевыми, мшанковыми известняками (баундстоуны) на краю шельфа. В условиях передового склона сформировались «криноидные банки». В отмельной зоне формировались намывные пески (биокластовые и пелоидные дюны).

Коллекторы. Лито-фациальные и петрофизические исследования показали, что коллекторские свойства обусловлены обстановками осадконакопления. Лучшими фильтрационно-емкостными свойствами обладают породы, сформировавшиеся в зонах отмелей и баров, на краю шельфа, где развивались локальные биогермные постройки, сложенные водорослевыми, коралловыми, кораллово-водорослевыми, криноидно-мшанковыми известняками. Однако распространение пород-коллекторов в разрезе и по площади далеко не всегда совпадает с распределением вышеуказанных фаций, что свидетельствует о многообразии и многостадийности проявлений вторичных процессов. Коллекторские свойства башкирскомосковских отложений, наряду с незначительной сохраненной первичной пористостью, в значительной степени были сформированы под влиянием вторичных процессов. Наибольшее значение в емкости коллекторов составляют вторичные полости, небольшую долю составляют каверны, пористость порового типа варьирует от 6,01 до 20,17 %, газопроницаемость – от 0,1 до 196,50 мД. Доломиты также являются коллекторами. Значения открытой в них пористости составляют от 7,71 до 10 %, газопроницаемости – от 0,92 до 132,04 мД. Установлено присутствие коллекторов смешанного типа (порово-трещинного, трещиннопорового) и трещинного типов. Открытая пористость их от 0,36 до 7 %, проницаемость достигает 47 мД. Следует отметить, что в отложениях башкирского возраста преобладает поровый тип коллекторов, а в разрезе московских отложений наряду с поровым типом возрастает роль трещинного. Микрофации водорослево-остракодово-фораминиферового вакстоуна, ооидно-кортоидного грейнстоуна, поры которых залечены блоковым цементом, имеют низкие коллекторские свойства.

Проведенные исследования позволяют прогнозировать области развития высокоемкостных коллекторов нефти и газа в изучаемом регионе.

#### The Protvian Regional Substage of the Serpukhovian Stage (Lower Carboniferous) in the southwestern Moscow Basin

Alexander S. Alekseev<sup>1,2</sup>, Nilyufer B. Gibshman<sup>2</sup>, Karina V. Sakhnenko<sup>2</sup>, Nataliya V. Goreva<sup>3</sup>, Alexey S. Shmakov<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; 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

#### Протвинский горизонт серпуховского яруса (нижний карбон) на юго-западе Московской синеклизы

Алексеев А.С.<sup>1,2</sup>, Гибшман Н.Б.<sup>2</sup>, Сахненко К.В.<sup>1,2</sup>, Горева Н.В.<sup>3</sup>, Шмаков А.С.<sup>2</sup> <sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; aaleks@geol.msu.ru

<sup>2</sup>Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия <sup>3</sup>Геологический институт РАН, Москва, Россия

Протвинский горизонт (свита) на юго-западе Московской синеклизы в Подмосковье завершает разрез серпуховского яруса, слагающие его сахаровидные известняки подверглись глубокому растворению и карстованию с образованием мощной красноцветной палеопочвы («кудряш» А.П. Иванова (1928), высоковская толща М.С. Швецова (1924)) в течение континентального перерыва, связанного с башкирским гляциальным эпизодом. К сожалению, в связи с этим у данного горизонта отсутствует стратотипический разрез, а типовой район – это правобережье реки Протвы у деревень Кривское, Самосоново и Потресово ниже города Боровска в Калужской области (Швецов, 1932; Махлина и др., 1993), и он хуже всего изучен из горизонтов серпуховского яруса, тем более что самые полные разрезы распространены ближе к центральной части синеклизы и вскрывались скважинами. В Подмосковье в качестве неостратотипа можно было бы выбрать разрез Кременское на реке Луже в Калужской области, в котором было довольно подробно изучено распределение макрофауны, фораминифер и конодонтов (Осипова, Бельская, 1975), но он сейчас не обнажен.

Недавно породы протвинской свиты были вскрыты скважиной 8 на окраине города Малоярославец, в них были выявлены весьма богатый открытоморской комплекс конодонтов зоны *Gnathodus bollandensis* с преобладанием элементов родов *Gnathodus и Lochriea* и протвинская ассоциация фораминифер (Гибшман и др., 2012). В самые последние годы участники ПалеоКружка под руководством А.С. Шмакова изучили выходы закарстованных известняков протвинской свиты в карьере у деревни Вашутино в типовом районе протвинского горизонта (Алексеев и др., 2019). В известняках были найдены интересные наутилоидеи и даже аммонит. Для изучения конодонтов и фораминифер был предоставлен небольшой блок слегка розоватого сахаровидного известняка (1,7 кг), в смывах рыхлого материала с которого было обнаружено 6 экземпляров конодонтовых элементов: ювенильные *Gnathodus bollandensis* (2 экземпляр), *Adetognathus unicornis* (2 экземпляра), *Windsorgnathus* (?) (1 экземпляр) и рамиформный элемент (1 экземпляр). Растворение образца в уксусной кислоте выявило очень большое количество конодонтовых элементов (более 200) прекрасной сохранности. В комплексе, совершенно не похожем на установленный в скважине 8, доминирует *Adetognathus unicornis*, довольно

много Windsorgnathus (?) sp., Gnathodus cf. postbilineatus, меньше элементов Vogelgnathus aff. campbelli, единичны Synclydognathus sp., весьма часты рамиформные элементы. Ранее в Подмосковье Adetognathus unicornis был зафиксирован только в скважине 69 (юг Москвы), в нижней части протвинской свиты, на глубине 170 м (Алексеев и др., 1984), хотя считается, что это вид-индекс верхней зоны протвинского горизонта.

В скважине 8 в протвинской свите выявлен комплекс фораминифер зоны Eostaffellina «protvae» (Гибшман и др., 2012). Фораминиферы в образце известняка из карьера Вашутино оказались не очень частыми, требуется более обширная коллекция шлифов.

Поскольку вскрытая в карьере Вашутино толща скорее представляет собой скопление более или менее крупных глыб протвинских известняков («кудряш»), чем последовательный разрез, нельзя исключить, что при карстовании могли на одном уровне совместиться фрагменты как из низов протвинской свиты, так и из ее верхних горизонтов, уничтоженных при формировании палеопочвенного профиля. Поэтому целесообразно изучить конодонты и фораминиферы в нескольких отдельных известняковых фрагментах, чтобы оценить вероятность смешения разновозрастного материала.

Остается актуальной задача выявления корректных последовательностей фораминиферовых и конодонтовых комплексов в разрезе протвинского горизонта, что затрудняет отсутствие хороших обнажений и свежего кернового материала. Важно переизучить разрезы Ржевского Поволжья, где В.Г. Хименковым был выделен эквивалентный протвинскому тетюевский горизонт.

#### Список литературы

- Алексеев А.С., Горева Н.В., Шмаков А.С. Новое местонахождение протвинских конодонтов (серпуховский ярус, нижний карбон) в Подмосковье // Палеострат-2019: программа и тезисы докладов Годичного собрания (научной конференции) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН (Москва, 28–30 января 2019 г.) / под ред. А.С. Алексеева, В.М. Назаровой. – М.: ПИН РАН, 2019. – С. 6–7.
- Алексеев А.С., Мигдисова А.В., Барсков И.С. О конодонтах серпуховского яруса скважины Бутово (Москва) // Палеонтологическая характеристика стратотипических и опорных разрезов карбона Московской синеклизы / под ред. В.В. Меннера. – М.: Издательство Московского университета, 1984. – С. 34–43.
- Гибиман Н.Б., Алексеев А.С., Шарапов С.В. Стратиграфия серпуховского яруса в разрезе скважины 8 Малоярославец (Калужская область) // Бюллетень РМСК по центру и югу Русской платформы. – 2012. – Вып. 5. – С. 30–40.
- Иванов А.П. Нижнекаменноугольные отложения Московской губернии. Бюллетень МОИП. Отдел геологический. – 1928. – Т. 6. – № 1. – С. 5–36.
- Нижний карбон Московской синеклизы и Воронежской антеклизы / М.Х. Махлина, М.В. Вдовенко, А.С. Алексеев и др. М.: Наука, 1993. 221 с.
- Осипова А.И.. Бельская Т.Н. Пункт 5. Обнажения на реке Луже у села Кременское: путеводитель экскурсии по разрезам карбона Подмосковного бассейна: VIII Международный конгресс по стратиграфии и геологии карбона (Москва, 1975) / под ред. В.С. Яблокова. М.: Наука, 1975. С. 58–59.
- Швецов М.С. К геологии южного крыла Подмосковного бассейна. Следы континентальных образований у нижней границы московского яруса // Бюллетень МОИП. Отдел геологический. 1924. Т. 2. № 1–2. С. 46–62.
- Швецов М.С. (1932). Общая геологическая карта европейской части СССР. Лист 58. Северозападная четверть листа // Труды Всесоюзного геологоразведочного объединения НКТП СССР. – 1932. – Вып. 83. – С. IV+1–184.
## New data on the biostratigraphy of the boundary interval of the Bashkirian and Moscovian stages (Middle Pennsylvanian) in the Basu section (South Urals): Basu 2 profile

Alexander S. Alekseev<sup>1,2</sup>, Elena I. Kulagina<sup>3</sup>, Guzel M. Sungatullina<sup>4</sup>, Rafael Kh. Sungatullin<sup>4</sup>, Svetlana V. Nikolaeva<sup>2,4,5</sup>, Nadezhda A. Kucheva<sup>6</sup>, Lyudmila I. Kononova<sup>1</sup>, Nataliya D. Zhuravleva<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; aaleks@geol.msu.ru
<sup>2</sup>Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
<sup>3</sup>Institute of Geology, Ufa Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia
<sup>4</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia
<sup>5</sup>Natural History Museum, London, UK

<sup>6</sup>Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

## Новые данные о биостратиграфической характеристике пограничных отложений башкирского и московского ярусов (средний пенсильваний) в разрезе Басу (Южный Урал): профиль Басу 2

Алексеев А.С.<sup>1,2</sup>, Кулагина Е.И.<sup>3</sup>, Сунгатуллина Г.М.<sup>4</sup>, Сунгатуллин Р.Х.<sup>4</sup>, Николаева С.В.<sup>2,4,5</sup>, Кучева Н.А.<sup>6</sup>, Кононова Л.И.<sup>1</sup>, Журавлева Н.Д.<sup>1</sup> <sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; aaleks@geol.msu.ru

<sup>2</sup>Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия <sup>3</sup>Институт геологии Уфимского федерального научного центра РАН, Уфа, Россия <sup>4</sup>Казанский федеральный университет, Казань, Россия <sup>5</sup>Музей естественной истории, Лондон, Соединенное Королевство <sup>6</sup>Институт геологии и геохимии имени академика Заварицкого, Екатеринбург, Россия

Разрез Басу, расположенный в небольшом придорожном карьере на правобережье реки Басу, притока реки Инзер (западный склон Южного Урала), рассматривается как кандидат на роль стратотипа (GSSP) нижней границы глобального московского яруса среднего отдела пенсильванской подсистемы (Kulagina et al., 2009). К сожалению, с момента его изучения в начале 2000-х годов ситуация в карьере изменилась и нижняя часть разреза оказалась недоступной, поэтому в 2016–2018 годах начато углубленное исследование параллельного профиля, расположенного в 12,5 м к югу от первоначального Басу 1 и получившего индекс Басу 2. Близость обоих профилей позволяет в Басу 2 однозначно проследить слои, выделенные в профиле Басу 1.

Профиль Басу 2 вскрывает известняки с обильными конкрециями и пластами кремней сиказинской свиты (Степанов, 1941). Выделены две пачки: пачка 1 (видимая мощность – 6,2 м) сложена тонкослоистыми известняками (мадстоуны и вакстоуны) на отдельных уровнях большим количеством кремневых конкреций; пачка 2 (измерены нижние 6,3 м) отличается сильной глинистостью. В ее составе преобладают темносерые слоистые глинистые известняки и мергели, также включающие большое количество кремневых конкреций, часто со спикулами кремневых губок. Подошва пачки 2 содержит хорошо выделяющийся тонкий (0,2–0,3 м) пласт черной глины с линзовидными прослоями грубозернистого глинистого грейнстоуна с обильными раковинами фузулинид, покрытыми водорослевыми обрастаниями и гравиеподобными зернами. В 3–4 см выше подошвы черной глины прослеживается тонкий (1 см) прослой глины желтого цвета, возможно, вулканического происхождения, но без цирконов. Этот маркирующий слой имеет турбидитное происхождение и отражает углубление бассейна, а не перерыв.

Макрофоссилии в профиле Басу 2 довольно постоянны – это спириферидные и продуктидные брахиоподы и одиночные ругозы. Также разнообразны биокласты: склериты голотурий и офиур, мандибулы ракообразных, сколекодонты, конулярии, фосфатные раковины лингулидных брахиопод и др. В конодонтовых отмывках постоянно встречаются остатки рыб и окремненные раковины ювенильных и микроморфных брахиопод.

Обработано 29 образцов на конодонты, общим весом более 160 кг. Распределение конодонтов в пачке 1 в целом идентично таковому в профиле Басу 1 (Alekseev et al., 2018), но *Diplognathodus* aff. *Ellesmerensis* не ограничен здесь верхней частью водорослевого биострома (уровень 4,4 м), а встречается и значительно ниже (0,8 и 1,25 м) и выше (5,85 м). Типичный *D. ellesmerensis* найден на уровне 3,4 м вместе с *Declinognathodus donetzianus*, или на 1 м ниже, чем в профиле Басу 1. Однако примитивный морфотип *D.* cf. *donetzianus* с одним маленьким бугорком присутствует на отметках 2,7 и 2,8 м, примерно на 3,5 м выше обрыва 1 профиля Басу 1, где он появляется на самом низком уровне. В пачке 2 количество и разнообразие конодонтов резко снижаются, в комплексах преобладают *Idiognathoides sinuatus* и *Id. ouachitensis*.

Новые данные по разрезу Басу впервые показывают, что в эволюционной линии от *Declinognathodus marginodosus* к *D. donetzianus* появление дополнительных скульптурных элементов (бугорков) происходило постепенно, начиная от одного очень маленького бугорка и до типичного морфотипа последнего вида с очень крупными сдвинутыми вперед и часто ориентированными косо к оси элемента бугорками. Этот переход мог занимать десятки и даже сотню тысяч лет, поэтому появление типичных и морфологически продвинутых *D. donetzianus* в известняке К<sub>1</sub> Донбасса или в альютовской свите верейского горизонта Подмосковья не является самым ранним эволюционным событием. Переход от *Diplognathodus orphanus* к *D. ellesmerensis* также был не одноактным, а постепенным процессом.

- Степанов Д.Л. Верхний палеозой Башкирской АССР (каменноугольные и артинские отложения) // Труды Нефтяного геолого-разведочного института. Новая серия. – Вып. 20. – Л.; М.: Гостоптехиздат, 1941. – 100 с.
- Alekseev A.S., Kulagina E.I., Kononova L.I., Zhuravleva N.D. & Nikolaeva S.V. (2018). Joint occurence of conodonts *Declinognathodus donetzianus* and *Diplognathodus ellesmerensis* close to Bashkirian-Moscovian boundary in the Basu section, South Urals, Russia. Newsletter on Carboniferous Stratigraphy 34, pp. 39–42.
- Kulagina E.I., Pazukhin V.N., Davydov V.I. (2009). Pennsylvanian biostratigraphy of the Basu River section with emphasis on the Bashkirian-Moscovian transition. In: Puchkov, V.N., Kulagina, E.I., Nikolaeva, S.V., Kochetova, N.N. (Eds.), Carboniferous type sections in Russia and potential global stratotypes. Proceedings of the International Field Meeting «The historical type sections, propsed and potential GSSP of the Carboniferous in Russia». Southern Urals Session. Ufa Sibai, 13–18 August, 2009. DesignPolygraphService, Ufa, pp. 42–63.

### Soil formation in the Central Devonian Field in the late Devonian

Andrey O. Alekseev, Tatiana V. Alekseeva

<sup>1</sup>Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science RAS, Pushchino, Russia; alekseev@issp.psn.ru

## Почвообразование на территории Центрального девонского поля в позднем девоне

Алексеев А.О., Алексеева Т.В.

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, Россия; alekseev@issp.psn.ru

Изучение обнажений верхнего девона в пределах ЦДП свидетельствует о редкости в них палеопочв. Здесь будут представлены результаты по двум педокомплексам, сформированным в подошве задонского горизонта на границе франского и фаменского ярусов (~370 млн лет назад) в Орловской области (город Ливны и поселок Горностаевка). Педокомплексы, сформированные на одном стратиграфическом уровне, имеют одинаковый облик и свойства: мощность около 1,5 м, состоят из двух палеопочв одинакового облика, мощностью ~100 и ~70 см. Залегают на карсте известкового кораллового рифа. Имеют легкий гранулометрический состав, содержание илистой фракции 10-20 %. Нижние части профилей палеопочв оглинены. Почвы карбонатны, содержание кальцита может достигать 28 %. Изотопный состав углерода кальцита облегчен (б<sup>13</sup>С – около 6 ‰). Карбонатный горизонт верхней палеопочвы залегает на глубине около 60 см, в то время как в нижней палеопочве он находится на глубине около 15 см. Не исключено, что профиль нижней почвы «обезглавлен». Почвы имеют одинаковый минералогический состав илистой фракции, представленный каолинитгетит-иллитовой ассоциацией. Минеральный состав монотонный по профилю. Органический углерод практически не сохранился. Следы былой растительности представлены достаточно редкими ризокрециями. Корни минерализованы, монолитны, строение тканей не сохранилось. Электронно-микроскопическое исследование образцов палеопочв позволило обнаружить в них редкие фрагменты растительных тканей, также замещенные кальцитом и отдельные споры диаметром до 20 мкм. Частично наблюдается обогащение ризолитных форм марганцем. Чаще можно наблюдать отпечатки тонких корешков и характерные корневые ходы – поры, заполненные микритовым кальцитом.

Весь комплекс полученных аналитических данных свидетельствует, что почвенный покров «древнего красного континента» формировался в условиях жаркого аридного климата с редкой растительностью. Палеопочвы педокомплекса на границе франского и фаменского ярусов – автоморфные, щелочные, карбонатные (кальцит,  $\delta^{13}$ C – 5–6) – характеризуются каолинит-гетит-иллитовым составом илистой фракции. Наблюдается дифференцированная структура профиля по содержанию карбонатов, C<sub>opr</sub> (по данным FTIR), геохимических индексов. Минералогический состав слабо преобразован процессами почвообразования. В качестве тенденции можно отметить постепенное увеличение содержания неупорядоченно-смешанослойного минерала

38

слюда-смектитового типа в верхней части изученного профиля. Органический углерод и растительные остатки практически не сохранились. Почвы сформировались в условиях более аридного климата (~600 мм/год) по сравнению с палеопочвами живетского яруса среднего девона и франского яруса верхнего девона (~385 млн лет): Шкурлатовский карьер гранитов, Воронежская область и Михайловский ГОК, Курская область (~1100–1200 мм/год) (Alekseeva et al., 2016; Alekseev et al., 2018).

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы Президиума РАН «Эволюция органического мира и планетарных процессов».

- Alekseeva T., Kabanov P., Alekseev A., Kalinin P., Alekseeva V. (2016). Characteristics of early earth's critical zone based on middle-late devonian palaeosols properties (Voronez high, Russia). Clays and Clay Minerals 64 (5), pp. 677–694.
- Alekseev A.O., Alekseeva T.V., Kabanov P.B., Kalinin P.I. (2018). Paleosols and weathering crusts of the Middle-Late Devonian in the Mikhailovskii Quarry (Kursk Magnetic Anomaly). Paleontological Journal 52 (10), pp. 1088–1097.

# The discovery of paleosols in the upper Devonian of the Stoylenskiy Quarry (Staryi Oskol, Belgorod Region)

Tatiana V. Alekseeva, Andrey O. Alekseev

Institute Physical, Chemical and Biological Problems in Soil Science, Russian Academy of Sciences, Pushchino, Russia; tanalekseeva@rambler.ru

### Первые находки палеопочв в верхнем девоне Стойленского карьера (Старый Оскол, Белгородская область)

Алексеева Т.В., Алексеев А.О.

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино, Россия; tanalekseeva@rambler.ru

Карьер Стойленского ГОКа расположен в окрестностях города Старый Оскол (Белгородская область). Отложения, вскрытые в карьере, представлены в нижней части породами архея и протерозоя, в том числе железистыми кварцитами, промышленная разработка которых здесь ведется. На них несогласно залегают маломощные (2-28 м) отложения живетского и франского ярусов девона, которые перекрываются породами юры, мела и кайнозоя. В ходе полевых работ в 2018 году в девонских отложениях было обнаружено два палеопочвенных (ПП) объекта. Ранее палеопочвы в этом карьере не изучались. Видимая мощность профиля ПП1 составляет около 165 см. Кровля его эродирована. ПП1 сформирована на породах легкого гранулометрического состава: содержание ила составляет 10 %. Комплекс полученных характеристик – химический состав (в том числе содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Ti/AI), гранулометрический состав, магнитная восприимчивость – свидетельствуют в пользу того, что профиль ПП1 сформирован на двучлене. Его подошву слагают породы, обогащенные материалом переотложенных высокомагнитных железистых кварцитов, содержание Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> в которых превышает 75 %. Железо представлено комплексом минералов - гетитом, гематитом (преобладают) и маггемитом. Основное тело ПП1 – это В-горизонт с сохранившейся мощностью 125 см. Он сложен песчаными плотными отложениями светло-серого цвета, однородными в пределах всей мощности. В минеральном составе присутствуют кварц, каолинит, гетит и сидерит. Специфической особенностью этой части профиля является густая сеть вертикально ориентированных охристых зон, охватывающих всю видимую мощность профиля. Они сложены отдельностями диаметром 1-2 см, имеют цилиндрическое строение и узкий центральный канал. Эти образования представляют собой фоссилизированные корневые системы (ризолиты). Ризолиты обогащены Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (52 %). В минеральном составе материала ризолитов доминирует гетит, содержится сидерит. Электронно-микроскопическое изучение ризолитов показало, что стенки полостей выстланы коркой, состоящей из игольчатого сидерита. Встречаются также крупные кристаллы и конкреции сидерита. Характерной особенностью ризолитов является наличие следов деятельности эндомикоризы – фоссилизированных спор и мицелия. Особенности вещественного состава ПП1 позволяют отнести ее к латосоли. Дополнительным свидетельством формирования ПП1 в хорошо дренированных обстановках является большая мощность профиля и глубокое проникновение корневых систем. Замещение последних сидеритом свидетельствует,

что ПП пережила этап поверхностного гидроморфизма. Однотипность корневых систем свидетельствует в пользу моновидовой растительности, произраставшей здесь. Растительные остатки и споры обнаружены не были.

Второй объект (ПП2) представляет собой педокомплекс, состоящий из двух маломощных палеопочв разного генезиса, перекрытых торфяником (60 см). Нижняя палеопочва имеет мощность 25 см. Ее профиль текстурно дифференцирован. Материал верхних 10 см (А-горизонт) – темно-серый, заметно опесчанен (83 % песка и 11 % глины), сильно уплотнен и сцементирован. В изобилии присутствуют крупные, до 1 см, неокатанные зерна кварца, окатанная галька, фрагменты древесины углифицированные и пиритизированные. Нижняя часть профиля – пепельно-серая, оглинена (27 % песка, 51 % глины), развиты вертикально ориентированные глинистые кутаны, а также вертикальные, на всю глубину профиля уходящие углифицированные тонкие корни. В минеральном составе валовых образцов обеих частей профиля присутствуют кварц и каолинит. Электронномикроскопическое изучение материала А-гор показало, что песчаные зерна кварца несут черты интенсивного химического выветривания, являются корродированными и покрыты пленками вторичного каолинита. Вышележащая палеопочва этого комплекса сформирована на породе иного генезиса. Она представляет собой легкий суглинок с включением редких крупных и неокатанных зерен кварца. Наличие глинистых кутан свидетельствует о протекавших процессах перераспределения глины (лессиваже). В минеральном составе присутствуют смектит, каолинит и кварц. Электронно-микроскопическое исследование показало наличие мелких растительных фрагментов и спор. Кровля обогащена пиритизированными растительными остатками. Перекрывают профиль крупные фрагменты древесины и далее – слой торфа. Последний включает множественные пиритизированные растительные остатки, в том числе древесные, мелкие ветки, корни, а также конкреции пирита диаметром 1-2 см.

Строение этого комплекса указывает на постепенную смену обстановок почвообразования от окислительных автоморфных до восстановительных. Смена обстановок сопровождалась сменой растительности и увеличением ее разнообразия от мелкой растительности травянистого облика к смешанной, включая древесную. Мощность торфа свидетельствует, что его формирование осуществлялось как минимум первые тясячи лет.

Сравнение полученных результатов с изученными ранее палеопочвами девона в непосредственной близости от города Старый Оскол – Павловском карьере гранитов (Воронежская область) (Alekseeva et al., 2016) показало, что в обоих случаях имела место пестрота почвенного покрова, обусловленная геоморфологическими условиями. Палеопочвы автоморфного ряда в обоих карьерах представлены латосолями с каолинит/гетитовой минеральной ассоциацией. Обращает на себя внимание различия в растительном покрове этих близ лежащих территорий. В первую очередь это касается древесной растительности – существенно более разнообразной в Стойленском карьере по сравнению с преимущественно археоптерисовой флорой Павловского карьера.

#### Список литературы

Alekseeva T., Kabanov P., Alekseev A., Kalinin P., Alekseeva T.V. (2016). Characteristics of early Earth's critical zone based on middle–late Devonian paleosol properties (Voronezh high, Russia). Clays and Clay Minerals 64(5), pp. 677–694.

### Lithofacies analysis of the oil bearing SERJ of the SAB oil field (Syria)

Al Khder Abd Al Salam, Anatoliy S. Borisov, Evgeniya M. Nurieva Kazan Federal University, Kazan, Russia; basgeo49@mail.ru

# Литолого-фациальный анализ нефтепродуктивной толщи SERJ месторождения SAB (Сирия)

Абдальсалам А., Борисов А.С., Нуриева Е.М. Казанский федеральный университет, Казань, Россия; basgeo49@mail.ru

Месторождение *SAB* входит в нефтегазоносную систему северо-востока Сирии, находится на поздней стадии разработки, и в настоящее время существует серьезная проблема извлечения оставшихся запасов углеводородов. В первую очередь, эта проблема обусловлена сложным строением нефтеносных толщ, литологической неоднородностью коллекторов, наличием множества разрывных нарушений по всему стратиграфическому разрезу, и особенно в продуктивных пластах *SERJ* и *MUS* месторождения. В работе делается попытка воссоздания, на базе фациального закона Головкинского-Вальтера, обстановки осадконакопления нефтепродуктивной толщи *SERJ* с целью уточнения фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) коллекторов. Для создания литолого-фациальной модели использованы петрофизические определения по керну более двух десятков скважин, вскрывших интервалы продуктивных пластов.

### Характеристика литофаций

<u>Литофация аргиллитов</u> преобладает в керне, отобранном из пласта *Верхний SERJ*. Отложения этой литофации меняются в цвете от светло- до темно-серого. Почти все аргиллиты массивны, с нарушением стратификации, а также пересечены вертикальными ходами с переходом в менее распространенные горизонтальные ходы, заполненные песчаником. В пласте *Нижний SERJ* эта литофация встречается редко и меняется в цвете от очень светло- до темно-серого. Песчаник встречается часто, при этом наблюдается биотурбация базальных контактов с илистыми песчаниками и (или) деформация рыхлых отложений. Углистые включения встречается редко или плохо сохраняются. Осадки этой литофации накапливались в умеренно окисленных прибрежно-морских или эстуарных низкоэнергетических обстановках (Catuneanu, 2006).

<u>Литофация илистых песчаников</u>. Отложения этой литофации варьируют от песчанистых аргиллитов до илистых песчаников. Песчаные компоненты изменяются от тонкозернистых до мелко- и крупнозернистых фракций. Биотурбированные алевритистые и глинистые песчаники встречаются часто и формируют интервалы с шагом один метр. Биотурбация говорит о низкоэнергетической эстуарной обстановке.

<u>Литофация тонкозернистых песчаников</u>. Осадки этой литофации включают плохо отсортированные песчаники, которые могут быть слегка глинистыми, низко пористыми и слабо проницаемыми. В массе своей осадки этой литофации биотурбированы с нарушением слоистости. Большинство ходов имеют диаметр около сантиметра и расположены как горизонтально, так и вертикально. Интенсивность ходов говорит о морской обстановке, но отсутствие углистых оторочек предполагает окислительную обстановку. <u>Литофация мелкозернистых песчаников</u>. Осадки этой литофации являются наиболее распространенными в коллекторе *Нижний SERJ*. Встречаются песчаники с хорошо сохранившейся первичной осадочной текстурой, со слабой или сильной деформацией осадка, а также песчаники с разрушенной текстурой вследствие биотурбации. Сохранившиеся первичные текстуры осадконакопления представляют собой пологоволнистую слоистость, желобковую косую слоистость или чешуйчатость. Большинство тонкозернистых песчаников интерпретируются как осадки речных и эстуарных русел, т.е. флювиальных русел, подверженных некоторому морскому воздействию.

<u>Литофация средне-крупнозернистых песчаников</u>. Среднезернистые песчаники встречаются часто, в отличие от крупнозернистых песчаников, при этом и те, и другие, в основном, чистые и хорошо отсортированы. В массе своей песчаники проявляют желобковую косую слоистость, некоторые из них содержат интервалы с таблитчатой косой слоистостью, а некоторые интервалы имеют массивную структуру. Такие интервалы чаще всего встречаются в подошве или внутри песчаных тел, как правило, перекрывающих эрозионную подошву. Песчаники представляют собой русловые отложения, вероятно, в большинстве своем эстуариевых дельтовых рукавов.

#### Модель накопления

Коллекторы толщи SERJ на месторождении SAB включают в себя мощную последовательность чередующихся интервалов алевритов, чистых песчаников, а также алевритистых и илистых биотурбированных песчаников, фациально сформированных в соответствии с законом Головкинского-Вальтера. Чистые песчаники образуют толщу до 9 м, с небольшими прослоями биотурбированного песчаника. Илистые песчаники образуют интервалы толщиной 1–9 м, с небольшими интервалами с сохранившимися осадочными структурами. Чистые песчаники встречаются в флювиальных и эстуариевых руслах в виде более мощных песчаных тел, впусков или небольших русел относительно менее мощных тел. Однако мощность илистого песчаника может быть непосредственно связана с исходной глубиной русла. Общая тенденция заключается в проградации эстуариев на прибрежную зону с прерывистыми незначительными нарушениями и/или старицей, а также последующем образовании защищенных участков залива, где на мелководье происходило обширное биотурбирование.

### Выводы

Предложенная седиментологическая модель осадконакопления нефтеносной толщи *SERJ* месторождения *SAB*, базирующаяся на фациальном законе Головкинского-Вальтера, позволяет прогнозировать параметры ФЕС продуктивных горизонтов. Толща *SERJ* подразделяется на два коллектора – *Верхний* и *Нижний*. Низкие значения ФЕС характерны для литофации аргиллитов, преобладающей в пласте *Верхний SERJ*. Отложения этой литофации формировались во внутренней шельфовой обстановке мелководья низкоэнергетического режима. Коллектор *Нижний SERJ* имеет более сложное литолого-фациальное строение и представлен пятью литофациями: 1) аргиллитов; 2) илистых песчаников; 3) тонкозернистых песчаников; 4) мелкозернистых песчаников; 5) средне-крупнозернистых песчаников. Для последней характерны наивысшие значения ФЕС.

#### Список литературы

Catuneanu O. (2006). Principles of Sequence Stratigraphy. Elsevier Science, 386 p.

# Genetic and biological diversity of ecosystems of Upper Paleozoic reefs (using the example of the Timan-Northern Ural region)

Anna I. Antoshkina

N.P.Yushkin Institute of Geology, Komi Science Centre, Ural Branch, Russian Academu of Sciences, Syktyvkar, Russia; a.antoshkina@bk.ru

## Генетическое и биологическое разнообразие Рифовых экосистем верхнего палеозоя (на примере Тимано-Североуральского региона)

Антошкина А.И.

Институт геологии имени академика Н.П. Юшкина Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия; a.antoshkina@bk.ru

Рифообразование на северо-востоке Европейской платформы было инициировано раскрытием на границе кембрия-ордовика Палеоуральского океана и завершилось в сакмарское время ранней перми при активизации коллизионных процессов. Позднепалеозойские рифовые сооружения довольно широко распространены в регионе и характеризуются широким набором организмов каркасостроителей и рифолюбов (рис. 1, а, в).

Согласно Е. Одум (1986), рифовая экосистема, как и всякая другая экосистема, развивается по определенным законам – от начальных нестабильных состояний или стадий к более стабильным. Отсутствие внешних стрессовых факторов представляет собой направленный процесс сукцессии стадий рифовой экосистемы: начальные (пионерные) – стабилизация и колонизация – сменяются зрелыми (климаксными) – диверсификацией и доминантной. Сукцессия контролируется сообществом, хотя физическая среда определяет характер и скорость изменения, а также пределы развития. Тот или иной тип органогенной каркасной структуры возникает в зависимости от продолжительности развития экосистемы (рис. 1, б).

Окраинношельфовые позднелохковско-раннеэмсские и поздневизейско-серпуховские рифы показывают на пионерных стадиях экологической сукцессии преобладание метазойных или микробно-метазойных сообществ, требовавших внешнего источника питательных веществ. Повышение устойчивости экосистемы произошло на стадии диверсификации, когда появились обильные и разнообразные автотрофы – цианобактерии и известковые водоросли. Доминантная стадия развития рифовых экосистем характеризуется широким развитием метазойных и кальцимикробных сообществ.

Среднефранско-фаменские рифовые экосистемы органогенных сооружений типа микробных холмов развивались на склонах дифференцированного мелководного шельфа и характеризовались пионерными стадиями экологической сукцессии: массовым распространением цианобактериальных и кальцимикробных сообществ, а также нескелетных кальцимикробных карбонатов. На стадии стабилизации в экосистемах отмечается преобладание кальцимикробных сообществ с подчиненным значением губок, цианобактерий и зеленых водорослей. На стадии колонизации присутствовали редкие метазои – кораллы ругозы, а основную роль играли разнообразные цианобактерии, обусловившие самодостаточность, но не устойчивость экосистемы, и, как следствие, отсутствие в таких органогенных сооружениях зрелых стадий рифа.



Рис. 1. Позднепалеозойские органогенные сооружения на северо-востоке Европейской платформы: распределение (а), генетические типы построек и их взаимосвязь с биосферными событиями (б), биологическое разнообразие рифовых экосистем (в)

Начиная с касимовского века позднего карбона и заканчивая артинским веком ранней перми широкое распространение получили органогенные сооружения типа скелетных холмов, формирующихся на склонах деформирующейся окраины карбонатной платформы. В структуре рифовых экосистем маленькие/тонкие сессильные метазои, покрытые биопленками, служили субстратом для твердых цементных корок. Быстрая, биологически индуцированная кальцитовая крустификация мягких скелетов, расселявшихся на гетерогенном биокластовом матриксе, способствовала формированию устойчивого каркаса. Специфика их рифовых систем определялась изменением химизма океанских вод и проявлением их мезотрофности (Stanley et al., 1998). Стадия колонизации в структуре скелетных холмов четко выделяется по разнообразию и появлению новых представителей метазойных организмов и водорослей.

#### Список литературы

*Одум Е.* Основы экологии. – М.: Мир, 1986. – Т. 1. – 328 с.

Stanley S.M., Hardie L.A. (1998). Secular oscillations in the carbonate mineralogy of reef-building and sediment-producing organisms driven by tectonically forced shifts in seawater chemistry // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 144, pp. 3–19.

## Key sedimentological and isotope events of the Permian-Triassic boundary of the East European Platform: evidence of global restructuring of the geosphere

Mikhail P. Arefiev

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; mihail-3000@inbox.ru Kazan Federal University, Kazan, Russia Museum of Netural History of St. Alexius Orthodox Bratherboad of Maray, Verselaul region, Bussia

Museum of Natural History of St. Alexius Orthodox Brotherhood of Mercy, Yaroslavl region, Russia

## Ключевые седиментологические и изотопные события пермо-триасового рубежа на Восточно-Европейской платформе: свидетельство глобальной перестройки геосферы

Арефьев М.П.

Геологический институт РАН, Москва, Россия; mihail-3000@inbox.ru Казанский федеральный университет, Казань, Россия Музей естествознания Свято-Алексиевского православного братства милосердия, Ярославская область, Россия

В настоящее время в двух разрезах Восточно-Европейской платформы (бассейн реки Северной Двины и бассейн реки Ветлуги), на границе пермской и триасовой систем, реконструируется сходная последовательность изотопно-геохимических и седиментологических событий, которая может отражать особенности глобальной перестройки геосферы в это время.

Во второй половине вятского века по уменьшению величин δ<sup>18</sup>О в педогенных и осадочных карбонатах выявлено последнее крупное похолодание позднепермской эпохи. Похолодание достигло температурного минимума непосредственно в конце пермского периода. Оно сопоставляется с чансинским похолоданием в морских разрезах (Arefiev, Kuleshov, 2018).

Одновременно выявлены признаки, которые могут указывать на неординарные «космические» события. В верхневятском ярусе выявлены уровни с аномальными (всплесковыми) характеристиками тонкой магнитной фракции. Материал характеризуется присутствием самородных частиц Ni и Fe без примеси Ni, с микро- и нанозонами, с преобладающим содержанием углерода более 50 %, которые в обратно-рассеянных электронах (BSE) выделяются темным цветом и могут быть импактными микроалмазами. Отмечается повышенное содержание Мt-микросфер, в том числе с повышенным содержанием Ti. Присутствуют оплавленные частицы Fe и высокоуглеродистые микросферы (Арефьев, Цельмович, 2018).

Похолодание в поздневятское время коррелирует с активизацией рек Уральской питающей провинции, которая выявлена по распространению песчаных аллювиальных линз с доминирующей ассоциацией эпидота-цоизита (Арефьев и др., 2016). При этом наблюдается омоложение первых уральских песчаных аллювиальных линз с востока на запад. Уральский материал в бассейне реки Ветлуги характеризует, по-видимому, все вятские разрезы. В бассейне реки Клязьмы, под городом Гороховцом, он появляется во второй половине вятского века. Западнее, под городом Вязниками, – только в его конце. Активизация уральских рек отвечает начальному этапу региональной палеогеографической перестройки в вятское время, которая завершилась в триасе, когда уральские реки распространились в регионе повсеместно.

Непосредственно на рубеже перми и триаса после температурного минимума установлено потепление, которое коррелирует с быстрым повышением температуры в морских разрезах. На фоне данного потепления установлен негативный экскурс δ<sup>13</sup>С I-го порядка, коррелирующий с глобальным событийным уровнем позднепермского вымирания (Arefiev et al., 2015).

В вятских – оленекских отложениях выявлен синхронный осадконакоплению вулканогенный пирокластический материал в виде витро- и кристаллокластов. Пепловые частицы встречаются с корочкой закаливания, образовавшейся вокруг частиц жидкой лавы при резком изменении давления и температуры при выбросе эндогенного материала в атмосферу. При этом если в вятском ярусе отмечается пепловый материал кисло-среднего состава, то на границе вятского-индского ярусов резко увеличивается доля вулканического материала среднего-основного состава, а его максимальная концентрация с признаками ультраосновной составляющей фиксируется с середины инда. Значительная часть вулканической составляющей диагностируется по наличию палыгорскита в пелитовой фракции в ассоциации с серпентином и повышенным содержанием вулкано-кристаллокластов во вмещающих отложениях (Арефьев и др., 2018).

Выявленная последовательность событий согласуется с мнением, что в конце пермского времени на Землю упал крупный астероид (Becker et al., 2004), после падения которого активизировалась Сибирская вулканическая провинция (Reichow et al., 2009). Эти два события могут рассматривать как основные причины глобальных изменений в геосфере Земли, произошедших непосредственно на рубеже перми и триаса.

Анализ изотопного состава кислорода индских педогенных карбонатов в изученных разрезах показал отсутствие широких вариаций значений δ<sup>18</sup>O, характерных для перми. Это указывает на прекращение в триасе процессов эвапоритизации. Изотопные данные и широкое распространение уральских рек могут указывать на усиление региональной гумидности, наблюдавшейся при синхронном потеплении (Arefiev, Kuleshov, 2018), хотя данный вопрос нуждается в исследовании. Гумидизация могла усилиться из-за: 1) позднегерцинского орогенеза Урала, испытавшего существенное поднятие во время интенсивной вулканической деятельности в соседней Сибири. Рост горного массива мог привести к повышенному стоку с него рек; 2) увеличения объема метеорных осадков. Основное количество влажных воздушных масс поступает на континент со стороны океана. Следовательно, при потеплении на рубеже перми и триаса испарение водяного пара с поверхности океана должно было усилиться. В итоге должен был увеличиться объем влажных воздушных масс, двигающихся в сторону континента. Такой процесс, при длительном сохранении надлежащих условий, должен был привести к существенному увеличению сезонных метеорных осадков и к сезонной гумидизации Русской равнины.

- Арефьев М.П., Цельмович В.А. Распространение космического материала на рубеже перми и триаса Восточно-Европейской платформы // Осадочная геология Урала и прилежащих регионов: сегодня и завтра: материалы 12-го Уральского литологического совещания. Екатеринбург, 2018. С. 29 31.
- Арефьев М.П., Голубев В.К., Карасев Е.В., Кулешов В.Н., Кухтинов Д.А., Покровский Б.Г., Шкурский Б.Б., Ярошенко О.П., Григорьева А.В. Комплексная палеонтологическая, се-

диментологическая и геохимическая характеристика терминальных (вязниковских) отложений пермской системы северо-восточного борта Московской синеклизы. Статья 2. Нижнее течение реки Юг // Бюллетень МОИП. Отдел геологический. – 2016. – Т. 91. – № 2-3. – С. 47–62.

- Арефьев М.П., Седаева К.М., Ульяхин А.В. Особенности криптопирокластики в пограничных отложениях перми и триаса Московской синеклизы // Осадочная геология Урала и прилежащих регионов: сегодня и завтра: материалы 12-го Уральского литологического совещания. – Екатеринбург, 2018. – С. 25–28.
- Arefiev M., Kuleshov V. (2018). Evidence for and Causes of the Induan Humidization of the Moscow Syneclise // Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources, pp. 265 – 273.
- 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. (2015). Type and reference sections of the Permian–Triassic continental sequences of the East European Platform: main isotope, magnetic, and biotic events. 104 p.
- Becker L., Poreda R.J., Basu A.R., Pope K.O., Harrison T.M., Nicholson C., Lasky R. (2014). Bedout: a possible end-Permian impact crater offshore of northwestern Australia. Science 304, pp. 1469–1476.
- Reichow M.K., Pringle M.S., Al'Mukhamedov A.I., Allen M.B., Andreichev V.L., Buslov M.M., Davies C.E., Fedoseev G.S., Fitton J.G., Inger S., Medvedev A.Y., Mitchell C., Puchkov V.N., Safonova I.Y., Scott R.A., Saunders A.D. (2009). The timing and extent of the eruption of the Siberian Traps large igneous province: implications for the end-Permian environmental crisis. Earth and Planetary Science Letters 277, pp. 9–20.

# Geological conditions necessary for the accumulation of elemental sulfur in the Kazanian deposits of the Middle Volga Region

Yan G. Aukhatov

The Center for Improving Oil Development Methods Itd of the Academy of Seiences of the Republic Tatarstan, Kazan, Russia; yan-89178823520@yandex.ru

## Геологические условия накопления элементарной серы в казанских отложениях Среднего Поволжья

Аухатов Я.Г.

ООО «ЦСМРнефть» при АН РТ, Казань, Россия; yan-89178823520@yandex.ru

Геологии и условиям образования серных месторождений Среднего Поволжья посвящены работы Н.А. Головкинского, М.Э. Ноинского, А.Е. Ферсмана, Б.П. Кротова, Г.Я. Бородяева, Л.М. Миропольского, А.С. Соколова, А.И. Отрешко, Н.Б. Валитова и многих других геологов.

По нашему мнению, в проводившихся до настоящего времени исследованиях серных месторождений не уделялось достаточно внимания вопросу роли седиментационных бассейнов с некомпенсированным осадконакоплением и сероводородным заражением водного бассейна. Седиментационные бассейны, к которым приурочено некомпенсированное осадконакопление, в геологической литературе известны как «иловая» или «доманиковая впадина», некомпенсированный прогиб, аккумуляционнотопографическая впадина (М.Г. Грачевский), прогибы некомпенсированного типа (С.С. Эллерн) и области опускания некомпенсированного типа (Я.Г. Аухатов). По данным автора, серные месторождения и сероводоросодержащие углеводороды в осадочных нефтегазоносных бассейнах контролируются областями опускания некомпенсированного типа (ООНТ). Средневолжские серные месторождения приурочены к Бугурусланской ООНТ.

В строении Бугурусланской ООНТ участвуют следующие формации (с востока на запад): молассовая, доманиковая, рифогенная и сульфатно-карбонатная. Доманиковая формация выделяется в объеме нижнеказанского подъяруса или калиновской свиты, представлена маломощной (4–10 м) пачкой темно-серых и черных тонкослоисчтых глин и мергелей с многочисленными углефицированными растительными остатками. Черная окраска пород связана с высоким содержанием органического вещества в условиях некомпенсированного осадконакоплдения с сероводородным заражением придонного слоя и водного бассейна. Рифогенная формация выделяется в объеме нижнеказанского подъяруса и развита на западном борту ООНТ (Пролетарская, Пилюгинская, Жуковская, Соболевская и другие площади). Рифогенная формация представлена криноидными, криноидно-мшанковыми и водорослевыми известняками мощностью до 100 м. Сульфатно-карбонатная формация выделяется в объеме нижнеказанского подъяруса в западной шельфовой зоне и представлена циклично построенной сульфатно-карбонатной толщей мощностью до 70 м. Во второй половине казанского века происходит компенсация ООНТ соленосными отложениями. Эти отложения представлены в основном каменной солью, гипсами и ангидритами, которые составляют галогенную формацию. Галогенные отложения одни исследователи относят к верхнеказанскому, а другие к нижнеказанскому подъярусу. Автор выделяет две толщи сульфатно-карбонатных отложений: в нижнеказанском подъярусе – в виде сульфатно-карбонатной формации шельфовой зоны и сульфатно-карбонатные отложения в верхнеказанском подъярусе в составе галогенной формации. Именно такое разделение соответствует геологическому развитию Бугурусланской ООНТ и дает возможность правильно оценить условия накопления элементарной серы.

По мнению автора, сонахождение (парагенезис) доманиковых, рифовых и сульфатно-карбонатных формаций и субформаций в областях опускания некомпенсированного типа привело к формированию первичной серной минерализации в рифовых и сульфатно-карбонатных формациях и субформациях (Аухатов, 1981, 1989, 2011). Формирование первичной серной минерализации происходило по общепринятой схеме: восстановление сульфат-ионов в шельфовой зоне до сероводорода органическими веществами и углеводородами нефтяного ряда депрессионной зоны, при участии сульфатредуцирующих бактерий, с последующим окислением до элементарной серы. Происхождение сероводорода следует связывать со взаимодействием мигрировавших УВ с имевшейся в пластах самородной серой, образовавшейся на древних этапах серообразования в сульфатно-карбонатных формациях (Валитов, 1974). В процессе интенсивной тектонической активизации типа сжатия в неоген-четвертичное время происходило переформирование, разрушение нефтяных и газовых месторождений с сероводородом и формирование современных серных залежей при перемобилизации серной минерализации под влиянием мигрирующих углеводородых газов через сульфатно-карбонатные отложения. Месторождения серы и зоны серной минерализации сосредоточены в западной части региона, а на востоке отложения этого комплекса становятся газоносными. Содержание сероводорода в газах невысокое, обычно около 1-1,5%. На некоторых месторождениях (Аманакское) в газоносных коллекторах были установлены выделения кристаллов самородной серы (Притула и др., 1957).

- Аухатов Я.Г. Особенности накопления органического вещества в условиях некомпенсированного прогибания и полезные ископаемые // Проблемы осадочной геологии докембрия. – 1981. – Т. 7. – № 2. – С. 16–20.
- Аухатов Я.Г. Формации некомпенсированных областей опускания и связанные с ними полезные ископаемые: тезисы докладов Научной сессии ИГ БНЦ УрО АН СССР (к 100-летию со дня рождения Г.Н. Фредерикса). – Уфа: ИГ БНЦ УрО АН СССР, 1989. – С. 53.
- Аухатов Я.Г. К вопросу о генезисе сероводорода Бухаровского газового месторождения // Геология. Известия ОНЗиЭ АН РБ. 2011. С. 113–115.
- Валитов Н.Б. Роль элементарной серы в образовании глубинного сероводорода в карбонатных коллекторах // Доклады АН СССР. 1974. № 219. С. 969–972.
- *Притула Ю.А., Абрикосов И.Х., Авров П.Я.* Волго-Уральская нефтеносная область Нефтеносность. М.: ВНИГРИ, 1957. 175 с.

# New data on teeth of fish of the order Eurynotoidiformes (Pisces, Actinopterygii) from the Upper Permian of European Russia

Alexandr S. Bakaev

Borissiak Paleontological Institute. Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; alexandr.bakaev.1992@mail.ru

The shape of the teeth is an excellent indicator of trophic speciation of the taxon. In the case of ray-finned fish, polycuspid teeth are most often used in phytophagy (Gibson, 2015, 2016; Purcell, Bellwood, 1993). Among modern ray-finned fishes, polycuspid teeth are found in representatives of the families Characidae, Cichlidae, Acanthuridae, Siganidae, Scatopha-gidae, Mugilidae (Bellwood, 2003; Bellwood et al. 2014). Similar teeth were found in Paleogen-ic bony fish Siganidae (*Ruffoichthys*), Monodactylidae (*Pasaichthys*), Scatophagidae (*Eoscatophagus*) from the Middle Eocene of Italy (Bellwood, 2003; Bellwood et al. 2014), as well as in the Triassic Dapediidae (*Hemicalypterus*) (Italy) (Gibson, 2014), as well as in Triassic (Italy); 2016). However, the most ancient modern ray-finned fishes with maxillary polycuspid teeth belong to the Eurynotoidiformes Permian endemic for Eastern Europe (Esin, 1997). The earliest representatives of this order (*Adzvalepis*) appear in the Ufimian sediments, while the latter (*Isadia*) disappear at the boundary of the Permian and Triassic. The jaws of the Eurynotoidiformes fish bear polycuspid teeth morphologically similar to the teeth of modern phytophagous fish Cichlidae, Acanturiidae, Siganidae, Serrasalmidae, which may indicate a similar trophic specialization, despite the different mechanics of the jaw apparatus.

Modern bony fishes have a much more agile than the basal ray-finned jaw apparatus: the jaws are protrusion for food capture (Hulsey, Garcia De Leon, 2005). The jaws mechanic of the Eurynotoidiformes has not been studied, but the structure of the skull (Minikh, Munikh, 2009) indicates that it is similar to the mechanism of *Amia calva*, with a fixed premix and a movable maxilla (Lauder, 2009).

A new morphological type of polycuspid teeth of the fish order Eurynotoidiformes, associated with *Isadia opokiensis*, is described from the terminal part of the Severodvinian. Polycuspid teeth for the first time appear in Eurynotoidiformes among the ray-finned fish. Crowns overlapped each other backstage-like front to back, and the teeth had a pleurodont type of attachment.

Teeth morphotype *"I. opokiensis"* (Fig. 1) differ from other polycuspid morphotypes of this order in: there is a much wider crown than the base; teeth are carried up to 8 densely set spatula-shaped, each of which is provided with a large acrodin's cap; powerful counterfort and robustness of the tooth; almost straight work surface; abrasion areas, located on the labial side of the tooth and having an angle of inclination relative to the longitudinal axis of the tooth is approximately 45°.

Comparison of these teeth with other morphotypes allowed us to build a morphological series: conical tooth (Fig. 2a) – "*Kichkassia* sp." (Fig. 2*6*) – "*Lapkosubia* sp." (Fig. 2*e*) – "*Isadia suchonensis*" (Fig. 2*e*) – "*I. opokiensis*" (Fig. 2*d*) – "*I. arefievi*" (Fig. 2*e*). In the series described, the counterfort and the size of the acrodine caps (which acquired an increasingly flattened shape) consistently increased; to "*I. suchonensis*" increased the number of teeth, but, reaching a peak, again decreased in "*I. arefievi*". "*I. aristoviensis*" is not included in this morphological line and is a derivative of some other ancestral state.



Fig. 1. Morphotype "*Isadia opokiensis*". The arrows point in the rostral direction. Asterisks mark the border of acrodine cap and ganoine. Abbreviation is: az – abrasion zone (shaded grey)



Fig. 2. Morphogenesis of polycuspid teeth Eurynotoidiformes of (from the hypothetical unspecific ancestor of the ancestor). Abbreviation is: az – abrasion zone (shaded grey); b – border between acrodine cap and collar ganoine; cf – counterfort. Intermittent arrows indicate less reliable transitions

## A Palaeoproterozoic dolomite showing Phanerozoic-type dolomitization

 Amlan Banerjee<sup>1</sup>, Mirosław Słowakiewicz<sup>2,3</sup>, Tuasha Majumder<sup>1</sup>, Sayani Khan<sup>1</sup>, Sarbani Patranabis-Deb<sup>1</sup>, Maurice E. Tucker<sup>4,5</sup>, Dilip Saha<sup>1</sup>
 <sup>1</sup>Indian Statistical Institute, Geological Studies Unit, Kolkata 700108, India; amlanbanerje@gmail.com
 <sup>2</sup>Faculty of Geology, University of Warsaw, ul. Żwirki i Wigury 93, 02-089 Warszawa, Poland; m.slowakiewicz@gmail.com, m.slowakiewicz@uw.edu.pl
 <sup>3</sup>Kazan Federal University, Kremlovskaya St. 18, 420008 Kazan, Russia
 <sup>4</sup>Cabot Institute, University of Bristol, Cantock's Close, Bristol BS8 1UJ, UK
 <sup>5</sup>School of Earth Sciences, University of Bristol, Bristol BS8 1RJ, UK

From Neoarchean to Neoproterozoic carbonate platforms were a distinctive feature and in many cases the dolomite content of these ancient platforms is high in comparison with those of the Mesozoic and Cenozoic. The Precambrian sedimentary record to about 3.5 Ga includes dolomites and limestones that likely precipitated as primary aragonite and calcite. Palaeoproterozoic carbonate sedimentation was marked by less spectacular occurrences of massively-precipitated aragonite and calcite. Precambrian dolomites may have also formed by precipitation directly from seawater or by dolomitization during very early diagenesis from fluids comparable with seawater. Precambrian dolomites are generally characterised by very well-preserved fabrics of the original carbonate grains and early cements, leading to arguments over primary versus replacement dolomite.

In India, the Palaeoproterozoic Vempalle Formation located in the Cuddapah Basin is characterised by the presence of a ~1.9 km-thick stromatolitic dolomite. A thorough geochemical examination of samples from a 1000 m long exposure in a freshly-cut canal section showed that 10-15 % of precursor limestone is still preserved in the Vempalle Formation in the form of remnant patches of calcimicrite and ooids with calcite spar cement. The ooids, preserving primary radial and concentric fabrics and radial fractures, are considered to have been originally precipitated as calcite, which may have been low-Mg. Petrographic observations demonstrate that Vempalle Formation dolomite formed through early precipitation, which in stromatolites preserved microbial filaments, as well as through fabric-destructive dolomitization during shallow to moderate burial.

Geochemical proxies (trace elements and rare earths) imply that Cuddapah Basin seawater and dolomitizing fluids were anoxic and ferruginous but not euxinic. The burial diagenetic fluids probably resulted from continental rifting around 1.9–2.0 Ga. This probable ocean chemistry is in contrast with the anoxic, ferruginous and extremely high Mg/Ca 'dolomite oceans' that prevailed during Proterozoic time. The Vempalle Formation dolomite shows more similarities with dolomitised Phanerozoic platform carbonates than typical Precambrian dolomite with its well-preserved textures.

We thank the Indian Statistical Institute (ISI) for financial support in the form of a DCSW grant to A.B. This study was also supported by the Russian Government Programme of Competitive Growth of the Kazan Federal University and by the European Regional Development Fund through the grant Innovative Economy (POIG.02.02.00-00-025/09).

## Progress on the Ichnological Analysis of the Lower and Upper Kazanian Strata from the Volga Region (Eastern European Platform, Russia)

Wahiba Bel Haouz<sup>1</sup>, Abdelouahed Lagnaoui<sup>1,2</sup>, Vladimir V. Silantiev<sup>1</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia; wahiba.belhaouz@gmail.com <sup>2</sup>CONICET–INCITAP, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, La Pampa, Argentina

Here, we provide an overview on the progress of the ichnological analysis of the Lower and Upper Kazanian (Middle Permian) deposits from Volga region. Thus, the invertebrate trace fossils provide elements for the palaeoenvironmental and palaeoecological interpretations, and give the behavioural insight of the invertebrate fauna of the study area. All described invertebrate trace fossils come from the Lower and Upper Kazanian strata. The Lower Kazanian beds consist of grey to brownish intercalated series of shale, limestone, marlstone and sandstone, while the Upper Kazanian beds are composed of yellowish to brownish fine grained, gently laminated dolostones. The Kazanian deposits of the Volga-Kama Basin (a part of the East European Platform) yielded so far, a moderately diverse invertebrate ichnofauna, including seven ichnogenera, which are Lockeia, Oblongichnus, Ophiomorpha, Palaeophycus, Phycodes, Skolithos, and Thalassinoides. Generally, these ichnotaxa are mostly interpreted as behaviours of suspension- and deposit-feeding animals, which can be referred to polychaete worm, vermiform or worm-like (e.g. annelids), amphipod crustaceans and/or crustacean-like, thalassinidean shrimp (callianassids), sea anemone, bivalves and other mollusc organisms as tracemakers candidates, that were colonised the Kazanian basin. The association of these ichnotaxa indicates a shallow-marine environment of the ichnofossil-bearing strata.

The ichnogenus Locheia was considered as resting trace (cubichnion) of the burrowing pelecypods and bivalves, mostly common in shallow-marine settings. Oblongichnus is variably oriented, it could represent the combination of feeding and dwelling behaviours of suspensionfeeding organisms, however, it is might be represent a filter- or surface-deposit-feeding from a stationary position of bivalves. Ophiomorpha refers to a simple to complex burrow systems lined at least partially with agglutinated pelletoidal sediment, which is common in many high-energy marine palaeoenvironments and is considered as being both suspension- and deposit-feeders produced by shrimp-like and arthropods. Skolithos mainly indicates a relatively high energy hydrodynamic in shallow-water setting of the nearshore to marginal-marine environments. It has been referred to various organism groups as potential tracemakers; including worm-like organism such as priapulids and polychaetes, phoronids also were considered as producers of Paleozoic Skolithos and younger strata. Thalassinoides are usually referred to thalassinidean shrimp, specially callianassids or decapod crustaceans. Palaeophycus is also common in shoreface and offshore deposits, which is, generally, interpreted as a combined feeding and dwelling (domichnion) behaviour of suspension feeding organisms. Phycodes is interpreted as a fodinichnion and occurs commonly, but is not restricted to, the shallow marine Cruziana ichnofacies.

The association of these ichnotaxa indicates a shallow-marine environment of the ichnofossil-bearing strata, with probably alternating high-energy and low-energy conditions.

## Bivalve trace fossils from Kazanian strata of the Volga region (Tatarstan, Russia): Ethological implications

Wahiba Bel Haouz<sup>1</sup>, Abdelouahed Lagnaoui<sup>1,2</sup>, Vladimir V. Silantiev<sup>1</sup> <sup>1</sup>Laboratory of Stratigraphy of Oil-and-Gas Bearing Reservoirs, Department of Paleontology and Stratigraphy, Institute of Geology and Petroleum Technologies, Kazan Federal University, Kazan, Russia

<sup>2</sup>CONICET–INCITAP, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, Av. Uruguay 151, 6300 Santa Rosa, La Pampa, Argentina

The reported invertebrate ichnofossil assemblages come from the Lower and Upper Kazanian marine strata of the Marine-continental (transitional) formations of the Volga and Kama River regions, which is considered as a part of the Russian Plate (East European Platform). The distribution of the invertebrate ichnoassemblages described here is different from bed to another, in term of diversity and abundance. Generally, the Early Kazanian consists of grey to brownish alternative series of shale, limestone, marlstone and sandstone. Overlie by yellowish to brownish fine grained, gently laminated limestone and dolostone that is represent the Late Kazanian. Both stages are characterized by the presence of high degree of bioturbation, the presence of shell pavement and yielded so far a diverse bivalve fauna. The present ichnological study is based on several specimens collected from Lower and Upper Kazanian deposit of the Volga region, which are housed at the collection of the Geological Museum of Kazan Federal University and the Natural History Museum of the Republic of Tatarstan, Russian Federation.

The current paper presents a comprehensive ichnological analysis of invertebrate traces that are possibly produced by bivalve organisms, reported from Lower and Upper Kazanian deposits of the Volga Region. The invertebrate ichnofauna reported are including *Lockeia, Oblongichnus, Protovirgularia, Ptychoplasma*, and *Arenituba* ichnogenus. These ichnotaxa are ascribed to cubichnion (temporary resting trace), domichnion (three-dimensional habitation burrow created by tracemaker), combining feeding and habitation, repichnia (tracks and trails created while moving across the sediment surface) and crawling behaviours of burrowing suspension-feeding bivalves. Respectively, *Arenituba* is ascribed to post-depositional domichnia and/or fodinichnia (three-dimensional burrow characterized by the combined functions of deposit feeding and habitation) that could be produced as well by bivalves. These ichnotaxa occur in open shallow-marine settings.

There are 4 main types of bivalve traces reported from the Lower and Upper Kazanian strata of the Volga Region: (1) resting or dwelling traces ascribed to the ichnogenus *Lockeia*, (2) vertically and horizontally oriented filter- or surface-deposit-feeding from a stationary position, referred to the ichnogenus *Oblongichnus*, (3) horizontal mobility reflecting grazing near the sediment–water interface, ascribed to the ichnogenenus *Protovirgularia*, (4) and combining locomotion and resting traces recorded by the ichnogenus *Ptychoplasma*. The association of the ichnogenus *Arenituba* with the form burrows, led as to think that this ichnogenus could be also produce by bivalves, thus, is supported by the bivalve trace crossing or linked to this trace. Locally, *Protovirgularia*, or even *Ptychoplasma* showed a transition passage in the tunnel burrows originated from the central point of the ichnogenus *Arenituba*.

The Lockeia-Protovirgularia-Ptychoplasma association co-occurring with Arenituba could be a piece of evidence that all these traces could be produced by bivalves. However, in

the Lower and Upper Kazanian strata yielded so far abundant and diverse bivalve fauna, that was reported from the whole section, and preserved as moulds, casts and impressions. Together with bivalve traces indicate that the palaeoecological conditions, including food, oxygen and ideal substrate consistency, were extremely conducive for the bivalve community. This co-occurrence of bivalve body- and trace fossils from the section might support our hypothesis about the potential tracemakers of the described association of trace fossils including the ichnogenus *Arenituba*. Further exploration in the section for further evidences of body- and trace fossil association is recommended to refine the ichnological data and strengthen this hypothesis.

# Famennian spiriferids (Branchiopoda) of the southern coast of Novaya Zemlya (Karskie Vorota Strait)

Daria V. Bezgodova

Saint-Petersburg Mining University, Sankt-Petersburg, Russia; bezgodovadaria@yandex.ru

## Фаменские спирифериды (брахиоподы) южной оконечности Новой Земли (пролив Карские Ворота)

### Безгодова Д.В.

Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия; bezgodovadaria@yandex.ru

Фаменские отложения широко распространены на Новой Земле. Брахиоподы в них характерны для шельфовых фаций, которые распространены на юге архипелага, на его западном побережье и на севере. Эти отложения сложены преимущественно доломитизированными известняками и доломитами с редкой макрофауной, представленной в основном брахиоподами, цефалоподами и гастроподами. Они согласно с постепенным переходом залегают на известняках франа и перекрываются породами нижнего карбона. Мощность фаменских отложений в районе Карских Ворот достигает 700 м. К фаменскому ярусу на территории архипелага отнесены два горизонта: саханинский и харловский. В рассматриваемой области в районе пролива Карские Ворота они близки литологически, но различаются по составу фауны (Черкесова и др., 1988).

Фаменские спирифериды архипелага изучались Д.В. Наливкиным в 1930-х годах (Геология СССР, 1947). На протяжении нескольких десятилетий определения спириферид при выполнении работ НИИГА (позже ВНИИОкеангеология) выполняла С.В. Черкесова. В 1963 году она описала несколько видов спириферид фамена в отчете НИИГА, а в 1966 году выделила вид *Dmitria subrotunda* Tcherk., характерный для саханинского горизонта (Черкесова, 1966). По результатам этих исследований, для саханинского горизонта в разных районах Новой Земли характерны виды: *Cyrtospirifer asiaticus* Brice, *Cyrtospirifer* aff. *brodi* (Wenjukow), *Dmitria subrotunda* Tcherk., *Cyrtiopsis* sp., *Cyrtospirifer lebedianicus* Nal.; для харловского горизонта: *Tarandrospirifer tarandrus* (Nal.), *Cyrtospirifer barumensis* (Sow.).

В разрезах побережья Карских Ворот низы саханинского горизонта можно видеть на мысе Меньшиковского и возле мыса Жандр, в последнем вскрыта также и граница франа и фамена. Эти отложения, сложенные доломитизированными известняками с маломощной пачкой черных известковисто-глинистых сланцев в основании, содержат очень редкие остатки спириферид, среди которых можно определить *Cyrtospirifer* aff. *brodi* (Wenjukow). Более высокие уровни известны в нескольких километрах к югу, на мысе Хаймина. Этот разрез, мощностью около 160 м, сложен темносерыми и серыми пятнистыми известняками. Макрофауна, как правило, редкая, представлена брахиоподами, гастроподами, цефалоподами и строматопорами. Количество брахиопод, а также их размеры возрастают вверх по разрезу. Здесь встречаются *Cyrtospirifer* aff. *brodi* (Wenjukow), *Cyrtospirifer* aff. *asiaticus* Brice, *Cyrtospirifer* aff. *lebedianicus* Nal., *Cyrtospirifer* sp. В целом фауна спириферид фаменских отложений Новой Земли, по сравнению с франской, носит угнетенный характер, как по численности, так и по видовому разнообразию. В самом начале фаменского века здесь обитали только редкие представители рода *Cyrtospirifer*, пережившего массовое вымирание в конце франа (Upper Kellwasser Event). Позже бассейн заселился новыми видами и родами, численность особей возросла, но уровень расцвета, характерный для франского века, не был достигнут.

- Наливкин Д.В. Новая Земля и остров Вайгач. Девонские отложения // Геология СССР. М.; Л., 1947. Том XXVI: Острова советской Арктики». С. 130–138.
- *Черкесова С.В.* Новый вид рода *Dmitria Sidiachenko* из фаменских отложений западного сектора Советской Арктики // Ученые записки НИИГА. Палеонтология и биостратиграфия. – 1966.
- Черкесова С.В., Соболев Н.Н., Смирнова М.А., Лахов Г.В. Новые данные по стратиграфии девона Новой Земли // Советская геология. – 1988. – № 12. – С. 55–68.

## The Devonian vertebrate communities of the *prima-obrutschewi* Zone in Timan and the Kanin Peninsula

Pavel A. Beznosov

Institute of Geology, Komi Science Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia; Beznosov@geo.komisc.ru

## Сообщества девонских позвоночных ихтиозоны prima-obrutschewi на Тимане и полуострове Канин

Безносов П.А.

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия; Beznosov@geo.komisc.ru

Ихтиозона prima-obrutschewi была выделена Л.А. Лярской (1978) в интервале аматского горизонта Главного девонского поля. Позднее один из ее индекс-видов, *Bothriolepis obrutschewi* Gross, был отмечен в составе комплексов девонской ихтиофауны Среднего и, возможно, Северного Тимана (Ivanov, Lukševičs, 1996; Esin et al., 2000). К настоящему времени накопился ряд новых сведений о таксономическом составе и распространении остатков позвоночных в интервале данной зоны в разрезах Тимано-Канинской гряды.

На Среднем Тимане распространение *B. obrutschewi* ограничивается устьчиркинской свитой и нижней частью устьсредненских слоев устьярегской свиты. Согласно собственным данным и с учетом опубликованных сведений (Ivanov, Lukševičs, 1996; Esin et al., 2000; Глинский, Иванов, 2014), комплекс позвоночных устьячиркинской свиты из разрезов, вскрывающихся в бассейнах рек Пижмы и Цильмы, включает также гетеростраков *Placosteus undulatus* (Ag.), *Psammosteus cuneatus* Obr., *Ps. praecursor* Obr., *Tartuosteus? ornatus* (Roh.), «пластинокожих» *Asterolepis radiata* Roh., *Janiosteus timanicus* (O. Obr.), Arthrodira gen. indet., лопастеперых *Glyptolepis* sp., Tristichopteridae gen. indet., Dipnoi gen. indet., «акантодов» *Atopacanthus* sp. и Diplacanthidae gen. indet. Комплекс позвоночных верхнетиманской подсвиты Южного Тимана, с которой сопоставляется устьчиркинская свита, несмотря на отсутствие индекс-вида и ряда других характерных форм, обнаруживает значительное сходство и отличается большим таксономическим разнообразием, главным образом за счет присутствия лучеперых и хрящевых рыб (Ivanov, Lukševičs, 1996; Esin et al., 2000).

На Северном Тимане остатки *Bothriolepis* cf. *obrutschewi* отмечены в кумушкинской свите (Ivanov, Lukševičs, 1996; Esin et al., 2000). Наряду с ним в тех же работах приводится список таксонов, включающий *Psammolepis* sp., *Ps.* cf. *praecursor*, *A. radiata*, *Persacanthus* sp., *Laccognathus* sp. и Osteolepididae gen. indet. К сожалению, установить происхождение и место хранения материала, послужившего основой для этих определений, не удалось. То же относится и к списку, приводимому В.С. Цыганко (2006), который содержит *Placosteus alatus* (Mark-Kurik), *Asterolepis ornata* Eichw. и *A. radiata*. Вместе с тем, согласно собственным наблюдениям и данным геолого-съемочных работ, остатки позвоночных в отложениях кумушкинской свиты довольно редки. Они неизвестны из разрезов западного склона и достоверно отмечены лишь в нескольких местонахождениях на восточном склоне Северотиманского вала, где приурочены к песчаникам первой (нижней) межбазальтовой пачки. В сборах Л.С. Коссового из обнажений по рекам Нижней Каменке и Суле выше Сульского водопада Д.В. Обручевым был определен *A. radiata* (Коссовой, 1966). В разрезе Большие Ворота на реке Белой отмечены *Psammosteus* sp., *Asterolepis* sp. и *Bothriolepis* sp. (Шляхова, Шляхов, 1974), а также *P.* cf. *undulatus* и Sarcopterygii gen. indet. (собственные сборы 2006 и 2008 годов).

Еще одно местонахождение было недавно обнаружено на реке Суле непосредственно ниже Сульского водопада. Оно представляет собой маломощную линзу углистых алевролитов с многочисленными остатками позвоночных, растений и копролитами, зажатую между двумя базальтовыми покровами верхней (третьей) пачки эффузивных пород (Безносов и др., 2018). Формирование костеносной линзы происходило, по всей видимости, в условиях обширного озера с базальтовым ложем, имевшего постоянную или периодическую связь с расположенным южнее и восточнее (в современных координатах) морским бассейном, и существовавшего здесь в течение кратковременного интервала между двумя излияниями лав. Остатки позвоночных в данном местонахождении представлены A. radiata, Bothriolepis? sp., Arthrodira? gen. indet., Laccognathus sp., Glyptolepis sp., Eustenopteron sp., Osteolepiformes gen. indet., Dipnoi gen. indet., Acanthodes? sp., Nostolepis sp., "Acanthodii" gen. indet. Характерно, что в этом сообществе полностью отсутствовали псаммостеиды, остатки которых типичны для одновозрастных мелководно-морских и дельтовых отложений Среднего и Южного Тимана. В целом комплекс позвоночных кумушкинской свиты на рр. Белой и Суле позволяет сопоставлять, по крайней мере, большую ее часть, с верхнетиманским подгоризонтом, тогда как в принятой региональной схеме она полностью относится к джъерскому горизонту (Пармузин и др., 2015).

Сведения о позвоночных из девонских разрезов полуострова Канин до последнего времени оставались крайне отрывочными. Собранный недавно новый материал позволил установить присутствие *B. obrutschewi* в типовом разрезе таяокуяхинской свиты, вскрывающемся в южной части западного склона хребта Канин Камень. Наряду с этим видом здесь же отмечены лопастеперые *Laccognathus* sp., *Glyptolepis* sp., *Holoptychius* sp., Dipnoi gen. indet. и Sarcopterygii gen. indet. В разрезах той же свиты на восточном склоне встречены только редкие остатки гетерострака *P.* cf. *undulatus*. Вероятно, такое различие таксономического состава одновозрастных и фациально близких отложений разных склонов Канина Камня обусловлено разделением этих двух частей бассейна массивом суши, существовавшей в осевой части хребта.

Таким образом, комплексы позвоночных из разрезов Тимана и полуострова Канин в интервале ихтиозоны *prima-obrutschewi* позволяют достаточно уверенно сопоставлять их как между собой, так и с комплексами Главного девонского поля и других регионов. Общность и различия в составе сообществ дают возможность наметить пути палеозоогеографических связей внутри бассейна и связанных с ним водоемов, а также фациальную приуроченность отдельных таксонов.

#### Список литературы

Безносов П.А., Снигиревский С.М., Сивкова А.П. Новое уникальное местонахождение остатков девонских позвоночных и растений на Северном Тимане: материалы LXIV сессии Палеонтологического общества при РАН. – СПб., 2018. – С. 23–25.

- Глинский В.Г., Иванов А.О. Комплексы девонских псаммостеидных бесчелюстных Среднего Тимана: материалы XVI Геологического съезда Республики Коми. – Сыктывкар, 2014. – Т. II. – С. 146–149.
- *Лярская Л.А.* Зоны и комплексы ихтиофауны в девоне Латвии // Очерки по геологии Латвии. Рига, 1978. С. 64–76.
- Коссовой Л.С. Геологическое строение Северного Тимана (стратиграфия, магматизм, тектоника и литологическая характеристика осадочных пород палеозоя). Л.; Архангельск: Архангельский филиал ТФГИ, 1966. Т. I: Стратиграфия. Инв. № 837. 795 с.
- Пармузин Н.М., Мазуркевич К.Н., Семенова Л.Р. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1000000 (третье поколение). Мезенская серия: Лист Q-39 (Нарьян-Мар). Объяснительная записка. – СПб., 2015. – 393 с.
- Цыганко В.С. Девон Тиманской гряды: основные черты строения и ресурсный потенциал // Проблемы геологии и минералогии. Сыктывкар, 2006. С. 363–384.
- Шляхова Х.Т., Шляхов В.И. Государственная геологическая карта СССР. Масштаб 1:200000. Тиманская серия: Лист Q-39-VIII. – М., 1974. – 80 с.
- Esin, D., Ginter, M., Ivanov, A. et al. (2000). Vertebrate correlation of the Upper Devonian and Lower Carboniferous on the East European Platform. Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 223, pp. 341–359.
- Ivanov, A.O., Lukševičs, E. (1996). Late Devonian vertebrates of the Timan. Daba un Muzejs 6, pp. 22–33.

### The main features of global biogeography of Permian bivalves

Alexander S. Biakov<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute n.a. N.A. Shilo, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia; abiakov@mail.ru <sup>2</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia <sup>3</sup>North-Eastern State University, Magadan, Russia

# Основные черты глобальной биогеографии пермских двустворчатых моллюсков

Бяков А.С.<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН, Магадан, Россия; abiakov@mail.ru <sup>2</sup>Казанский федеральный университет, Казань, Россия

<sup>3</sup>Северо-Восточный государственный университет, Магадан, Россия

Нами рассмотрены основные черты глобальной биогеографии пермских морских двустворчатых моллюсков. Отчетливо выделяются три биохории высокого (надобластного) ранга – Бореальная, Тетическая (Палеоэкваториальная) и Гондванская (Нотальная).

В Тетической надобласти (бассейны Южной Монголии, Приморья, Корякии, Японии, Северной Америки (кроме Юкона), Средиземноморья, Северного Кавказа, Ирана, Памира, Индокитая, Южного Китая, Малазии) широко проявлен эндемизм на семейственном уровне. Характерны многие группы двустворок, отсутствующие в бассейнах умеренных широт – посидонииды, энтолииды, аннуликонхиды, изогномонииды, остреиды, алатоконхиды и др. Много паралледонтид, бакевеллид, миалинид, птеринеид, раличных групп пектинодных, птеринопектинид, шизодусов и некоторых близких к ним родов (Girthy, 1910; Chronic, 1952; Chen, 1962; Ciriacks, 1963; Nakazava, Newell, 1968; Newell, Boyd, 1970, 1995; Yancey, Boyd, 1983; и др.).)). Заметим, что, как правило, двустворки являются второстепенным элементом бентосных тетических сообществ, явно уступая, особенно в количественном отношении, брахиоподам и некоторым другим группам.

Интересно, что пермские сообщества двустворок Северной Америки (бассейн Мид Континента) во многом близки западнобореальным, отличаясь лишь бо́льшим фаунистическим разнообразием (особенно среди пектинаций) и присутствием некоторых специфических индикаторных тетических родов (*Goniophora, Cassianella, Costatoria, Gryphellina*) (Newell, 1940; Chronic, 1952; Ciriacks, 1963). В то же время и в тех и других сообществах много миалин, бакевеллий, птеринеид, пермофорусов.

Бореальные сообщества двустворок отличаются прежде всего относительно невысоким таксономическим разнообразием, ранг которого не превышает семейственного или даже подсемейственного (Newell, 1955; Logan, 1967; Муромцева, Гуськов, 1984; Бяков, 2010; и др.). В Бореальной надобласти, разделенной на Восточнобореальную (Высокоширотную) – морские бассейны северо-восточной Азии (кроме Корякии) – Верхоянье, Приохотье и Колымо-Омолоно-Чукотский регион, Таймыр, Новую Землю, Забайкалье, центральную и северную Монголию, и Западнобореальную (Низ-

коширотную) области – бассейны Англии, Прибалтики, Польши, север Русской плиты (в том числе п-ов Канин), Печорский бассейн, Урал и Приуралье, Поволжье, Шпицберген, Гренландию и Канадский Арктический архипелаг, установлено лишь одно эндемичное подсемейство Kolymiinae. Представители этого подсемейства доминируют в восточной части надобласти, позволяя обособлять Восточнобореальную область. Здесь также велика доля родов, имеющих биполярное распространение. Западнобореальная область выделяется прежде всего широким развитием птериаций, миалинид, митилид, псевдомонотисов, цирторострнечаевий, но число биполярных таксонов среди двустворок гораздо меньше, чем в Восточнобореальной.

Для Гондванской (Нотальной) надобласти специфичны семейства Euridesmidae и Permoceramidae, имеется несколько эндемичных подсемейств пектиноидных (Dickins, 1963; Waterhouse, 2008, и др.). Так же, как и в Бореальной надобласти, широко проявлен феномен биполярности.

- *Бяков А.С.* Зональная стратиграфия, событийная корреляция, палеобиогеография перми Северо-Востока Азии (по двустворчатым моллюскам). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2010. 262 с.
- *Муромцева В.А., Гуськов В.А.* Пермские морские отложения и двустворчатые моллюски Советской Арктики. – Л.: Недра, 1984. – 208 с.
- Chronic H. (1952). Molluscan fauna from the Permian Kaibab formation Walnut Canyon, Arizona. Bull. Geol. Soc. Amer. 63 (2), pp. 95–165.
- Chen C.-C. (1962). Lamellibranchiata from the Upper Permian of Ziyun, Guizhou (Kueichow). Acta Palaeontologica Sinica 10 (2), pp. 191–203.
- Ciriacks K.W. (1963). Permian and Eotriassic bivalves of the Middle Rockies. Bull. Amer. Mus. Nat. History 125 (1), 99.
- Girthy G.H. (1910). Fauna of the Phosphate beds of the Park City formation in Idaho, Wyoming and Utah. U.S. Geol. Surv 436, 82.
- Dickins J.M. (1956). Permian pelecypods from the Carnarvon Basin, Western Australia. Bull. Bur. Miner. Resourc. Geol. and Geoph. Australia 29, 42.
- Logan A. (1967). Permian bivalvia of Northen England. Palaeontographical Society 121 (518), 72.
- Newell N.D. (1940). Invertebrate Fauna of the Late Permian Whitehorse Sandstone. Bulletin of the Geological Society of America 51, pp. 261–336.
- Newell N.D. (1955). Permian pelecipods of East Greenland. Meddelelser om Gronland undgivne af kommissionen for videnskabelige undersogelser i Gronland 110 (4), 48.
- Newell N.D., Boyd D.W. (1970). Oyster-like Permian bivalvia. Bull. of the American Museum of Natural History 143 (4), pp. 219–281.
- Newell N.D., Boyd D.W. (1995). Pectinoid bivalves of the Permian–Triassic crisis. Bull. of the American Museum of Natural History 227, 95.
- Yancey T.E., Boyd D.W. (1983). Revision on the Alatoconchidae: a remarkable family of Permian bivalves. Palaeontology 26 (3), pp. 497–520.
- Waterhouse J.B. (2008). Aspects of the evolutionary record for fossils of the Bivalve Subclass Pteriomorphia Beurlen. Earthwise 8, 220.

## A complexly dislocated tectonic complex of the northern periphery of the Balygychan block (North-East Russia): a local phenomenon or general pattern during collision processes?

Alexander S. Biakov<sup>1,2,3</sup>, Igor L. Vedernikov<sup>1</sup>, Ibragim M. Khasanov<sup>1,3</sup> <sup>1</sup>North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute n.a. N.A. Shilo, Far East Branch, Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia; abiakov@mail.ru <sup>2</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia <sup>3</sup>North-Eastern State University, Magadan, Russia

## Сложнодислоцированный тектонический комплекс северной периферии Балыгычанского блока (Северо-Восток России): локальное явление или проявление общих закономерностей при процессах коллизии?

Бяков А.С.<sup>1,2,3</sup>, Ведерников И.Л.<sup>1</sup>, Хасанов И.М. <sup>1</sup>Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН, Магадан, Россия; abiakov@mail.ru <sup>2</sup>Казанский федеральный университет, Казань, Россия <sup>3</sup>Северо-Восточный государственный университет, Магадан, Россия

Балыгычанский блок – крупный тектонический элемент юго-восточной части Яно-Колымской складчатой системы мезозоид Северо-Востока России. Контуры Балыгычанского блока характеризуется угловатой изометричной формой, во многом определяемой тектоническим характером его границ. В строении блока принимают участие породы средней-верхней перми, триаса и юры, по составу и формационной принадлежности в определенной степени близкие отложениям верхоянского комплекса Северо-Азиатского кратона, но сформированные в совершенно иной геодинамической обстановке, обусловленной связью с реконструируемой нами Охотско-Тайгоносской вулканической дугой (Бяков, 2004, и др.).

В структурном отношении Балыгычанский блок традиционно относится к так называемым районам пологих дислокаций (Кузнецов, 1983; Тильман и др., 1969). Породы смяты преимущественно в пологие брахиморфные складки. Их ширина обычно составляет 5–15 км, длина – 30–50 км. Крылья складок наклонены под углами 20–60° и осложнены мелкой складчатостью. В течение 2007–2018 годов мы проводили полевые наблюдения в процессе учебного геологического картирования на геолого-съемочном полигоне в верховьях реки Паутовая, бассейн реки Колыма. В результате нами выявлено, что вблизи северной границы Балыгычанского блока, которая большей частью совпадает с зоной крупных широтных разрывных нарушений, обычно определяемой как Паутовский разлом, характер складчатых дислокаций резко отличен от описанных выше.

Здесь, на площади примерно в 15 км<sup>2</sup>, в полосе шириной 3 км, там, где позволял характер обнаженности, нами документировалось широкое развитие плоскостных цилиндрических лежачих складок с амплитудой порядка десяти метров в породах верхней перми и нижнего триаса. Складки идентичной морфологии наблюдались нами во всех обнажениях, размеры которых позволяли видеть и замок, и крылья складки одновременно, что дает основания предполагать сплошную проработку слоистых толщ в этой зоне дислокациями такого типа. Складки наблюдались как в цокольных террасах водотоков, так и в останцах на водоразделе по правому склону долины реки Паутовая: превышение над долиной реки Паутовая – около 400 м (рис. 1). Таким образом, вертикальный размах проработки слоистых толщ такими процессами – не менее 300–400 м.

Возникает вопрос, какова природа и региональный масштаб распространения описанных нами структурных форм в пределах всего Балыгычанского блока и не является ли описанный сложнодислоцированный комплекс крупным коллизионным швом, возникшим на стыке Балыгычанского блока и Иньяли-Дебинского синклинория?



Рис. 1. Лежачие складки в породах верхней перми и нижнего триаса на реке Паутовая (Северная периферия Балыгычанского блока): а) счешуированные пакеты лежачих складок на правобережье реки Паутовая, напротив устья ручья Обрывистый (водораздельная часть); b) одиночная лежачая складка в породах ларюковской свиты, там же; c) то же, в породах оводовской свиты, ты, ручей Обрывистый

Таким образом, рассмотренные нами факты широкого развития сложнодислоцированных комплексов заставляют в очередной раз задуматься в справедливости традиционной трактовки Балыгычанского блока (поднятия) как района развития пологих дислокаций и заставляют предполагать гораздо более сложную его структуру и историю формирования, типичную для развития коллизионных поясов.

- *Бяков А.С.* Пермские отложения Балыгычанского поднятия (Северо-Восток Азии). Магадан: СВКНИИ ДВО РАН, 2004. 87 с.
- *Кузнецов В.М.* Строение и история развития Балыгычанского поднятия // Тихоокеанская геология. – 1986. – № 1. – С. 62–70.
- *Тильман С.М., Белый В.Ф, Николаевский А.А., Шило Н.А.* Тектоника Северо-Востока СССР. Объяснительная записка к тектонической карте Северо-Востока масштаба 1:2500000. Магадан: СВКНИИ СО АН СССР, 1969. Вып. 33. 79 с.

## New data on fauna, δ13Corg , δ15N chemostratigraphy, and U-Pb SHRIMP dating of Upper Permian and PTB deposits of northeastern Russia

Alexander S. Biakov<sup>1,2,3</sup>, Yuri D. Zakharov<sup>4</sup>, Micha Horacek<sup>5,6</sup>, Ruslan V. Kutygin<sup>7</sup>, Igor L. Vedernikov<sup>1</sup>, Inessa V. Brynko<sup>1</sup> <sup>1</sup>North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute n.a. N.A. Shilo, Magadan, Russia; abiakov@mail.ru <sup>2</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia <sup>3</sup>Northeastern State University, Magadan, Russia <sup>4</sup>Far Eastern Geological Institute, FEB RAS, Vladivostok, Russia <sup>5</sup>Institute of Lithospheric Research, Vienna University, Vienna, Austria <sup>6</sup>BLT Wieselburg Research Center Francisco-Josephinum, Wieselburg, Austria <sup>7</sup>Institute of Geology of Diamond and Precious metal, SBRAS, Yakutsk, Russia

## Новые данные по фауне, хемостратиграфии δ<sup>13</sup>C<sub>org</sub>, δ<sup>15</sup>N и U-Pb SHRIMP датированию верхнепермских и пограничных пермо-триасовых отложений Северо-Востока России

Бяков А.С.<sup>1,2,3</sup>, Захаров Ю.Д.<sup>4</sup>, Хорачек М.<sup>5,6</sup>, Кутыгин Р.В.<sup>7</sup>, Ведерников И.Л.<sup>1</sup>, Брынько И.В.<sup>1</sup>

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

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

<sup>3</sup>Северо-Восточный государственный университет, Магадан, Россия

<sup>4</sup>Дальневосточный геологический институт ДВО РАН, Владивосток, Россия

<sup>5</sup>Институт литосферных исследований Университета Вены, Вена, Австрия

<sup>6</sup>Виссельбургский исследовательский центр Франциско-Жозефинума, Виссельбург, Австрия

<sup>7</sup>Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск, Россия

Пермский период является одним из наиболее интересных и наименее изученных этапов геологического развития Северо-Востока Азии. В последние годы мы провели комплексные стратиграфические, палеонтологические, седиментологические и геохимические исследования ключевых геологических объектов этой огромной территории: на Омолонском массиве, северо-восточном обрамлении Охотского массива, Аян-Юряхском антиклинории, Балыгычанском блоке и Южном Верхоянье. Полученные результаты позволили значительно обновить наши представления о фауне, возрасте пород, а также их седиментологических и геохимических особенностях, преимущественно в их верхнепермской и пограничной пермо-триасовой части.

Впервые полученные данные по изотопной хемостратиграфии δ<sup>13</sup>C<sub>org</sub>, вместе с результатами U-Pb CA-ID-TIMS и SHRIMP датирования цирконов (Бяков и др., 2017, а, б, в; Davydov et al., 2018), а также новыми палеонтологическими находками (главным образом двустворчатых моллюсков из отоцерасовых слоев Южного Верхоянья) позволили наметить границу вучапинского и чансинского, а также чансинского и индского ярусов

на Северо-Востоке Азии [4]. Проведена предварительная калибровка верхнепермской части бивальвиевой зональной шкалы Северо-Востока Азии (Бяков и др., 2017, а).

Впервые изучен изотопный состав азота в верхнепермских – нижней части нижнетриасовых отложений в глубоководных фациях Балыгычанского бассейна, относящегося к Бореальной надобласти [5], что позволило получить новую информацию о флуктуациях этого времени.

Эти новые данные помогают не только совершенствованию региональных и трансрегиональных корреляций, но и получению уникальной информации о драматических изменениях, произошедших вблизи пермо-триасового рубежа.

Исследования выполнены при поддержке грантов РФФИ№ 17–05–00109, 18–05–00191, 18–05–00023.

- Бяков А.С., Горячев Н.А., Ведерников И.Л., Брынько И.В., Толмачева Е.В. Новые результаты U-Pb SHRIMP-датирования цирконов из верхневучапинских (верхняя пермь) отложений Северо-Востока России // Доклады Академии наук. – 2017. – Т. 477. – № 3. – С. 331–336.
- Бяков А.С., Шпикерман В.И., Ведерников И.Л., Толмачева Е.В. Первые результаты U-Pb SIMSдатирования цирконов из вучапинских (верхняя пермь) отложений Северо-Востока России: значение для межрегиональных корреляций // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2017. – Т. 25. – № 3. – С. 19–28.
- Бяков А.С., Хорачек М., Горячев Н.А., Ведерников И.Л., Захаров Ю.Д. Первая детальная запись δ<sup>13</sup> C<sub>org</sub> в пограничных пермо-триасовых отложениях Колымо-Омолонского региона (Северо-Восток Азии) // Доклады Академии наук. – 2017. – Т. 474. – № 3. – С. 347–350.
- Бяков А.С., Кутыгин Р.В., Горячев Н.А., Бурнатный С.С., Наумов А.Н., Ядренкин А.В., Ведерников И.Л., Третьяков М.Ф., Брынько И.В. Открытие позднечансинского комплекса двустворок и два эпизода вымирания фауны в конце перми на Северо-Востоке Азии // Доклады Академии наук. – 2018. – Т. 480. – № 1. – С. 121–124.
- Захаров Ю.Д., Бяков А.С., Хорачек М., Горячев Н.А., Ведерников И.Л. (2019). Первые данные по изотопному составу азота в перми и триасе Северо-Востока России и их значение для палеотемператуных реконструкций // Доклады Академии наук. 2019. Т. 484. № 2. С. 187–190.
- Davydov V.I., Biakov A.S., Schmitz M.D., Silantiev V.V. (2018). Radioisotopic calibration of the Guadalupian Series: review and updates. Earth-Science Reviews 176, pp. 222–240.

# On the lifestyle of the Late Permian *Dvinosaurus* (Amphibia, Temnospondyli) from the East European Platform

Elena I. Boyarinova, Valeriy K. Golubev, Anton V. Ulyakhin Borissiak Paleontological Institute of RAS, Moscow, Russia; elena.bojarinova@yandex.ru

## Об образе жизни позднепермского *Dvinosaurus* (Amphibia, Temnospondyli) с территории Восточно–Европейской платформы

Бояринова Е.И., Голубев В.К., Ульяхин А.В. Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия; elena.bojarinova@yandex.ru

В позднепермской (татарской) фауне тетрапод Восточной Европы темноспондильные амфибии представлены единственным родом Dvinosaurus Amalitzky, 1921. Остатки двинозавров широко распространены в верхнесеверодвинских и вятских отложениях региона. Впервые они были обнаружены В.П. Амалицким в 1898 году на реке Малая Северная Двина (Архангельская область). На сегодняшний день известно 45 местонахождений, в которых найдены остатки этих амфибий. Двинозавры – это средних и крупных размеров животные, с длиной черепа до 27 см, и длиной тела до 2,5 м. Для них характерно присутствие гиобранхиальных окостенений жаберно-подъязычного аппарата, что указывает на наличие у этих амфибий жаберного дыхания на протяжении всего жизненного цикла. На поверхности крыши черепа хорошо развиты каналы боковой линии. Задние конечности слабые, с плохо окостеневающими суставными головками, с укороченными бедренными костями. Очевидно, они были малопригодны для передвижения по суше. Позвонки рахитомные, состоящие из нескольких чаще всего не срастающихся между собой элементов, тем самым придающие особую гибкость осевому скелету, необходимую в условиях водной среды. Зубной аппарат двинозавров имеет типичное для темноспондилов строение, характеризуясь наличием внешнего ряда мелких и частых зубов на верхней и нижней челюстях, с присутствием крупных парных клыкообразных зубов как в симфизном отделе нижней челюсти, так и на костях небного комплекса. Зубы внешнего ряда применялись для захвата, а "клыки" – для фиксации в пасти перед проглатыванием подвижной и скользкой добычи. Из перечисленных особенностей скелета двинозавров следует, что эти амфибии были постоянноводными хищниками. Вероятно, они, использовали для охоты засадную стратегию затаивание (Ивахненко, 2001). Подобное поведение можно наблюдать у неотенической личинки современной мексиканской амбистомы (Ambystoma mexicanum) – аксолотля. Во время охоты амбистома затаивается на дне в ожидании проплывающей добычи, чтобы затем одним стремительным рывком схватить свою жертву. Традиционно считается, что подобно большинству темноспондилов двинозавры были ихтиофагами. Однако синэкологические данные противоречат этим представлениям.

Анализ всех известных верхнепермских ориктоценозов тетрапод Восточной Европы выявил строгую закономерность их фаунистических составов (Голубев, 2009, а,

2009, б, 2011). Подсчет относительной частоты встречаемости представителей разных групп тетрапод показал, что составы ориктоценозов не зависят от степени сохранности и сортировки ископаемых остатков, что все ориктоценозы являются автохтонными и отражают реальный (хотя и недостаточно полный) состав сообществ тетрапод, которые населяли территории, непосредственно примыкавшие к месту образования местонахождений. Таким образом, на основе анализа фаунистических составов ориктоценозов можно реконструировать палеоэкологические связи между таксонами тетрапод, в том числе и трофические.

Двинозавры входили в состав водного блока сообщества тетрапод, который включал в себя также Chroniosuchidae, Seymouriamorpha, Pareiasauridae и Gorgonopia. Анализ соотношения остатков представителей всех групп позвоночных водного сообщества показал количественную зависимость между двинозаврами, хрониозухидами, сеймуриаморфами и рыбами. Было установлено, что: 1) если в ориктоценозе много двинозавров, то в нем обычно мало хрониозухид и мало сеймуриаморф; 2) если много хрониозухид, то много рыб. Двинозавры и хрониозухиды редко встречаются в ориктоценозах в равных соотношениях, чаще наблюдается явное преобладание одной из этих групп. Сильная связь между рыбами и хрониозухидами позволяет сделать вывод, что эти группы образовывали трофическую пару и крокодилоподобные хрониозухиды были рыбоядами. Двинозавры заметной связи с рыбами не образуют: в местонахождениях, где остатки двинозавров многочисленны, остатков рыб может быть много, может быть мало, а может и не быть вовсе.

Таким образом, анализ фаунистических составов ориктоценозов и реконструированные на его основе экологические связи между двинозаврами и другими водными позвоночными позволяют сделать вывод, что ни одна из известных в настоящее время групп позднепермских позвоночных не являлась постоянным объектом питания двинозавров. Двинозавры, в отличие от хрониозухид, не были облигатными ихтиофагами.

Кроме описанных выше, были обнаружены и другие тафономические особенности распространения остатков двинозавров и хрониозухид: 1) двинозавры превалируют над хрониозухидами в песчаных фациях, 2) хрониозухиды превалируют над двинозаврами в глинистых фациях, 3) двинозавры не известны в карбонатных фациях. Из этих наблюдений следует, что двинозавры предпочитали водоемы с активной гидродинамикой. Они были обитателями рек, не любили водоемы со стоячей водой и категорически избегали озер, в которых происходила хемогенная садка карбонатов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проекты 17-04-01937, 17-04-00410, 17-54-10013.

- Голубев В.К. Реконструкция трофических связей в позднепермском сообществе тетрапод Восточной Европы // Палеострат-2009: программа и тезисы докладов Годичного собрания секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества (Москва, 26–27 января 2009 г.). – М.: ПИН РАН, 2009. – С. 10–11.
- Голубев В.К. Пермские наземные позвоночные юго-восточных районов Русской плиты // Верхний палеозой России: стратиграфия и фациальный анализ: материалы Второй Всероссийской конференции, посвященной 175-летию со дня рождения Николая Алексеевича Головкинского (1834–1897) (Казань, 27–30 сентября 2009 г.). – Казань: Издательство Казанского университета, 2009. – С. 174–175.

- Голубев В.К. Тафономия позднепермских тетрапод Восточной Европы // Позвоночные палеозоя и мезозоя Евразии: эволюция, смена сообществ, тафономия и палеогеография: материалы Конференции, посвященной 80-летию со дня рождения Виталия Георгиевича Очева (1931–2004) (Москва, 6 декабря 2011 г.). М.: ПИН РАН, 2011. С. 11–12.
- Ивахненко М.Ф. Тетраподы Восточно-Европейского плакката позднепалеозойского территориально-природного комплекса // Труды ПИН РАН. – № 283. – Пермь: Пермский областной краеведческий музей, 2001. – 200 с.

## The two-fold end-Permian extinction on land during a Great Lakes phase correlates with a two-fold extinction in the sea

Michael E. Brookfield

School for the Environment, University of Massachusetts at Boston, Boston, MA 02125, USA; mbrookfi@hotmail.com

The end Permian extinction on land in Gondwana took place in two stages, a first vertebrate extinction (caused by reduced atmospheric oxygen to vertebrate asphyxiation levels) was followed by a plant-?insect extinction (caused by build-up of carbon dioxide to hypercapnia levels). The latter occurred during a Large lakes phase in Africa, which interrupted dominantly arid continental sedimentation, and was accompanied by the development of a world-wide fungal layer. This phase also occurs in Laurasia.

A section at Carlton Heights, South Africa, contains the Permian-Triassic palynological boundary between the Upper Permian *Klausipollenites schaubergeri* Zone and the Lower Triassic *Kraeuselisporites* – *Lunatisporites* Zone, separated by the 1-meter thick "fungal event" zone, marked by abundant fungal cell remains (*Reduviasporonites*) and woody debris. C/N ratios are extremely low (less than 3) throughout the section with little variation suggesting no change in organic matter source across the fungal event. The low values resemble those found in modern burned soils with low bacteria/fungi ratios. The fungal bed shows as ~2‰ negative shift in  $\delta^{13}C_{org}$  which reaches a low of –27.41‰, and correlates with the global shift in  $\delta^{13}C_{org}$  at PTr boundary sections worldwide.

The successive extinctions of vertebrates and plants seen in African (and Russian) sections mirror the inferred two-fold extinction in the marine realm (Song et al., 2013). During the first extinction, a slow injection of carbon into the atmosphere and ocean (by oxidation of methane from hydrates), when pH remained stable, caused reduced oxygen and the extinction of many vertebrates (including marine ones). During the second extinction pulse, however, a rapid and large injection of carbon and sulfur (from the Siberian Trap eruptions) caused an abrupt acidification event that drove the preferential loss of heavily calcified marine biota and land plants (Clarkson et al., 2015).

#### References

- Clarkson M.O, Kasemann S.A., Wood R.A., Lenton T.M., Daines S.J., Richoz S., Ohnemueller F., Meixner A., Poulton S.W., Tipper E.T., (2015). Ocean acidification and the Permo-Triassic mass extinction. Science 348, pp. 229-32. doi: 10.1126/science.aaa0193.
- Song H., Wignall P.B., Tong J., Yin H. (2013). Two pulses of extinction during the Permian–Triassic crisis. Nature Geoscience 6, pp. 52–56. http://dx.doi.org/10.1038/ngeo1649.
## Permian "kolymic" limestones of the South-Eastern part of the Omolon massif (North-East Asia)

Inessa V. Brynko<sup>1,3</sup>, Alexander S. Biakov<sup>1,2,3</sup>, Igor L. Vedernikov<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>North-Eastern State University, Magadan, Russia

### Пермские «колымиевые» известняки юго-восточной части Омолонского массива (Северо-Восток Азии)

Брынько И.В.<sup>1,3</sup>, Бяков А.С.<sup>1,2,3</sup>, Ведерников И.Л.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Северо-Восточный комплексный научно-исследовательский институт им. Н.А. Шило ДВО РАН, г. Магадан, Россия; ibrynko@mail.ru

> <sup>2</sup>Казанский Федеральный университет, г. Казань, Россия. abiakov@mail.ru <sup>3</sup>Северо-Восточный государственный университет, Россия; ibrynko@mail.ru

Проблема образования пермских «колымиевых» известняков Северо-Востока Азии известна давно. Сейчас существуют две точки зрения на их происхождение. Согласно первой, известняки состоят из дезинтегрированных обломков призматического слоя раковин иноцерамоподобных двустворок. Вторая гипотеза была предложена В.Г. Ганелиным, который предположил бактериальное происхождение этих пород (Ганелин, 2013). При этом нет неопровержимых доказательств в пользу ни одной из указанных выше гипотез.

В связи с этим представляет интерес изучение таких известняков из разновозрастных пермских отложений юго-восточной части Омолонского массива по разрезам реки Мунугуджак, ручья Водопадный и реки Русская-Омолонская. Наиболее древние изученные нами отложения имеют средне-позднеартинский возраст, а самые молодые – вучапинский (Biakov, 2012; Ganelin, 2006). Известняки могут как слагать отдельные слои мощностью от первых сантиметров до 2 м, так и формировать целые толщи мощностью более 100 м. Макро - и микроскопическое изучение позволило получить следующую информацию.

«Колымиевые» известняки – это карбонатные породы, серого цвета, массивной либо слоистой текстуры, имеющие сероводородный запах, сложенные беспорядочно ориентированными тонкими кальцитовыми призмами размером от 0,02×0,2 мм до 0,05×0,7 мм. В зависимости от расположения в разрезе кальцитовые призмы слагают от 70 до 95 % породы. Терригенная примесь представлена кварцем, полевым шпатом, плагиоклазом, реже халцедоном, форма зерен – идиоморфная, остроугольная; размер зерен – от 0,05 до 0,4 мм. Терригенная примесь слагает от 1 до 15 % породы. Содержание в породе цемента – от 5 до 15 %; состав различный: хлорит-карбонатный, карбонатный, глинисто-хлорит-карбонатный.

При изучении разреза по ручью Водопадный привлекают внимание своеобразные биогермы. Они имеют размер от 0,5 до 7 м в поперечнике. Морфология этих тел эллипсоидальная, сигарообразная, характерны линзовидные формы, форме изгибающихся линз. Длинная ось обычно ориентирована субпараллельно плоскости напластования перекрывающих их пластовых известняков. Впервые выявлено и задокументировано, что внешняя оболочка биогерма темно-серого цвета имеет концентрическое строение сходное с бактериальными матами. Отсутствие какого-либо палеорельефа и текстур утыкания слоев в казалось бы биогермные постройки может быть объяснено формированием этих водорослевых(?) или бактериальных (?) сообществ концентрического строения в толще известкового ила, что вступает в некоторое противоречие с представлением о быстрой литификации карбонатных илов.

Выше биогермной постройки в перекрывающих пластовых известняках в строении циклитов участвуют микробиальные постройки, окруженные кальцитовыми корками. В срезе фрагмент такой постройки имеет неровную бугристую подошву и более ровную поверхность кровли. Внутренняя структура пузырчатая и комковатая за счет неравномерного распределения углистого вещества. Само микробиальное (?) обособление окружено известковой коркой наподобии раковинного слоя колымиид. Состоит оно из плотно прилегающих друг к другу кальцитовых шестигранных столбиков, ориентированных перпендикулярно поверхностям корки. Корка многослойная. В ее структуре выделяются 2–3 призматических слоя, разделенных тончайшими темными поверхностями. Слои внутри корки выклиниваются и, тогда трехслойная корка переходит в двухслойную или однослойную.

В настоящее время ведется изучение этих загадочных образований с помощью современных методов исследований, таких, как изотопия С, О, Sr и сканирующая микроскопия. Все это поможет в дальнейшем определить генезис «колымиевых известня-ков» Омолонского массива.

- Ганелин В.Г. Средне-позднепалеозойский рубеж и особенности позднепалеозойского седименто- и биогенеза на Северо-Востоке Азии // Стратиграфия в начале XXI века: тенденции и новые идеи. – М.: Геокарт, 2013. – С. 183–202.
- Biakov A.S. (2012). A new Permian bivalve zonal scale of Northeastern Asia. Article 1: Zonal subdivision. Russian Journal of Pacific Geology, (5), pp. 349–368.
- Ganelin V.G., Biakov A.S. (2006). The Permian biostratigraphy of the Kolyma-Omolon region, Northeast Asia. Journal of Asian Sciences 26 (3–4), pp. 225–234.

## The new U-Pb (SHRIMP-II) date of zircons from middle Permian of the Omolon Massif (Northeastern Russia)

Inessa V. Brynko<sup>1,3</sup>, Gennadiy O. Polzunenkov<sup>1</sup>, Alexander S. Biakov<sup>1,2,3</sup> <sup>1</sup>North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute n.a. N.A. Shilo, Magadan, Russia; ibrynko@mail.ru

<sup>2</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia <sup>3</sup>Northeastern State University, Magadan, Russia

## Новые U-Pb (SHRIMP-II) данные по циркону из среднепермских отложений Омолонского массива (Северо-Восток России)

Брынько И.В.<sup>1,3</sup>, Ползуненков Г.О.<sup>1</sup>, Бяков А.С.<sup>1,2,3</sup>

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

<sup>2</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия <sup>3</sup>Северо-Восточный государственный университет, Магадан, Россия

Одной из наиболее трудноразрешимых проблем современной региональной стратиграфии Северо-Востока России является корреляция пермских отложений с ярусами Международной стратиграфической шкалы (МСШ) пермской системы. Если использовать современные прецизионные методы датирования цирконов и ряд хемостратиграфических методов ( $\delta^{13} C_{org}$ , <sup>87</sup>Sr/<sup>86</sup>Sr и др.), то такие корреляции могут быть успешно выполнены (Бяков и др., 2017, а, б).

Для определения геологического возраста пород (в данном случае – средней и верхней перми) нами был выбран стратотипический, фаунистически хорошо охарактеризованный разрез пермских отложений юго-восточной части Омолонского массива по ручью Водопадный (Кашик и др., 1990). Здесь, в нижней части нижнеомолонской подсвиты (русско-омолонский региональный горизонт), нами впервые обнаружены прослои бентонитовых глин, которые ранее определялись предшественниками как обычные алевролиты (Кашик и др., 1990). Несколько выше стратиграфического уровня с бентонитовыми глинами найдены руководящие аммоноидеи *Sverdrupites* cf. *harkezi* (Ruzhencev). Для определения U-Pb возраста пород из 5-сантиметрового прослоя бентонитовых глин был отобран образец 119-3/АБ-15, весом около одного килограмма. Несколько аналогичных прослоев были найдены и в более молодых горизонтах разреза. В некоторых из них цирконы не были обнаружены, материалы по другим образцам находятся еще на стадии обработки и поэтому здесь не рассматриваются.

U-Pb датирование выделенных цирконов проводилось на ионном микрозонде SHRIMP-II в ЦИИ ФГУП ВСЕГЕИ им А.П. Карпинского, по методике, изложенной в (Ронкин и др., 2005). Выделенные из образца 119-3/АБ-15 десять цирконов представлены идиоморфными индивидами, размером от 90 до 200 мкм, повсеместно обнаруживающими тонкую осцилляторную зональность. Цирконы не имеют следов абразии, что свидетельствует об их инситной природе. В координатах <sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U – <sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U изученные зерна формируют кластер с конкордантым возрастом 275,7±2 млн лет, при величине СКВО 0,022 и вероятности конкордантности 0,88.

По фаунистическим данным (Davydov et al., 2018) нижняя часть русскоомолонского регионального горизонта относится к нижней части роудского яруса МСШ, возраст нижней границы которого в настоящее время оценивается в 272,95±0,11 млн лет (Ganelin, Biakov, 2006).

Конкордантная дата 275,7±2 млн лет соответствует, согласно принятому последнему варианту МСШ (Permian, 2019), верхам кунгурского яруса. Однако следует заметить, что недавно нами были получены новые результаты U-Pb CA-TIMS датирования [5], которые позволяют предполагать гораздо более древний возраст нижней границы роудского яруса, чем это принято в настоящее время – около 277 млн лет. С учетом этого обстоятельства и погрешности метода (± 2 млн лет) полученные нами результаты могут достаточно хорошо согласовываться с этими новыми материалами.

Исследования выполнены при поддержке РФФИ, проект № 17-05-00109.

#### Список литературы

- Бяков А.С., Хорачек М., Горячев Н.А., Ведерников И.Л., Захаров Ю.Д. (2017). Первая детальная запись δ<sup>13</sup> С<sub>огд</sub> в пограничных пермо-триасовых отложениях Колымо-Омолонского региона (Северо-Восток Азии) // Доклады Академии наук. – 2017. – Т. 474. – № 3. – С. 347– 350.
- Бяков А.С., Шпикерман В.И., Ведерников И.Л., Толмачева Е.В. (2017). Первые результаты U-Pb SIMS датирования цирконов из вучапинских (верхняя пермь) отложений Северо-Востока России: значение для межрегиональных корреляций // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2017. Т. 25. № 3. С. 19–28.
- *Кашик Д.С., Ганелин В.Г., Караваева Н.И.* Опорный разрез перми Омолонского массива. Л.: Наука, 1990, 200 с.
- Ронкин Ю.Л., Матуков Д.И., Пресняков С.Л., Лепехина Е.Н., Лепехина О.П., Попова О.Ю. «In situ» U-Pb SHRIMP датирование цирконов нефелиновых сиенитов Бердяушского массива (Южный Урал) // Литосфера. 2005. № 1. С. 135–142.
- Davydov, V.I., Biakov, A.S., Schmitz, M.D., Silantiev, V.V. (2018). Radioisotopic calibration of the Guadalupian Series: review and updates. Earth-Science Reviews 176, pp. 222-240.
- Ganelin, V.G., Biakov, A.S. (2006) The Permian biostratigraphy of the Kolyma-Omolon region, North-East Asia. Journal of Asian Earth Sciences. Vol. 26. No 3–4. P. 225–234.

Permian Timescale. Permofiles. 2019. Iss. 67. P. 64.

## Geochemical indicators of facies environments of the Middle Permian "kolymic" limestones of the Omolon massif (Northeast Asia)

Inessa V. Brynko, Igor L. Vedernikov

North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute. n.a. N.A. Shilo FEB RAS, Magadan, Russia; ibrynko@mail.ru

## Геохимические индикаторы фациальных обстановок среднепермских «колымиевых» известняков 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; ibrynko@mail.ru

Изучение химического состава редкоземельных элементов позволяет получить важную информацию относительно фациальных обстановок седиментационных бассейнов в геологическом прошлом.

В настоящей работе нами сделана попытка интерпретации данных по редкоземельным элементам из двух разрезов (ручей Водопадный и река Русская-Омолонская) для среднепермских роад-вордских «колымиевых» известняков юго-восточной части Омолонского массива, возраст отложений принят согласно (Biakov, 2012). Данные получены методом ICP-MS во Всероссийском научно-исследовательском геологическом институте им. А.П. Карпинского (Санкт-Петербург) и Институте тектоники и геофизики Дальневосточного отделения Российской Академии Наук (Хабаровск).

В качестве показателей окислительно-восстановительных обстановок для карбонатных пород мы использовали достаточно известные геохимические индексы. Отношение V/Cr, как и V/(V+Ni) было рассчитано только для известняков реки Русской-Омолонской. Параметр V/Cr (Эрнст, 1976) колеблется в пределах от 0,7 до 3,3, а V/(V+Ni) (Wignall, 1988) от 0,47 до 0,83, что отвечает оксидным и дизоксидным обстановкам (Эрнст, 1976; Wignall, 1988). Отношение Uayt. (Wignall, 1988) лежит в пределах от 0,08 до 0,79 г/т для пород реки Русская-Омолонская, и от -0,09 до 1,08 для ручья Водопадный, что свидетельствует о кислородной обстановке осадконакопления. Также о наличии кислородной обстановки в среднепермское время нам говорит и глубокая отрицательная аномалия Ce (Hatch, 1992) в известняках реки Русская-Омолонская находится в пределах от 0,42 до 0,89, а на ручье Водопадный – от 0,43 до 0,91.

Для определения источника сноса материала мы сравнивали наши геохимические данные с их кларками в карбонатных породах. Практическое отсутствие либо содержание ниже кларковых (Скляров, 2001) таких элементов, как Cu, Zn, Ni, Cr, говорит об отсутствии среди источников ультраосновных и основных пород, а низкие содержания Be и Sn – об отсутствии источников кислых пород. Скорее всего, терригенная примесь была среднего состава. Приведенные исследования позволяют утверждать, что «колымиевые» известняки формировались в мелководных условиях в кислородной среде. Источником терригенной примеси, который поступал в Омолонский бассейн в среднепермское время была, скорее всего, Охотско-Тайгоносская вулканическая дуга, поскольку Омолонский бассейн располагался достаточно далеко от других массивов суши (Biakov, 2010).

- Скляров Е.В., Глабкочуб Д.П., Донская Т.В. Интерпретация геологических данных: учебное пособие / под ред. Б.В. Склярова. – М.: Интермет Инжиниринг, 2001. – 288 с.
- Эрнст В. Геохимический анализ фаций. Л.: Недра, 1976. 127 с.
- Biakov A.S. (2012). A new Permian bivalve zonal scale of Northeastern Asia. Article 1: Zonal subdivision. Russian Journal of Pacific Geology, (5), pp. 349–368.
- Biakov A.S, Shi G.R. (2010). Palaeobiogeography and palaeogeographical implications of Permian marine bivalve faunas in Northeast Asia (Kolyma-Omolon and Verkhoyansk-Okhotsk regions, northeastern Russia). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 298 (1–20), pp. 42–53.
- Lawrence M.G., Creig A., Collerson K.D., Kamber B.S. (2006). Elements and yttrium variability in south east Queensland waterways. Aquatic Geochemistry, pp. 39–71.
- Hatch J.R., Leventhal J.S.(1992). Relationship between inferred redox potential of the depositional environment and geochemistry of the Upper Pennsylvanian (Missourian) Stark Shale Member of the Dermis Limestone, Wabaunsee County, Kansas, U.S.A. Chem. Geol. (99), pp. 65–82.
- Wignall P.B., Myers K.J. (1988). Interpreting benthic oxygen levels in mudrocks: a new approach. The geological society of America, pp. 452–455.

# On small discoid impressions from the Novyi Kuvak Flora Locality (Western Subangara region, Kazanian)

Nikolay S. Bukhman

Samara State Technical University, Samara, Russia; nik3142@yandex.ru

### О миниатюрных дисковидных отпечатках из местонхождения Новый Кувак (Западная Субангарида, казанский век)

### Бухман Н.С.

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия; nik3142@yandex.ru

Новый Кувак (Bukhman L.M, 2015; Bukhman L.M., Bukhman N.S., Bukhman S.N., 2017; Бухман Л.М., 2011; Бухман Л.М., Бухман Н.С., Гоманьков А.В., 2014, 2015) – одно из местонахождений пермской флоры Субангарской области (Naugolnykh, 2001; Meyen, 2002; Тефанова, 1971; Владимирович, 1984; Есаулова, 1986).

Это местонахождение является местом массового захоронения листвы кордаитантовых (отпечатков листьев кордаитов *Rufloria* sp.). Наиболее многочисленными после отпечатков листвы кордаитов в Ново-Кувакском карьере являются отпечатки вегетативных органов членистостебельных, гинкгофиллумов и пельтаспермовых семейства *Peltaspermaceae*. Изредка встречаются отпечатки пельтоидов типичного размера.

Тем не менее массовыми являются миниатюрные дискообразные отпечатки (диаметром от долей миллиметра до нескольких миллиметров), напоминающие отпечатки репродуктивных органов (пельтоидов) пельтаспермовых. На рисунке 1 приведены типичные фотографии таких дискообразных отпечатков.

Иногда эти дисковидные отпечатки встречаются изолировано, иногда – полностью покрывают фрагменты поверхности штуфа неправильными многоугольниками, что свидетельствует о дефиците пространства при их формировании. На изолированных отпечатках адаксиальной поверхности пельтоидов (?) можно разобрать 6–8 точечных семенных рубцов (?), след ножки и любопытную структуру, состоящую из двух концентрических окружностей, пространство между которыми разделено радиальными валиками на трапециевидные площадки, в центре которых и расположены семенные рубцы (рис. 1, а, b, c, e). Количество фестонов как будто соответствует количеству семенных рубцов; они могут быть как расправлены (рис. 1, а), так и загнуты к ножке пельтоида, прикрывая семена (рис. 1, d, f, h). Верхняя поверхность шляпки – слабовыпуклая, с небольшой «кнопкой» в центре (рис. 1, g). Иногда в прикреплении или в ассоциации с пельтоидами (рис. 1, b) встречаются мелкие каплевидные объекты, размером около 1 мм, по форме напоминающие семена.

Автор предполагает, что эти отпечатки принадлежат пока не описанному виду крайне мелких фруктификаций пельтаспермовых, возможно, относящихся к роду *Peltaspermopsis* Gomankov.



Рис. 1. Мелкие дисковидные отпечатки. Масштабная линейка – 0,5 мм. Размер кадров – 2 мм на 2 мм.

- Bukhman L. (2015). New female peltaspermous fructifications from the Permian of the Samara region (Novy Kuvak locality). In XVIII International Congress on the Carboniferous and Permian. Abstracts Volume, p. 39.
- Bukhman L.M., Bukhman N.S, Bukhman S.N. (2017) On Bilaterally Symmetrical Peltoids from the Novyi Kuvak Flora Locality (Kazanian). Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting: Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources. Kazan, Russian Federation, 19-23 September 2017, pp. 62-69.
- Naugolnykh S.V. (2001). A new peltaspermaceous pteridosperm from the Upper Permian of the Russian Platform. Palaeobotanist (50). pp. 189-205.
- Meyen S.V. (2002) On the Subangara palaeofloristic area of the Permian. Sbornik pamyati chlenakorrespondenta AN SSSR, professora Vsevoloda Andreevicha Vakhrameeva (k 90-letiyu so dnya rozhdeniya). GEOS, Moscow, pp. 232-246.
- Бухман Л.М. Таксономический состав ископаемой флоры из местонахождения Новый Кувак (казанский ярус, верхняя пермь, Самарская область) // Эволюция органического мира в палеозое и мезозое: сборник научных работ. – СПб.: Геологический институт РАН. Кунгурский историко-архитектурный и художественный музей-заповедник, 2011. – С. 15–22.
- Бухман Л.М., Бухман Н.С., Гоманьков А.В. О листьях пельтаспермовых из Ново-Кувакского местонахождения пермской флоры (казанский ярус, Самарская область) // Ботанический журнал. 2014. Т. 99. № 12. С. 1344–1353.
- Бухман Л.М., Бухман Н.С., Гоманьков А.В. Новый вид рода *Peltaspermopsis* Gomankov из верхней перми Субангариды // Палеоботаника. – 2015. – № 6. – С. 5–13.
- Владимирович В.П. Типовая казанская флора Прикамья (Деп. ВИНИТИ 4581-74). Л., 1984. 92 с.
- *Есаулова Н.К.* Флора казанского яруса Прикамья. Казань: Издательство Казанского университета, 1986. – 176 с.
- *Тефанова Т.А.* Казанская флора района Тарловки на Каме // Геология Поволжья и Прикамья. Казань: Издательство Казанского университета, 1971. С. 74–122.

# On the impressions of Vegetative Organs of Preginkgophytes from the Novyi Kuvak Flora Locality (Western Subangara Region, Kazanian)

Liubov M. Bukhman, Nikolay S. Bukhman Samara State Technical University, Samara, Russia; bukhman-liubov@rambler.ru

### Об отпечатках вегетативных органов прегинкгофитов из местонахождения Новый Кувак (Западная Субангарида, казанский век)

Бухман Л.М., Бухман Н.С.

Самарский государственный технический университет, Самара, Россия; bukhman-liubov@rambler.ru

Новый Кувак – одно из местонахождений казанской флоры Субангарской области (Naugolnykh, 2001; Meyen, 2002; Есаулова, 1986; Мейен, 1987; Тефанова, 1971). Это местонахождение является местом массового захоронения листьев кордаитантовых (*Rufloria* sp.). Кроме того, многочисленными являются отпечатки вегетативных органов членистостебельных, гинкгофиллумов и пельтаспермовых семейства *Peltaspermaceae* (Bukhman et al., 2017; Бухман Л.М., 2011; Бухман Л.М., Бухман Н.С., Гоманьков, 2014, 2015; Моров и др., 2016, 2017).

К сожалению, несмотря на большое количество отпечатков листьев гинкгофиллумов, обнаружить эти листья в прирастании к стеблю не удалось. Единственное исключение изображено на рис. 1. На этом рисунке представлен отпечаток листа гинкгофиллума в ассоциации с несущим стержнем. Морфология листа соответствует классу голосеменных, точнее – форм-роду *Ginkgophyllum* Saporta, 1875, установленному для дихотомирующих листьев без эпидермальной характеристики (Мейен, 1987). Он состоит из полностью сохранившегося длинного дихотомирующего черешка с ромбовидным основанием и треугольной листовой пластины, состоящей из двух (в соответствии с дихотомией черешка) узкотреугольных по меньшей мере однократно дихотомирующих лопастей.



Рис. 1. Стебель в ассоциации с листом гинкгофиллума. Масштабная линейка – 1 см

Несущий стержень формально соответствует диагнозу рода *Paracalamites* Zalessky (Мейен, 1987) и формально же его можно было бы считать представителем пока не описанного вида этого рода, тем более что в литературе (Гоманьков, Мейен, 1986) упоминалось об обнаружении в субангарских отложениях татарского яруса «побегов с вздутыми узлами и тонкой нерегулярной ребристостью», которые относились к роду *Paracalamites*.

Тем не менее мы воздерживаемся от отнесения этого отпечатка к паракаламитам, поскольку предполагаем, что между листом и стеблем имеется органическая связь. Действительно, род *Paracalamites* является сателлитным родом класса Equisetopsida и ассоциируется только с членистостебельными (как и род *Archaeocalamites*, к которому также в принципе может быть отнесен данный стержень). Род же *Ginkgophyllum* относится к сателлитным родам класса голосеменных (Gimnospermae). Разумеется, органическое соединение в одном растении представителей двух разных классов совершенно невозможно.

- Bukhman L.M., Bukhman N.S, Bukhman S.N. (2017). On Bilaterally Symmetrical Peltoids from the Novyi Kuvak Flora Locality (Kazanian). Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting: Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources. Kazan, Russian Federation, 19-23 September 2017, pp. 62-69.
- Naugolnykh S.V. (2001). A new peltaspermaceous pteridosperm from the Upper Permian of the Russian Platform. Palaeobotanist (50). pp. 189-205.
- Meyen S.V. (2002). On the Subangara palaeofloristic area of the Permian. Sbornik pamyati chlenakorrespondenta AN SSSR, professora Vsevoloda Andreevicha Vakhrameeva (k 90-letiyu so dnya rozhdeniya). GEOS, Moscow, pp. 232-246.
- Бухман Л.М. Таксономический состав ископаемой флоры из местонахождения Новый Кувак (казанский ярус, верхняя пермь, Самарская область) // Эволюция органического мира в палеозое и мезозое: сборник научных работ. – СПб., 2011. – С. 15-22.
- Бухман Л.М., Бухман, Н.С., Гоманьков, А.В. О листьях пельтаспермовых из Ново-Кувакского местонахождения пермской флоры (казанский ярус, Самарская область) // Ботанический журнал. 2014. Т. 99. № 12. С. 1344–1353.
- Бухман Л.М., Бухман, Н.С., Гоманьков, А.В. Новый вид рода *Peltaspermopsis* Gomankov из верхней перми Субангариды // Палеоботаника. – 2015. – № 6. – С. 5–13.
- *Гоманьков А.В., Мейен, С.В.* Татариновая флора (состав и распространение в поздней перми Евразии). М.: Наука, 1986. 174 с.
- *Есаулова Н.К.* Флора казанского яруса Прикамья. Казань: Издательство Казанского университета, 1986. – 176 с.
- Мейен С.В. Основы палеоботаники. М.: Недра, 1987. 404 с.
- Моров В.П., Наугольных С.В., Варенов Д.В. (2016). Ископаемые растения казанского яруса Среднего Поволжья // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2016. – Т. 10. – № 1. – С. 34–67.
- Моров В.П., Варенов Д.В., Варенова Т.В. Ископаемые членистостебельные Самарской области // Эколого-географические проблемы регионов России: материалы VIII Всероссийской научно-практической конференции. – Самара: Самарский государственный социальнопедагогический университет, 2017. – С. 51–56.
- *Тефанова Т.А.* Казанская флора района Тарловки на Каме // Геология Поволжья и Прикамья. Казань: Издательство Казанского университета, 1971. С. 74–122.

# On the discovery of coccoliths in the Famennian and Kungurian salts of the East European Platform

Ilya I. Chaikovskiy, Tatyana V. Fadeeva, Elena P. Chirkova Mining Institute, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Perm, Russia; ilya@mi-perm.ru

### О находках кокколитов в фаменских и кунгурских солях Восточно-Европейской платформы

Чайковский И.И., Фадеева Т.В., Чиркова Е.П. Горный институт УрО РАН, Пермь, Россия; ilya@mi-perm.ru

Считается, что эволюция известковых нанофоссилий началась в мезозое, так как первые надежные находки ископаемых кокколитов зафиксированы в верхнетриасовых отложениях (Bown, 1987). В более древних палеозойских отложениях обнаружены плохо сохранившиеся объекты, ясная интерпретация которых отсутствует (Gartner, Gentile, 1972; Munneske et al., 2008). Для нормального развития кокколитофорид требуется соленость 5–45 г/дм<sup>3</sup> и слабощелочная среда (pH = 8–8,5). Несмотря на открытие большого числа галофильных микроорганизмов, находки известковых водорослей в соляных толщах не известны. Таким образом, нахождение известковых водорослей в суперсоленых условиях, которые и для морских отложений древнее триаса не типичны, представляется весьма проблематичным. Однако в процессе исследования нерастворимого остатка солей Верхнекамского (Соликамский прогиб) и Старобинского (Припятский прогиб) месторождений на сканирующем электронном микроскопе VEGA 3 LMH были зафиксированы многочисленные находки кокколитов и кокколитофорид весьма хорошей сохранности, что позволило провести их видовую диагностику.

На Верхнекамском месторождении кунгурского возраста в подстилающей каменной соли, на границе сильвинитовой и карналлитовой зон, а также покровной каменной соли идентифицированы кокколиты 4 видов (рис. 1): *Prediscosphaera ponticula* (Bukry, 1969), *Loxolithus armilla* (Black in Black et Barnes, 1959), *Watznaueria barnesiae* (Black in Black et Barnes, 1959), *Kamptnerius magnificus* (Deflandre, 1959).

На Старобинском месторождении фаменского возраста в мергеле и каменной соли, подстилающей третий калийный горизонт, и самих сильвинитах третьего калийного горизонта диагностированы 5 видов кокколитофорид. Кроме Watznaueria barnesiae, Kamptnerius magnificus, Prediscosphaera ponticula, обнаружены еще два вида: Helicolithus trabeculatus (Górka, 1957) и Gartnerago obliquum (Stradner, 1963).

Для обоих месторождений характерна весьма высокая минерализация маточных рассолов (310–496 г/дм<sup>3</sup>) и кислый состав (pH = 4,5–7), крайне неблагоприятный для жизнедеятельности кокколитофорид. Наиболее реальным представляется привнос в бассейн галогенной седиментации известкового планктона нормальными морскими водами. Находки кокколитов практически по всему разрезу исследованных толщ дают основание считать, что интервенция морских вод была не эпизодической, а постоянной, что согласуется с представлениями П. Сонненфелда (Sonnenfeld, 1984) о том, что крупные и уникальные по масштабам калийные залежи, коими являются исследованные месторождения, могли сформироваться только в условиях непрерывного поступления новых порций морской воды. Вероятно, кокколитофориды могли существовать в верхнем слобоминерализованном слое (галоклине), а после тафогенеза погружались в придонный рассол, где за счет быстрого (до 7 см в год) осаждения солей подверглись консервации от влияния процессов перекристаллизации, которые активно проявлены в одновозрастных (палеозойских) карбонатных породах. Таким образом, соляные залежи благоприятны для сохранения скелета известкового наннопланктона и их дальнейшие исследования могут существенно удревнить принятые в настоящее время нижние границы существования кокколитофорид.



Рис. 1. Кокколиты из солей Верхнекамского (а–ж) и Старобинского (з–и) месторождений: а) общий вид галопелитового агрегата, состоящего из новообразованных кристаллов полевого шпата, кварца, ангидрита и карбонатов с кокколитами; в–г) Watznaueria barnesiae; д) Prediscosphaera ponticula; e) Loxolithus armilla; ж) Kamptnerius magnificus; з) Gartnerago obliquum; и – Helicolithus trabeculatu

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18-05-00046.

#### Список литературы

- Bown P.R. (1987). New calcareous nannofossil taxa, Argo Abyssal Plain. Proceedings of the Oceans Drilling Program, Scientific Results. Texas 21, pp. 885–891.
- Gartner S., Gentile R. (1972). Problematic Pennsylvanian coccoliths from Missuri. Micropaleontology 18, pp. 401–404.
- Munnecke A., Servais T. (2008). Palaeozoic calcareous plankton: evidence from Silurian of Gotland. Lethaia 41, pp. 185–194.

Sonnenfeld P. (1984). Brines and evaporates. Academic Press Inc, 613 p.

### Meronomical scales as the synchronization tool of Geological Events

### Valery V. Chernykh

Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; chernykh@igg.uran.ru

## МЕРОНОМИЧЕСКИЕ ШКАЛЫ КАК ИНСТРУМЕНТ СИНХРОНИЗАЦИИ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ

#### Черных В.В.

Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия; chernykh@igg.uran.ru

Биостратиграфические шкалы, построенные по результатам изучения эволюционного изменения определенной части скелета, гомологичной для членов длительно существующей группы ископаемых, предлагается называть мерономическими (Черных, 2016). Название происходит от понятия «мерон», введенного С.В. Мейеном (1977) в типологию и обозначающего «класс частей». Для конодонтов – это Ра элемент. Классическим примером мерономических шкал являются конодонтовые зональные шкалы, в основу построения которых кладется последовательность эволюционного преобразования Ра элемента.

При использовании конодонтов для построения зональных шкал фиксируется хронологическая последовательность изменения Ра элемента. На этой основе восстанавливается картина исторического морфогенеза Ра элемента, дискретные стадии которого получают видовые названия по правилам биологической биномиальной номенклатуры. Не исключено, что в отдельных случаях особенности строения единственного элемента скелета животного, могут оказаться диагностическим признаком для определенного биологического вида. Но предполагать, что разновидности Ра элемента у конодонтов могут быть использованы в этом качестве на постоянной основе, маловероятно. Таким образом, мерономические шкалы, построенные на основе последовательности стадий исторического изменения Ра элементов, отличаются от таксономических шкал, традиционно используемых в биостратиграфии. Кроме конодонтовых, к мерономическим шкалам можно отнести шкалы, построенные по результатам изучения и некоторых других групп ископаемых, например, граптолитов. Аналогичный прием анализа эволюционного изменения гомологичного элемента для установления хронологических реперов усматривается при использовании в биостратиграфии строения межкамерных перегородок («типы лопастных линий») у аммоноидей – элемента скелета, несомненно, гомологичного для этой группы ископаемых.

При построении и применении биостратиграфических шкал выявляется их особенность, хорошо известная стратиграфам, – при детализации шкалы происходит снижение ее корреляционного потенциала. Подоплекой этой особенности является установленная и объясненная биологами обратная зависимость между скоростью эволюции и географическим распространением группы организмов: широко расселяющиеся виды остаются в течение длительного времени неизменными. Ортостратиграфические группы, в том числе и конодонты, как будто бы опровергают этот вывод: они и распространены широко, и эволюционируют интенсивнее, чем парастратиграфические группы.

Для объяснения этого парадокса достаточно учесть и выявить тот факт, что «виды» ортостратиграфических групп являются формами определенного элемента скелета. Идентичные формы (идентичные признаки гомологичного элемента скелета) могут присутство-

вать у различных (хотя, по-видимому, родственных) видов и изменяться со скоростью, сравнимой со скоростью изменения видов в локально размещенных популяциях.

Наибольший интерес вызывает характер изменения гомологичных признаков конодонтов. В развитии конодонтофорид наблюдается чередование периодов постепенного, направленного изменения Ра элемента, характеризующегося многочисленными переходными формами, с периодами быстрого (взрывного) появления группы морфотипов с общей особенностью строения, но без переходных форм. Эта группа конодонтов отличается тем, что входящие в нее морфотипы имеют узкий интервал существования, широкое территориальное распространение и являются основными хронологическими маркерами, часто используемыми в качестве индикаторов границ подразделений Международной стратиграфической шкалы.

Для объяснения коротко существующих и широко распространенных морфотипов привлекается явление эволюционных осцилляций (Красилов, 1977; Черных, 2011), состоящее в том, что в определенные периоды времени в пространственно разобщенных популяциях родственных видов генофонды меняются одновременно и сходным образом (Голубовский и др., 1974). Процесс синхронного повышения частоты определенного признака охватывает изолированные и полуизолированные популяции родственных видов на пространстве протяженностью в сотни и тысячи километров и практически одновременно. Подобную картину мы наблюдаем и в морфологических преобразованиях конодонтов. Так, в основании гжельского яруса одновременно появляется группа коротко существующих морфотипов с асимметрично размещенной на платформе срединной бороздой: Streptognathodus simulator Ellison, S. sinistrum Chernykh, S. auritus Chernykh, S. luganicus Kozitskaya, S. gravis Chernykh. То же можно сказать и о группе нодулярных раннеассельских конодонтов, таких как Streptognathodus isolatus Chernykh, Ritter et Wardlaw, S. glenisteri Chernykh et Ritter, S. semiglomus Chernykh, S. bipartitus Chernykh, S. russoflangulatus Chernykh и S. invaginatus Reshetkova et Chernykh. Быстрым появлением и краткостью существования отличается группа Idiognathodus tersus (Idiognathodus tersus Ellison, I. insolitus Chernykh, I. celator Chernykh, I. comprimerus Chernykh, *I. suspectus* Chernykh). Такие примеры можно многократно умножать (Черных, 2016). Широкое географическое распространение членов этих групп позволяет выполнять практически глобальную корреляцию вмещающих отложений (Черных, 2012).

Если причина широкого распространения отдельных короткоживущих морфотипов конодонтов понята нами правильно и действительно связана с явлением эволюционных осцилляций, то присутствие таких морфотипов дает возможность синхронизации (в физическом смысле) вмещающих отложений отдаленных разрезов.

#### Список литературы

- Голубовский М.Д., Иванов Ю.Н., Захаров И.К., Берг Р.Л. Исследование синхронных параллельных изменений генофондов в природных популяциях плодовых мух Drosophila melanogaster // Генетика. – 1974. – Т. 10. – № 4. – С. 72–82.
- Красилов В.А. Эволюция и биостратиграфия. М.: Наука, 1977. 256 с.
- *Мейен С.В.* Таксономия и мерономия // Вопросы методологии в геологических науках. Киев: Наукова думка, 1977. С. 25–33.
- Черных В.В. Корреляция гжельских и нижнепермских отложений Урала // Литосфера. 2011. № 2. С. 30–52.

Черных В.В. Основы зональной биохронологии. – Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2016. – 268 с.

## Dalniy Tyulkas section (Southern Urals, Russia): a potential candidate for the GSSP to define the base of the Artinskian Stage in the global chronostratigraphic scale, new data

Valery V. Chernykh<sup>1</sup>, Galina V. Kotlyar<sup>2,4</sup>, Ruslan V. Kutygin<sup>3</sup>, Guzal M. Sungatullina<sup>4</sup>, Gunar A. Mizens<sup>1</sup>, Rafael Kh. Sungatullin<sup>4</sup>, Maxim S. Boiko<sup>5</sup>, Nuriia G. Nurgalieva<sup>4</sup>, Yury P. Balabanov<sup>4</sup>, Maya V. Oshurkova<sup>2</sup>, Daria V. Zbukova<sup>2</sup>, Bulat I. Gareev<sup>4</sup>, Georgy I. Batalin<sup>4</sup>
<sup>1</sup>Institute of Geology and Geochemistry of the Ural Branch of RAS, Ekaterinburg, Russia
<sup>2</sup>Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Russia
<sup>3</sup>Diamond and Precious Metal Geology Institute, Siberian Branch of RAS, Yakutsk, Russia
<sup>4</sup>Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russia; Guzel.Sungatullina@kpfu.ru
<sup>5</sup>Borissiak Paleontological Institute of RAS, Moscow, Russia

The Dal'ny Tyulkas is located on the right bank of the Usolka River at the northeastern margin of the city of Krasnousolsk, in the Republic of Bashkortostan, Russia. The section is represented by thick marine mixed carbonate-siliciclastic deposits of Lower Permian Age (Artinskian and Sakmarian stages). The Dal'ny Tyulkas section is proposed as GSSP for the lower boundary of the Artinskian Stage for International Geochronological Scale. A complex research of the Dal'ny Tyulkas section (paleontological, lithological, geochemical, and paleomagnetic) was carried out for the first time. The lower boundary of the Artinskian stage is determined by the level of appearance of conodonts Sweetognathus *whitei* in the phylogenetic line S. merrilli  $\rightarrow$  S. binodosus  $\rightarrow$  S. anceps  $\rightarrow$  S. whitei  $\rightarrow$  S. clarki. Fusulinides, ammonoids, condonts, fish, radiolarians, spores and pollen are also found in the deposits of the Artinian stage. Geochemical studies have shown that, according to the chemical weathering index, the climate was predominantly arid, and the tectonic environment corresponded to the active and passive continental margins. Additional isotopic studies of δ13C and δ18O in the Sakmarian- Artinian interval of the Dal'ny Tyulkas section were carried out. The presence of a negative anomaly  $\delta 13C$  (Zeng et al., 2012) and a separate positive shift at the Sakmar and Artinian stage boundary was confirmed. The rocks have a small value of the natural remanent magnetization from 0.40-5.10 mA / m. The magnetic susceptibility varies from -0.6 to 18.9 × 10-5 units SI. Four layers of ash tuffs were found in the Dal'ny Tyulkas section, the age of which was studied by zircons (Schmitz and Davydov, 2012) was 290.8 million years (Upper Sakmarian) and 288.21-288.36 million years (Lower Artinian). The diversity of fossil remains, the presence of numerous tuff interlayers, the accessibility of the section for further study and the possibility of a global correlation of the established boundary - all this allows us to propose the Tyulkas Section as a stratotype of the lower boundary of the Artinian stage.

The work was partly supported by the Russian Foundation for Basic Research (grant No. 16-05-00306a) and by a subsidy from the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University.

#### Refences

- Schmitz M. D., Davydov V. I. (2012). Quantitative radiometric and biostratigraphic calibration of the Pennsylvanian–Early Permian (Cisuralian) time scale and pan-Euramerican chronostratigraphic correlation. GSA Bulletin, 124 (3-4), pp. 549–577.
- Wang Zhi-hao (1994). Early Permian conodonts from the Nashui section, Luodian of Guizhou. Palaeoworld, 4, pp. 203–224.

## Were the Siberian Traps a trigger for the global Permo-Triassic extinction?

Vladimir I. Davydov<sup>1,2</sup>, Evgeny V. Karasev<sup>1,3</sup>, Mark D. Schmitz<sup>2</sup>, Nuriia G. Nurgalieva<sup>1</sup>, Vladimir V. Silantiev<sup>1</sup>, Dilyara D. Kuzina<sup>1</sup>, Alexander S. Biakov<sup>1,4</sup>, Bulat I. Gareev<sup>1</sup>, Dmitry V. Vasilenko<sup>1,3</sup>, Svetlana O. Zorina<sup>1</sup>, Veronika V. Zharinova<sup>1</sup>, Inessa V. Brynko<sup>4</sup>, Marina A. Lavrukhina<sup>1</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia <sup>2</sup>Boise State University, Boise, Idaho, USA; vdavydov@boisestate.edu <sup>3</sup>Paleontological Institute RAS, Moscow, Russia <sup>4</sup>North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute RAS, Magadan, Russia

The largest Permian-Triassic extinction of the Earth's marine and continental biota in the Earth's geological history is one of the most known and discussed problem in the geological and in the entire scientific community. This is due to modern global warming, analogues of which many researchers see in climatic changes at the Permian-Triassic transition. Despite the enormous information accumulated on this subject, many issues critical to the understanding of the problem remain unresolved. To date, uncounted number of hypotheses and models describing the causes of extinction have been suggested, but none of them are universally recognized. In recent years, most experts are inclined to believe that Siberian volcanism and the products of its eruption, as well as the impact of the traps on the erupted rocks (hydrocarbons and evaporites) are the main reasons for the sharp increase in carbon dioxide, sulfides and other sublimates in the Earth's atmosphere and in oceans. The trap eruption must have preceded to be a trigger of the global extinction and the degree of their impact on the biota of Siberia should be significantly higher than outside the area of trap volcanism. Therefore, the problem of the onset of Siberian trap eruption and the precise calibration of all phases of the development of trap volcanism is the most critical issue. We are studying this problem since 2017 with the grant from Ministry of Science and Higher Education of Russian Federation (contract No. 14.Y26.31.0029 in the framework of the Resolution No.220 of the Government of the Russian Federation. The work was carried out in several directions. First, to obtaining the precise radioisotopic dates from the Permian-Triassic transition in the continental deposits of Siberia. Second, collect and evaluate the taxonomic data of the biota at the transition. Third, integrate of all the data into a single array and develop a model geologic and biotic evolution of the region during Permian-Triassic transition. A multidisciplinary approach was applied, integrating stratigraphic, radioisotope, paleontological, biostratigraphic, sedimentological, geochemical and paleomagnetic methods. We obtained a precise radioisotopic ages (CA-IDTIMS) from several horizons within the transition and established the precise position of the Permian-Triassic boundary. A geochemical study of sections was aimed at constructing chemostratigraphy (organic carbon and gross rock geochemistry) and substantiating the position of the boundary. The paleomagnetic studies of Permian-Triassic deposits in Kuzbass were focused on the magnetic polarity's inversions and other magnetic properties of the rocks. All available data on the distribution of flora and various groups of fauna in marine and continental sediments are summarized and analyzed. A database that integrates all obtained data from the marine and continental sediments of Siberia, the East European Platform and Northern China has been developed. Statistical methods and the CONOP (constrained optimization) software has been utilized for the analyzes of the data.

Our preliminary data indicate that the trap volcanism in Southern Siberia began at about the time accepted in South China as the time of the Permian-Triassic boundary and not preceded the extinction. The onset of the volcanism in Kuzbass and Tunguska basins are synchronous. The basaltic volcanism of these basins and the surrounding territories was Triassic, i.e. occurred after extinction in S. China and could not be a trigger of Permian-Triassic mass extinction there. In the Kuznetsk basin the onset of the trap volcanism is associated with the diversification of flora and fauna. Similar phenomenon was earlier reported in Tunguska Basin. All these suggest that (a) the biota changes at the Permian-Triassic transition in the Kuznetsk and Tunguska basins occurred differently than documented in the marine sections of China, (b) the Siberian traps stimulate the biota (especially flora) diversification, and (c) the biota change process in different regions of the world could be multidirectional and not necessarily everywhere abrupt and massive as it is postulated in numerous recent publications.



Fig. 1. Diversification of flora and fauna within the Permian-Triassic transition in Siberian Basins

### Late Paleozoic climate bipolarity: glaciation signs in Siberia

Vladimir I. Davydov<sup>1,2</sup>, Evgeny V. Karasev<sup>1,3</sup>, Igor V. Budnikov<sup>4</sup>, Ruslan V. Kutygin<sup>5</sup>, Vladimir V. Silantiev<sup>1</sup>, Nuriia G. Nurgalieva<sup>1</sup>, Dilyara D. Kuzina<sup>1</sup>, Alexander S. Bia-kov<sup>1,6</sup>, Bulat I. Gareev<sup>1</sup>, Milyausha N. Urazaeva<sup>1</sup>, Veronika V. Zharinova<sup>1</sup>,

Marina A. Lavrukhina<sup>1</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia <sup>2</sup>Boise State University, Boise, Idaho, USA; vdavydov@boisestate.edu <sup>3</sup>Paleontological Institute RAS, Moscow, Russia <sup>4</sup>Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Novosibirsk, Russia <sup>5</sup>Diamond and Precious Metal Geology Institute RAS, Yakutsk, Russia <sup>6</sup> North-East Interdisciplinary Scientific Research Institute RAS, Magadan, Russia

Climate is one of the most important factors in the Earth's biosphere evolution. It is involved in the Earth thermodynamic state and influential to the internal and partially external energy transfer. Global warmings and glaciations in the history of the Earth were extreme climatic events that are of great importance for the present and the future state of our planet. Five glacio-eras with the complex chronological structure have been established in the history of the Earth. One of the most significant, but still insufficiently studied, is the Late Paleozoic glacioera, which is often considered as an analogue of the Oligocene-Quaternary glacioera of the Late Cenozoic. Until recently, the Late Paleozoic glacial and glacial-marine deposits were known and studied only in Gondwana, i.e. in the Southern Hemisphere of the Earth. The presence of bipolarity of glaciation, which is known in Late Cenozoic, was also assumed for the Late Paleozoic, but so far these assumptions remain either doubtful and/or purely speculative and are not documented with the definite data. The Upper Paleozoic deposits of the Northern Hemisphere in the northern part of the Siberian continent (Angarida), conventionally described as glacial, are still poorly studied. The so-called "the Late Perm glaciation" in the North-East of Russia are widely known in the literature. However, a recent study of these sediments has shown their volcanic marine landslide nature. The other existing data are too scarce and/or not credible. Recent glacial-marine deposits are well studied in Russia. A particular type of sea-ice sedimentation is distinguished and widespread in the Arctic Ocean.

The configuration and location of continents and oceans in the Late Paleozoic, with respect to climatic zones, determines the fact that glacial or glacial-marine deposits potentially could be present in the Northern Hemisphere only on the northern periphery of the Siberian Craton. We need to reconstruct the paleogeography of the Siberian continent in the Late Paleozoic with respect to the equilibrium line altitude (ELA) on the Earth's surface. In the existing Pz3 paleogeographic reconstructions that are developed with paleomagnetic and detrital zircons provincial data, the Siberian craton is placed at 70–80 degrees northern latitude. Biotic data are rarely considered in such reconstructions. However, they can often justify a more accurate position of the continents relative to climatic zones. For example, our preliminary data suggest the position of the Verkhoyanie in Pennsylvania and Permian around midlatitudes (approximately 40-45 degrees north latitude), that is, significantly south of ELA lines that proposed by paleomagnetic and zircon provenance data (Fig. 1). Thanks to the Russian Science Foundation grant (project 19-17-00178), this year we conducted a study of the Middle Upper Permian successions along the Kobyume River in South Verkhoyanie. Several glendonite horizons (lithological indicators of cold-water deposits) and diamictites were found

in the section. Diamictites may have a different origin, but most often characteristic for glacial deposits, especially in combination with the occurrence of glendonites. In addition, angular boulders and pebbles (dropstones) were found in the section, which were dumped into a soft sediment with the consequent deformation. Possible ice scars were found on one boulder. We studied in detail the section including sedimentology of diamictites, collected glendonites, fossils, rocks for geochemistry and paleomagnetic study. A volcanic ash beds evenly distributed over the section were found as well and thus potential radioisotopic calibration of the succession is feasible. We plan to integrate all data into a database, which we already developed in the previous (Kuzbass) project. Particular attention will be paid to the findings of warm-water faunas and their distribution in time and in space in order to establish the paleoposition of Verkhoyansk during the Late Paleozoic. A model of the paleogeographic position of the Siberian continent with respect to climatic zones during the Late Paleozoic will be constructed, based on data on the distribution and taxonomic composition of biota and other climatic indexes. A model of the regional paleoclimate of Verkhoyanie and adjacent areas of the North-East of Russia will be developed. This model will be compared with existing Late Paleozoic models of climate change in the Southern Hemisphere.



Fig. 1. Suggested position of Siberian and Australian Cratons with respect to climatic zones during late Paleozoic (biotic data). 1-7, Late Devonian through Lopingian positions of Siberian and Australian Cratons

# The mid-Upper Tournaisian carbon isotope excursion (TICE) in limestones of the Middle Urals and Southern Trans-Urals

Semyon A. Dub<sup>1</sup>, Gunar A. Mizens<sup>1</sup>, Vladimir N. Kuleshov<sup>2</sup>, Tatiana I. Stepanova<sup>1</sup> <sup>1</sup>Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; sapurins@gmail.com <sup>2</sup>Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

### Верхнетурнейский С-изотопный экскурс в известняках Среднего Урала и Южного Зауралья

Дуб С.А.<sup>1</sup>, Мизенс Г.А.<sup>1</sup>, Кулешов В.Н.<sup>2</sup>, Степанова Т.И.<sup>1</sup> <sup>1</sup>Институт геологии и геохимии им. акад. А.Н. Заварицкого УрО РАН, Екатеринбург, Россия; sapurins@gmail.com <sup>2</sup>Геологический институт РАН, Москва

В геологической летописи Земли на территории Южной Америки и Африки сохранились признаки существования ледников во второй половине турнейского века раннего карбона (Чумаков, 2015). Считается, что этому оледенению отвечает один из самых крупных в фанерозое экскурсов на кривой вариации изотопного состава С<sub>карб</sub>, известный как TICE – mid-Tournaisian carbon isotope excursion (Yao et al., 2015). Известняки указанного стратиграфического диапазона с высокими абсолютными и относительными (по сравнению с подстилающими отложениями) значениями  $\delta^{13}$ С к настоящему моменту известны в разрезах Северной Америки, Западной Европы, Южного Китая и России (Saltzman, 2002; Buggisch et al., 2008; Yao et al., 2015; Mizens et al., 2015; Журавлев, Вевель, 2018). За рубежом рассматриваемый экскурс соответствует конодонтовым зонам Siphonodella isosticha и Gnathodus typicus и имеет наибольшую магнитуду (~7‰) в разрезах Северной Америки (Saltzman, 2002).

На территории России, в разрезах Тимано-Печорского бассейна (Журавлев, Вевель, 2018), значения δ<sup>13</sup>С в верхнетурнейских карбонатах достигают 8 ‰. Изученные нами известняки Среднего Урала с наиболее тяжелым изотопным составом углерода приурочены к кизеловскому и низам косьвинского горизонта (максимальные значения  $\delta^{13}$ С приходятся на фораминиферовую зону Spinoendothyra costifera). В частности, в наиболее полном разрезе кизеловского горизонта (разрез Першино), расположенном на восточном склоне Урала, постепенное утяжеление изотопного состава углерода в известняках (от 2,3 ‰) наблюдается на протяжении всего нижнекизеловского интервала и достигает максимума (6,9 ‰) в верхней части горизонта (Mizens et al., 2015). В основании косьвинского горизонта значения  $\delta^{13}$ С несколько более низкие (3,6–4,9 ‰). В целом указанный интервал с аномально высоким содержанием тяжелого изотопа углерода в этом разрезе характеризуется мощностью более чем 300 м. В последнее время нами также были получены данные об изотопном составе углерода в карбонатных отложениях западного склона Среднего Урала и фундамента Западно-Сибирской плиты. Первые представляют собой фрагмент (мощностью около 23 м) конденсированного разреза Дружинино. На основе работы О.А. Щербакова с соавторами (1969), для них предполагается позднекизеловско-раннекосьвинский возраст. Величина  $\delta^{13}$ C

в этих известняках составляет 2,6–5,7 ‰. В фундаменте южной части Западно-Сибирской плиты известняки со значениями  $\delta^{13}$ С от 5,2 до 6,6 ‰ были вскрыты скважиной Восточно-Курганская-53, в интервале 728,6–671,3 м, в основании которого обнаружены фораминиферы, характеризующие слои Palaeospiroplectammina tchernyshinensis – Endothyra inflata верхнего турне (при этом величина  $\delta^{13}$ С в карбонатах нижнего турне составляет 1,9–3,5 ‰). Все исследованные отложения сформировались в относительно мелководных обстановках.

Таким образом, магнитуда изотопного экскурса в верхнетурнейских известняках Среднего Урала и Южного Зауралья составляет ~3–4,5 ‰, т. е. средне-верхнетурнейское геологическое событие здесь проявлено весьма отчетливо (но она существенно меньше, чем, например, в североамериканских разрезах). Общепризнано (Saltzman, 2002; Buggisch et al., 2008; Yao et al., 2015), что это событие ассоциирует с оледенением, спровоцированным резким падением концентрации углекислого газа в атмосфере вследствие интенсивного захоронения органического вещества в черносланцевых толщах.

Отметим, что гораздо более масштабным гляциоэпизодам в геологической летописи часто соответствуют не такие высокие С-изотопные экскурсы. Поэтому нельзя исключать, что причиной возникновения турнейского пика являлось не только смещение равновесия между основными резервуарами углерода. Так, известно, что процесс осаждения арагонита сопровождается более интенсивным фракционированием изотопов углерода между растворенным бикарбонатом и осадком, нежели процесс образования низкомагнезиального кальцита (Buggisch et al., 2008; Swart et al., 2009). Предполагается (Stanley, Hardie, 1998), что приблизительно в это же время в геологической истории как раз и произошла смена кальцитовых морей на арагонитовые, обусловленная повышением Mg/Ca-отношения в морской воде. Таким образом, значительная магнитуда средне-позднетурнейского изотопного экскурса отчасти может быть связана и с изменением химии Мирового океана.

Исследования выполнены в рамках темы № АААА-А18-118053090044-1 госзадания ИГГ УрО РАН.

- Журавлев А.В., Вевель Я.А. Позднетурнейское событие в разрезах Косью-Роговской впадины и ее обрамления (Тимано-Печорская провинция) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. 2018. Т. 13. № 1. С. 1–10.
- Мизенс Г.А., Кулешов В.Н., Степанова Т.И., Кучева Н.А. Отражение глобальных геологических событий фаменского и турнейского веков в разрезе изолированной карбонатной платформы на востоке Урала // Геология и геофизика. – 2015. – № 11. – С. 1945–1960.
- *Чумаков Н.М.* Оледенения Земли: история, стратиграфическое значение и роль в биосфере. М.: ГЕОС, 2015. 160 с.
- Щербаков О.А., Постоялко М.В., Гарань И.М., Степанайтыс Н.Е., Попова З.Г. О стратиграфии нижнекаменноугольных отложений западного склона Урала // Сборник ППИ. 1969. № 38. С. 45–62.
- Buggisch W., Joachimski M.M., Sevastopulo G., Morrow J.R. (2008). Mississippian δ<sup>13</sup>C<sub>carb</sub> and conodont apatite δ<sup>18</sup>O records – their relation to the Late Paleozoic Glaciation. Paleogeography, Paleoclimatology, Paleoecology 268, pp. 273–292.

- Saltzman M.R. (2002). Carbon and oxygen isotope stratigraphy of the lower Mississippian (Kinderhookian–Lower Osagean), Western United States: implications for seawater chemistry and glaciations. Geol. Soc. Am. Bull. 114, pp. 96–108.
- Stanley S.M., Hardie L.A. (1998). Secular oscillations in the carbonate mineralogy of reef-building and sediment-producing organisms driven by tectonically forced shifts in seawater chemistry. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 144, pp. 3–19.
- Swart P.K., Reijmer J.J., Otto R. (2009). Variations in the δ<sup>13</sup>C, δ<sup>18</sup>O and mineralogy of surface sediments on Great Bahama Bank: implications for reading the fossil record. In: Perspectives in Carbonate Geology: A Tribute to the Career of Robert Nathan Ginsburg (Eds P. Swart, G. Eberli and J. McKenzie). Spec. Publ. Int. Assoc. Sedimentol. 41, pp. 47–60.
- Yao L., Qie W., Luo G., Liu J., Algeo T.J., Bai X., Yang B., Wang X. (2015). The TICE event: Perturbation of carbon–nitrogen cycles during the mid-Tournaisian (Early Carboniferous) greenhouse–icehouse transition. Chem. Geol. 401, pp. 1–14.

# Latest Serpukhovian foraminiferal assemblage from the Sanandaj-Sirjan Zone, Iran

Shirin Fassihi<sup>1</sup>, Elena I. 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 Federal Research Centre, 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

Limestones of the lower, middle, and upper parts of the Ghaleh Formation (Units 1-4) in the Sanandaj-Sirjan Zone in Iran contain the interesting and rather well preserved assemblage of encrusting forms of foraminifers; smaller foraminifers and fusulinoids. The succession, with a thickness of about 204 m, is represented by conglomerate, quartz arenitic sandstone, sandy oolitic grainstone, mudstone, bioclastic wackestone, packstone, and grainstone. These strata unconformably and on an erosional surface cap the underlying beds of the Shishtu 2 Formation of the earliest late Viséan age (Fassihi et al., 2018). The top of the interval at issue is unconformably overlain by sediments of the same formation (Unit 5) of the uppermost Bashkirian – lowermost Moscovian (Fassihi et al., 2017). The grainstones contain rich foraminiferal assemblages that are dominated by encrusting foraminifers including Endothyridae Brady, Eostaffellidae Mamet, Endostaffellidae Loeblich and Tappan, and Pseudoendothyridae Mamet. Less common representatives of Archaediscidae Cushman; Janischewskinidae Reitlinger, Globivalvulinidae Reitlinger, and Palaeotextulariidae Galloway are also present. The strata bearing these faunas were initially assigned to the lowermost Bashkirian (Voznesenskian), corresponding to the Plectostaffella jakhensis - Eostaffella pseudostruvei Zone (e.g. Fassihi, 2017; Fassihi, Shirezadeh, 2017). However, in connection with the new published data (e.g. Stepanova, 2018; Gibshman et al., 2018), most parts of strata (Units 1-3) belong to the uppermost of Serpukhovian (Zapaltyubian). This is evidenced by the presence of species Janischewskina ex. gr. delicata (Malakhova), Plectostaffella cf. acuminulata (Postojalko), Eostaffella postmosquensis Kireeva and Globivalvulina bulloides (Brady) in Unit 3 which are accompanied by numerous representatives of the genus *lkensieformis* including I. ex gr. ikensis (Vissarionova), I. proikensis (Rauzer-Chernousova) and I. ex gr. mirifica (Brazhnikova). Due to finding the index species Plectostaffella ex gr. varvariensis (Brazhnikova et Potievska) and Plectostaffella sp. in Unit 4, on the other hand, this interval is probably assigned to the lowermost Bashkirian (Voznesenkian).

Analysis of species composition in these assemblages allows us to recognize two local biozones; (1) the *Ikensieformis* ex gr. *mirifica* Zone of the Zapaltyubian (latest Serpukhovian), and (2) the *Plectostaffella* ex gr. *varvariensis* Zone of the Voznesenkian age (earliest Bashkirian).

Taking everything into account, the first assemblage discovered in Units 1–3 is close to *Ikensieformis* ex gr. *ikensis – Eostaffella postmosquensis* Zone of the Central Taurides Belt of the Southern Turkey (Altiner and Özgül 2001; Atakul-Özdemir et al. 2011) that can be correlated with Zapaltyubian, although, the Iranian assemblage has a very rare Archaediscidae. The second assemblage found in Unit 4 is correlated with the *Plectostaffella varvariensis* Zone of the basal Bashkirian in the stratotype region of the Urals (Kulagina et al. 2001), the earliest Bashkirian of the Tengiz Platform in Kazakhstan (Brenckle and Milikina 2003), and the *Plectostaffella bog-danovkensis* Zone of the General Stratigraphic scale of Russia (Alekseev, 2008).

#### References

- Altiner D., 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.
- Alekseev A.S. (2008). The Carboniferous System. *In*: Zhamoida, A. I., Ed., State of knowledge on the stratigraphy of Precambrian and Phanerozoic in Russia; tasks for future studies: Decisions of the Interdepartmental Stratigraphic Committee and it Permanent Commissions, no. 38.St. Petersburg: VSEGEI : 61–68 and Appendix 6. (In Russian)
- Atakul-Özdemir A., Altıner D., Özkan-Altıner S., & Yılmaz İ.Ö. (2011). Foraminiferal biostratigraphy and sequence stratigraphy across the mid-Carboniferous boundary in the Central Taurides, Turkey. Facies, 57(4), 705-730.
- Brenckle P.L., and Milkina N.V. (2003). Foraminiferal timing of carbonate deposition on the Late Devonian (Famennian)-Middle Pennsylvanian (Bashkirian) Tengiz Platform, Kazakhstan. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia (Research In Paleontology and Stratigraphy), 109 (2).
- Fassihi S. (2017). Mississippian-Asselian (early carboniferous-early permian) foraminiferal faunas and biostratigraphy of the Shahreza-Abadeh regions (The Sanandaj-Sirjan Zone), Iran/Shirin Fassihi (Doctoral dissertation, University of Malaya).
- Fassihi S., Shirezadeh Esfahani F. (2017). Mississippian–Asselian (Early Carboniferous–Early Permian) foraminiferal faunas and biostratigraphy of the Shahreza-Abadeh regions (the Sanandaj-Sirjan Zone, Iran). Conference: Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting 2017At: Kazan, Russia, 47–48.
- Fassihi S., Sone M., Hairapetian V., & Esfahani F.S. (2017). Fusulinoids from the Bashkirian– Moscovian transition beds of the Shahreza region in the Sanandaj–Sirjan Zone, Iran. International Journal of Earth Sciences, 106(4), 1205–1221.
- Fassihi S., Kulagina E., & Shirezadeh Esfahani F. (2018). Foraminifers of Viséan Age in the Sanandaj-Sirjan Zone, Iran. In book: Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources" – Kazan, Russian Federation, 19-23 September 2017Publisher: INFOROMATICA Srl – Filodiritto Editore. pp. 98–104.
- Gibshman N.B., Vevel Ya.A., Zaytseva E.L., Stepanova T.I. (2018). Foraminifera of the genus *Janischewskina* Mikhailov, 1935 Emend. Mikhailov, 1939: Morphology, Areal and biostratigraphy of Visean and Serpukhovian Stages, *in*: M. S. Afanasieva and A. S. Alekseev, eds. Proceedings of XVII All-Russian Micropaleontological Meeting «Modern Micropaleontology Problems and Prospects» (Kazan, September 24–29, 2018). Moscow: PIN RAS, pp. 28–33. (In Russian)
- Kulagina E.I., Pazukhin V.N., Kochetkova N.M., Sinitsyna Z.A., and Kochetova N.N. (2001). The stratotype and key sections of the Bashkirian Stage (Carboniferous) in the Southern Urals. Ufa, Gilem Publishing House, 1-138 p. (In Russian)
- Stepanova T.I. (2018). Foraminifers of Lower/Middle Carboniferous boundary interval in Brazhka section (western slope of Middle Urals). Bulletin of Moscow Society of Naturalists. Geological Series 93 (4), pp. 31.

## Lithostratigraphy and non-fusulinid foraminifera of the Pennsylvanian–Permian transition (Gzhelian–Asselian) in the Sanandaj-Sirjan Zone, Iran

Shirin Fassihi<sup>1</sup>, Daniel Vachard<sup>2,3</sup>, Fariba Shirezadeh Esfahani<sup>4</sup>
 <sup>1</sup>University of Malaya, Kuala Lumpur, Malaysia; shirin.fassihi@gmail.com
 <sup>2</sup>University of Lille-Sciences and Technologies, UMR CNRS 8198 Evo-Eco-Paléo, 59655 Villeneuve d'Ascq cedex, France; Daniel.Vachard@free.fr
 <sup>3</sup>CIRCAS, 1 rue des Tilleuls, 59152 Gruson, France; Daniel.Vachard@free.fr
 <sup>4</sup>Azad University of Tehran, North Branch, Tehran, Iran; fshirezade@hayoo.com

Upper Gzhelian and Asselian deposits in Iran are basically widespread in the Alborz Mountains, East Iran, and the Sanandaj-Sirjan Zone (e.g. Leven, Taheri, 2003; Gaetani et al., 2009; Leven, Gorgij 2011a, b; Alipour et al., 2013; Yarahmadzahi et al., 2016; Fassihi et al., 2014, 2017; Yarahmadzahi, Vachard, 2018). In the Sanandaj-Sirjan Zone, these strata are defined as the Vazhnan Formation (Baghbani, 1993; Leven, Gorgij 2011a, b; Fassihi et al., 2014, 2017). The study of two stratigraphic logs: the Tang-e-Darchaleh and Banarizeh sections indicates that the basal layer of the Vazhnan Formation in the Sanandaj-Sirjan Zone is usually sandstone and a polymictic limestone conglomerate including the carbonate clasts and minor sandstone which unconformably caps the underlying layers of the Moscovian (Podolskian) age with a stratigraphic unconformity corresponding to the uppermost Moscovian–lower Gzhelian age (Leven, Gorgij, 2011a, b; Fassihi et al., 2014, 2017). The basal sandstone and conglomerate are overlain by siltstone, sandstone, limestone, sandy limestone, and marly limestone. The top of the stratigraphic succession is overlain unconformably by the Surmaq Formation (upper Lower Permian–Middle Permian) (e.g. Iranian-Japanese Research Group, 1981; Baghbani, 1993; Kobayashi, Ishii, 2003a, b; Leven, Gorgij, 2011a, b; Fassihi et al., 2014, b; Fassihi et al., 2017).

Both Gzhelian and Asselian deposits are characterized by sandstone, mudstone, bioclastic wackestone, packstone, and grainstone containing gastropods (*Bellerophon*), corals, conodonts, brachiopods, bryozoans, ammonoids, fish remains, crinoid fragments, and diverse foraminifers.

Non-fusulinid Foraminifera from the uppermost Carboniferous–lowermost Permian (upper Gzhelian–Asselian) Vazhnan Formation are described and illustrated here for the first time. They predominantly belong to three classes: Fusulinata, Miliolata, and Nodosariata. Biostratigraphic markers are basically represented by species belonging to families Tuberitinidae, Pseudovidalinidae, Lasiodiscidae, Earlandiidae, Endothyridae, Palaeotextulariidae, Globivalvulinidae Ozawainellidae, Calcivertellidae, Cornuspiridae, Hemigordiidae, Syzraniidae, Protonodosariidae, Geinitzinidae, and Robuloididae. Many of non-fusulinid foraminifera found in the Sanandaj-Sirjan Zone are in common with those of the Northern Afghanistan (e.g. Filimonova, 2010), Northern and Central Pamirs (Tajikistan) (Filimonova, 2010), Carnic Alps (Vachard, Krainer, 2001a, b), eastern Europe (Filimonova, 2010), and East and Northern Iran (Alipour et al., 2013; Yarahmadzahi et al., 2016; Yarahmadzahi, Vachard, 2018).

#### References

- Alipour Z., Hosseini-Nezhad S.M., Vachard D., Rashidi K. (2013). The latest Carboniferous–Early Permian Dorud Group of the eastern Alborz (Iran): biostratigraphy and taxonomy of smaller foraminifers. Geological Journal, 48(4), 385-402.
- Baghbani D. (1993). The Permian sequence in the Abadeh region, central Iran. In Koroteev, A.V., ed. Contributions to Eurasian Geology. Occasional Publication, Earth Sciences, Research Institute, University South California, N.S (9B), pp. 7-22.
- Fassihi S., Sone M., Hairapetian V., Shirezadeh F. (2014). The Carboniferous–Permian Boundary in the Sanandaj–Sirjan Terrane, Central Iran: Preliminary report. Permophiles 59, pp. 23–25.
- Fassihi S., Sone M., Hairapetian V., Esfahani F.S. (2017). Fusulinoids from the Carboniferous– Permian transition beds from the Abadeh Region (Sanandaj–Sirjan Zone, Iran). Carbonates and Evaporites, pp. 1-22.
- Filimonova T.V. (2010). Smaller foraminifers of the lower Permian from western Tethys. Stratigraphy and Geological Correlation, 18(7), pp. 687-811.
- 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), pp. 79–128.
- Iranian–Japanese Research Group (1981). The Permian and the Lower Triassic Systems in Abadeh Region, Central Iran, Mem. Faculty of Sciences Kyoto University, Ser. Geol. Mineral., 47 (2), pp. 1-133.
- Kobayashi F., Ishii K.-I. (2003a). Paleobiogeographic analysis of Yahtashian to Midian fusulinacean faunas of the Surmaq Formation in the Abadeh region, central Iran. The Journal of Foraminiferal Research, 33 (2), pp. 155-165.
- Kobayashi F., Ishii K.-I. (2003b). Permian Fusulinaceans of the Surmaq Formation in the Abadeh Region, Central Iran. Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, v. 109 (2), pp. 307-337.
- 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 109 (3), pp. 399-415.
- Leven E.J., Gorgij M.N. (2011a). First record of Gzhelian and Asselian fusulinids from the Vazhnan Formation (Sanandaj-Sirjan zone of Iran). Stratigraphy and Geological Correlation, 19 (5), pp. 486-501.
- Leven E.J., Gorgij M.N. (2011b). Fusulinids and stratigraphy of the Carboniferous and Permian in Iran. Stratigraphy and Geological Correlation 19 (7), pp. 687–776.
- Vachard D., Krainer K. (2001a). Smaller foraminifers of the Upper Carboniferous Auernig Group, Carnic Alps (Austria/Italy). Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia (Research In Paleontology and Stratigraphy), 107(2), pp. 147-168.
- Vachard D., Krainer K. (2001b). Smaller foraminifers, characteristic algae and pseudo-algae of the latest Carboniferous-early Permian Rattendorf Group, Carnic Alps (Austria/Italy). Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia (Research In Paleontology and Stratigraphy), 107(2), pp.169-195.
- Yarahmadzahi H., Vachard D., Dibadin B. (2016). Smaller foraminifers from the Lower Permian Emarat Formation, east of Firuzkuh (central Alborz, Iran). Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia, 122(3), pp. 103-118.
- Yarahmadzahi H., Vachard D. (2018). The uppermost Carboniferous (Gzhelian) Lower Permian (Asselian–Sakmarian) stratigraphy and smaller foraminifers of the Ozbak-Kuh region (Tabas Block, east central Iran). Geological Journal 53(2), pp. 510–526.

### A study of the drying process of oil-saturated whole core

Artur V. Fattakhov<sup>1</sup>, Victor E. Kosarev<sup>1</sup>, Alina R. Sharipova<sup>1</sup>, Guzel R. Sharipova<sup>1</sup>, Rail I. Kadyrov<sup>1</sup>, Ruslan K. Khairtdinov<sup>2</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia; AVFattahov@kpfu.ru <sup>2</sup>CJSC "Kara Altyn Enterprise", Almetyevsk, Russia

### Изучение процесса высыхания полноразмерного нефтенасыщенного керна

Фаттахов А.В.<sup>1</sup>, Косарев В.Е.<sup>1</sup>, Шарипова А.Р.<sup>1</sup>, Шарипова Г.Р.<sup>1</sup>, Кадыров Р.И.<sup>1</sup>, Хайртдинов Р.К.<sup>2</sup> <sup>1</sup>Казанский федеральный университет, Россия; AVFattahov@kpfu.ru <sup>2</sup>ЗАО «Кара-Алтын», Альметьевск, Россия

Высыхание горных пород – достаточно сложный процесс, который очень сильно зависит от объема исследуемой породы. Большинство петрофизических исследований проводится на стандартных образцах диаметром 30 мм. Основная масса работ, связанных с процессами высыхания в горных породах, проведена именно на таких образцах (Гудок и др., 2007). Фильтрационно-емкостные свойства (ФЕС) и физические характеристики керна будут очень близки для петрофизических образцов и полноразмерного керна только при условии работы с хорошо отсортированными крупно- и среднезернистыми песчаниками, которые часто называют «традиционными коллекторами». Вместе с тем огромный интерес для изучения представляют сложнопостроенные коллекторы. Ярким примером таких отложений являются карбонатные породы. Для таких пород размер лабораторного образца является существенным и может оказать влияние на определяемые параметры керна. В последнее время наметился тренд на увеличение размеров образцов, применяемых для лабораторных исследований, поскольку подобные образцы в большей степени характеризуют пласт в целом (Ehrenberg, 2007).

В работе приведены результаты эксперимента по мониторингу процесса высыхания полноразмерного нефтенасыщенного керна. В качестве объекта исследования были взяты нефтенасыщенные известняки башкирского яруса Аканского месторождения. Литологически это известняки псевдобрекчированные (рудстоун), неравномерно пятнисто-нефтенасыщенные, темно-бурые, с многочисленными светло-серыми фрагментами плотной, неизмененной породы в виде пятнистых и прожилковых обособлений. Отмечаются плотные участки породы, пересекаемые субвертикальными трещинами, выполненными нефтью.

В качестве метода исследования был выбран ядерно-магнитный резонанс (ЯМР). Метод ЯМР уже достаточно давно применяется при петрофизических исследованиях керна. Данный метод используют как для определения пористости и проницаемости, так и для решения более сложных задач – оценки значения коэффициента вытеснения, изучения распределения пор по размерам и т. п. Несомненным преимуществом ЯМР является то, что он относится к неразрушающим методам.

Измерения проводились на установке ЯМР-Керн, которая позволяет оценивать ФЕС полноразмерного (до 116 мм в диаметре) керна непосредственно на скважине

(Нургалиев и др., 2012). Благодаря такой возможности измерения проводятся на керне, с естественным насыщением. Поэтому отсутствует необходимость в проведении процедур сушки, экстракции и насыщения, которые являются обязательными при работе с петрофизическими образцами.

Первичное измерение было выполнено непосредственно на скважине, сразу после извлечения керна из керноприемника. В дальнейшем керн был доставлен в лабораторию, где измерения повторялись с заданным временным промежутком. На первых этапах временной промежуток между исследованиями составлял 24 ч. В дальнейшем, по мере высыхания керна, промежуток был увеличен до 48 ч. В результате эксперимента был получен набор кривых эффективной пористости для разных временных отметок. Существует прямая зависимость между количеством флюида в пористом пространстве и величиной пористости. Уменьшение коэффициента пористости во времени свидетельствует об активном процессе высыхания керна.

Полученные результаты показали, что основная часть флюида испаряется за первые 24–48 ч. Наблюдаются существенные различия при сравнении с экспериментом, проведенным с водонасыщенным керном, где некоторые интервалы практически не высыхали первые 120 ч (Фаттахов и др., 2016).

В исследуемом интервале глубин отмечаются два типичных хода высыхания. Первый из них имеет резкий спад флюидонасыщенности в первые 24 ч. После этого высыхание идет с очень низкой скоростью (около 0,25 % пористости за 100 ч). Во втором случае также наблюдается интенсивное испарение флюида, но в меньшем количестве. После этого процесс высыхания становится менее интенсивным, но скорость высыхания заметно больше, чем в первом случае.

Для получения информации о структуре порового пространства, с которой, возможно, были связаны различия в процессе высыхания, частично на интервале была проведена рентгеновская компьютерная томография (РКТ). По ее результатам первый тип высыхания характеризуется участками с более крупными порами. Второй тип высыхания же характерен для более плотных участков, в которых отсутствуют крупные поры и каверны.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности.

- *Гудок Н.С., Богданович Н.Н., Мартынов В.Г.* Определение физических свойств нефтесодержащих пород. – М.: Недра-Бизнесцентр, 2007. – 592 с.
- Ehrenberg S.N. (2007). Whole core versus plugs: Scale dependence of porosity and permeability measurements in platform carbonates. AAPG bulletin 91(6), pp 835-846.
- Нургалиев Д.К., Косарев В.Е., Мурзакаев В.М., Тагиров М.С., Скирда В.Д., Тюрин В.А., Гизатуллин Б.И. Аппаратура ядерного магнитного резонанса для исследования полноразмерных кернов в лабораторных и полевых условиях // Георесурсы. – 2012. – Т. 4. – № 46. – С. 16–18.
- Фаттахов А.В., Косарев В.Е., Скирда В.Д., Дорогиницкий М.М. Изучение процесса высыхания полноразмерного керна методом ядерно-магнитного резонанса // Нефтяное хозяйство. 2016. № 3. С. 61–63.

## Paleomagnetism and Magnetostratigraphy of Permian-Triassic Redbeds of the Balebikha Section (Russia, the Severnaya Dvina River)

Anna M. Fetisova<sup>1,2</sup>, Mikhail P. Arefiev<sup>3,4</sup>, Roman V. Veselovsky<sup>1,2</sup> <sup>1</sup>Moscow State University, Russia <sup>2</sup> Institute of Physics of the Earth, Russia <sup>3</sup> Geological Institute of RAS, Russia <sup>4</sup>Kazan Federal University, Russia; anna-fetis@yandex.ru; roman.veselovskiy@yandex.ru

## Палеомагнетизм и магнитостратиграфия континентальных пермо-триасовых отложений разреза Балебиха (Россия, река Северная Двина)

Фетисова А.М.<sup>1,2</sup>, Арефьев М.П.<sup>3,4</sup>, Веселовский Р.<sup>1,2</sup> <sup>1</sup>Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова, Россия <sup>2</sup>Институт Физики Земли им. О.Ю.Шмидта, Россия <sup>3</sup>Геологический институт РАН, Россия <sup>4</sup>Казанский Федеральный Университет, Россия; anna-fetis@yandex.ru; roman.veselovskiy@yandex.ru

Магнитостратиграфии пограничных пермо-триасовых отложений Восточно-Европейской платформы посвящено достаточно много отечественных и зарубежных работ. Тем не менее вопрос о создании надежной региональной магнитостратиграфической схемы для рубежа палеозойской и мезозойской эр для Русской плиты во многом остается открытым, что во многом объясняется развитием палеомагнитного метода – внедрением новых, по сравнению с XX веком, подходов и методик, улучшением его аналитических возможностей. В то же время на территории пермо-триасовых осадочных бассейнов Русской плиты имеется значительное количество разрезов, которые до сих пор не имеют палеомагнитной характеристики. В рамках этой работы впервые представлены палеомагнитные данные по пограничному P-T разрезу Балебиха, находящемуся на севере Русской плиты.

Разрез Балебиха расположен на правом берегу реки Северная Двина, напротив города Великий Устюг (60.72°N, 46.39°E). В обнажении вскрываются красноцветные отложения терминальной перми и базальные горизонты триаса. Полевые исследования проводились два раза – в 2016 и 2018 годах.

Всего было отобрано 90 ориентированных образцов, однако в силу хрупкости и обводненности пород в лабораторных исследованиях участвовали только 60 из них. Все образцы были подвергнуты детальной температурной магнитной чистке, часть образцов-дублей подверглась чистке переменным магнитным полем амплитудой до 130 мТл. Магнитные чистки проводились в лаборатории главного геомагнитного поля и геомагнетизма ИФЗ РАН на криогенном магнитометре SQUID (2G Enterprises, CША). Образцы размагничивались в немагнитной печи "MMTD80" ("Magnetic Measurements", Великобритания).

Палеомагнитный сигнал в изученных образцах достаточно шумный. Как правило, вектор ЕОН представлен двумя компонентами: низкотемпературной – вязкой, имеющей современный возраст, и высокотемпературной – характеристической, прямой и обратной полярности.

В изученном разрезе выделяется три зоны магнитной полярности: в верхней части разреза, отвечающей отложениям терминальной перми, зона прямой полярности сменяется зоной обратной полярности. Нижнетриасовые отложения намагничены в эпоху прямой полярности. В разрезе, по мере приближения к границе P-T снизу, наблюдается увеличение средних значений скалярных магнитных параметров (ЕОН, магнитная восприимчивость). В самых верхах терминальной перми разреза Балебиха выявлено наличие зоны аномальной намагниченности («недубровской»), что не только подтверждает реальность существования этой зоны, но и позволяет использовать ее как региональный, а возможно, и глобальный магнитостратиграфический маркер.

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности разреза Балебиха для палеомагнитных исследований и могут быть использованы при разработке региональной магнитостратиграфической шкалы Р-Т Русской плиты.

Исследования выполнены при поддержке гранта РФФИ №18-05-00593.

# Foraminiferal biostratigraphy of the Serpukhovian Stage (Mississippian) in the Zaborie section (Moscow Basin)

Nilyufer B. Gibshman

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; nilyufer@bk.ru

## Фораминиферовая биостратиграфия серпуховских отложений (нижний карбон) в разрезе Заборье (Подмосковье)

### Гибшман Н.Б.

Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия; nilyufer@bk.ru

Карьер Заборье в Подмосковье широко известен как лектостратотип глобального серпуховского яруса, но не рассматривается потенциальным кандидатом в GSSP по причине стратиграфической неполноты и наличия интервалов субаэральной экспозиции (Kabanov et al., 2016). Однако в этом разрезе присутствуют такие виды, как Neoarchaediscus postrugosus (Reitlinger) и Janischewskina delicata (Malakhova) (Gibshman, 2003), которые сейчас приняты в качестве дополнительных маркеров границы визейского и серпуховского ярусов (Nikolaeva et al., 2019), поскольку они обеспечивают широкую корреляцию разрезов ВЕП в Испании и Англии (Cozar et al., 2019). Их биостратиграфический потенциал ранее (Постановления..., 2008) не использовался. Отличительной особенностью разреза Заборье являются спокойные и относительно глубоководные обстановки осадконакопления, которые установились после перерыва в осадконакоплении (Kabanov et al., 2016) на границе визейских и серпуховских отложений. Это событие не препятствовало появлению новых родов фораминифер с узко дисковидной раковиной, таких, как Cepekia, и возвращению в серпуховское время более древних Neoarchaediscus, Pseudoammodiscus, Rectocornuspira и Loeblichia (Gibshman, 2003). Совместное первое появление новых и более древних форм свидетельствует о том, что эволюция продолжалась и поэтому использование этих филогенетических линий валидно (Gibshman, Baranova, 2007). Рассмотрим состав комплексов фораминифер в карбонатной последовательности региональных подразделений Заборья от веневского до протвинского горизонта.

Веневский горизонт был обнажен только своей самой верхней частью (слои 1–2), хотя некоторые исследователи считают этот интервал уже тарусским (Геккер, 2009), и содержит *Eostaffella tenebrosa* Viss., *E. ikensis* Viss., *E. proikensis* Rauser (рис. 1, *a*–*c*), а также *Pseudoammodiscus* sp. Tapycckuй горизонт в основании (слой 3) характеризуют *Millerella tortula* Zeller, *Neoarchaediscus postrugosus* (Reitl.), *Pseudoammodiscus* sp., *Loeblichia paraammonoides* Brazhn. (рис. 1, *g*–*k*), *Endothyra phrissa* Zeller, *Janischewskina delicata* (Malakhova) (Gibshman, 2003). Выше по разрезу тарусского горизонта (слои 5–14) состав этой ассоциации фораминифер сохраняется. В основании стешевского горизонта (слой 15) состав ассоциации фораминифер обогащается значительно. Одновременно с *Eostaffellina decurta* (Rauser) наблюдается рост разнообразия форм с дисковидной плоскоспиральной раковиной: *Cepekia cepeki* Ruzicka et Vasicek, *Loeblichia paraammonoides* Brazhn., *L. minima* Brazhn. (рис. 1, *m*–s). Среди перечисленных форм *Cepekia cepeki*, появляясь в основании слоя 15 одновременно с *Eostaffellina decurta* (рис. 1, *r*), может быть принята новым, дополнительным маркером границы тарусского и стешевского горизонтов (Cozar et al., 2019). Высказана точка зрения (там же), что этот таксон имеет широкий ареал, но во многих регионах, вероятно, пропускается по причине нечеткого отличия родов *Cepekia* и *Rectocornuspira*. Отличает эти роды, при значительном сходстве типа строения раковины (Рейтлингер, 1969), структура стенки. У *Pseudoammodiscus* и *Rectocornuspira* имеется однослойная стенка микрогранулярной структуры (рис. 1, *d*, *f*, *i*), а у *Cepekia* (рис. 1, *m*–*q*, *s*, *v*) она трехслойная, как это видно у конкретных раковин из Заборья (рис. 1, *d*, *f*, *i* и *m*–*q*, *s*, *t*). Протвинский горизонт определяет первое появление *Eostaffellina protvae* с основания слоя 48 (Gibshman, 2003).



Рис. 1. Фораминиферы – маркеры веневского (*a, b*), границы веневского и тарусского (*g–k*), а также тарусского и стешевского горизонтов (*m–v*). Строение стенки рода Серекіа показано стрелками на фигурах *p*, *q*. Внутренний слой – тонкий, черный, микрогранулярной. Средний – толстый, светло-серый с включениями прозрачных зерен. Наружный – тонкий, темно-серый, контуры нечеткие. Все формы происходят из карьера Заборье, слой 15, стешевский горизонт. Длина масштабной линейки – 100 мкм

Одновременное появление древних и молодых форм на границах или вблизи границ региональных подразделений серпуховского яруса позволяет предполагать, что события, связанные с перерывом осадконакопления на рубеже веневского и тарусского времени не отразились на развитии и эволюционных изменениях у фораминифер. Разрез Заборье может использоваться в качестве эталона при выборе маркеров региональных подразделений и для широкой региональной корреляции.

- Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий // Комиссия по каменноугольной системе. 1982. Т. 20. № 38. Л.: ВСЕГЕИ. С. 30–31.
- *Рейтлингер Е.А.* К систематике палеозойских корнуспирид // Вопросы микропалеонтологии. 1969. Вып. 11. С. 3–19.
- Cozar P., Vachard D., Aretz M, Somerville I.D. (2019) Foraminifers of the Viséan–Serpukhovian boundary interval in Western Palaeotethys: a review. Lethaia 52 (2), pp. 3–24
- Gibshman N.B. (2003). Foraminifers from the Serpukhovian Stage, Stratotype, the Zaborier Quarry (Moscow Region). Stratigraphy and Geological Correlation 11, pp. 39–63.
- Kabanov P.B., Alekseev A.S., Gibshman N.B., Gabdullin R.R., Bershov A.S., (2016). The upper Visean-Serpukhovian in the type area for the Serpukhovian Stage (Moscow Basin, Russia): part 1. Sequences, Disconformities and Biostratigraphical summary. Geological Journal 51, pp. 163–194.
- Ruzicka B, Vasicek M. (1957). Namurien Foraminifera from the Ostrava-Karvina Coal District. Acta Museum Nationalis Pragae 8B (5), pp. 341–362.

# The use of magnetic microspherules for correlation of evaporite strata

Mikhail S. Glukhov, Rafael Kh. Sungatullin, Rail I. Kadyrov Kazan Federal University, Kazan, Russia; gluhov.mixail2015@yandex.ru

## Магнитные микросферулы и их значение для корреляцииэвапоритовых толщ

Глухов М.С., Сунгатуллин Р.Х., Кадыров Р.И. Казанский (Приволжский) федеральный университет; gluhov.mixail2015@yandex.ru

Биостратиграфические, литологические, минералого-геохимические методы, включая и определение абсолютного возраста осадочных пород, часто не позволяют сопоставлять продуктивные толщи в пределах отдельных месторождений. Как было показано (Сунгатуллин и др., 2015; Sungatullin et al., 2017), космические магнитные микросферулы (диаметром менее 1 мм) могут стать дополнительным инструментом для расчленения и корреляции осадочных толщ. Микросферулы хорошо сохраняются (не окисляются) в морской и континентальной обстановках продолжительное геологическое время (сотни миллионов лет) и поэтому могут помочь и при корреляции полифациальных толщ.

Целью настоящего исследования является сопоставление по находкам магнитных микросферул пластов гипса Камско-Устьинского и Байматского месторождений, приуроченных к пермским (верхнеказанский подъярус) эвапоритовым отложениям на правобережье реки Волга (Республика Татарстан). В задачи исследования входило обнаружение микросферул в эвапоритах указанных месторождений, изучение их морфологии и химического состава с применением методов магнитной сепарации, рентгеновской микротомографии и электронной микроскопии.

В ходе исследований изучено 4 образца гипса (рис. 1, а) (средний размер – 3х1,5х2 см) Байматского месторождения из верхнего и нижнего продуктивных пластов. Месторождение является крупнейшим по запасам в России. Все образцы подверглись рентгеновскому микротомографическому исследованию для обнаружения рентгеноплотных включений – железооксидных микросферул. Далее породу дробили и сепарировали неодимовым магнитом. Из магнитной фракции отбирались микросферулы, которые изучались с помощью сканирующего электронного микроскопа, оснащенного энергодисперсионным спектрометром, в лабораториях Казанского федерального университета (операторы – Е.О. Стаценко и Б.М. Галиуллин). Гипс из нижнего пласта Камско-Устинского месторождения изучен авторами ранее (Kadyrov et al., 2019), и отмечено, что обнаруженные микросферулы имеют сильный металлический блеск и различную текстурную поверхность.

В результате исследований в двух образцах гипса нижнего пласта Байматского месторождения обнаружено более 20 микросферул (рис. 1, б), диаметром от 5 до 50 мкм. В образцах верхнего пласта обнаружено всего 4 микросферы (5–10 мкм). Все микросферулы имеют идеальную сферичность, металлический блеск, дендритовидную и полигональную поверхность. Химический состав микросферул представлен оксидами железа (табл. 1). В некоторых микросферулах обнаружен никель. С учетом отсутствия титана, такой состав указывает на их космическое происхождение.



Рис. 1. Электронно-микроскопический снимок микросферул (слева) и томографическое изображение гипса с рентгеноплотными включениями (справа) Байматского месторождения

Таблица 1

Элементы, вес. %							
Fe	0	Al	Si	S	Са	Mn	Total
65,76	32,84	0,13	0,22	0,23	0,41	0,41	100
67,89	30,50	0,11	0,38	0,16	0,32	0,64	100
57,11	41,37	0,14	0,17	0,47	0,67	_	100
-	2						

#### Химический состав микросферул из гипсов Байматского месторождения

Прочерк – не обнаружено.

Исходя из результатов исследований, можно отметить следующее:

1. Микросферулы Байматского и Камско-Устинского месторождений имеют одинаковый химический состав и текстурные особенности.

2. Результаты микротомографических исследований подтверждают природное происхождение микросферул, которые включены в матрицу эвапоритов, что позволяет не рассматривать техногенные гипотезы их образования.

3. Наличие Ni и отсутствие Ti в составе микросферул Байматского месторождения указывают на их космогенное происхождение.

4. Находки микросферул одинаковой морфологии и химического состава в осадочных отложениях доказывают возможность их использования в дальнейшем для целей стратиграфической корреляции в виде маркирующих горизонтов, связанных с космическими событиями в геологическом прошлом (падения метеоритов, импактные события, выпадения космической пыли и др.).

- Сунгатуллин Р.Х., Сунгатуллина Г.М., Глухов М.С., Осин Ю.Н., Воробьев В.В. Возможности использования космических микросфер при корреляции нефтегазоносных отложений // Нефтяное хозяйство. 2015. Вып. 2. С. 16–19.
- Sungatullin R.Kh., Sungatullina G.M., Zakirov M.I., Tsel'movich V.A., Glukhov M.S., Bakhtin A.I., Osin Yu.N., Vorob'ev V.V. (2017). Cosmic microspheres in the Carboniferous deposits of the Usolka section (Urals foredeep). Russian Geology and Geophysics 58, pp. 59-69.
- Kadyrov R., Glukhov M., Statsenko E., Galiullin B. (2019). Enigma of Ferruginous Inclusions in Evaporites. // Proceedings of the 1st Springer Conference of the Arabian Journal of Geosciences (CAJG), Tunisia (2018). Petrogenesis and Exploration of the Earth's Interior. Advances In Science, Technology & Innovation, pp. 97-99.

# The Moscow Bay in the Zechstein Sea (upper Permian, East European Platform)

Valeriy K. Golubev

Borissiak Paleontological Institute of RAS, Moscow, Russia; vg@paleo.ru Kazan Federal University, Kazan, Russia

## Московский залив Цехштейнового моря (поздняя пермь, Восточно-Европейская платформа)

Голубев В.К.

Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия; vg@paleo.ru Казанский федеральный университет, Казань, Россия

В пермской истории центральной и западной частей Московской синеклизы присутствует три морских эпизода. Два из них – ассельско-сакмарский и казанский – хорошо известны, так как задокументированы в геологической летописи мощной толщей сульфатно-карбонатных образований. Третий эпизод – позднепермский (лопинский) – реконструируется по косвенным геологическим данным: морские отложения этого времени не сохранились на Московской синеклизе. Этот этап напрямую связан с развитием Польско-Литовской синеклизы. В каменноугольно-раннепермское время Польско-Литовская синеклиза была областью размыва. Однако в конце северодвинского века (начало вучапинского века) она начала интенсивно погружаться и превратилась в восточную окраину Цехштейнового моря, существовавшего в позднепермское (лопинское) время в Центральной Европе (Мерзляков, 1979; Menning, Hendrich, 2016). Время от времени здесь образовывались эвапоритовые бассейны, в которых накапливались мощные (до 300 м) толщи хлоридных и сульфатных отложений (Загородных и др., 2001; Кириков, 2011). Вместе с Польско-Литовской синеклизой в процесс погружения, хотя и значительно менее интенсивный, вовлеклись расположенные восточнее Латвийская седловина и западная часть Московской синеклизы. В результате между Центрально-Европейским и Восточно-Европейским седиментационными бассейнами возник связывающий их Балтийско-Московской прогиб. Наиболее подробно реконструирована раннетриасовая история Балтийско-Московского прогиба (Строк и др., 1984; Лозовский, 1987). В индское и оленекское время здесь располагались пресноводные и солоноватоводные мелководные бассейны, в которых накапливались карбонатно-глинистые, глинистые и алевритовые осадки. Формирование сульфатных отложений практически не происходило: сказывалось мощное опресняющее влияние Балтийско-Уральской речной системы. Однако в позднепермское время условия седиментации в прогибе были иными. Балтийско-Уральская речная система стала разгружаться в прогиб только в поздневятское (жуковское) время (Голубев, 2018). До этого события, в позднесеверодвинско-средневятское (путятинско-нефедовское) время, здесь в периоды крупных трансгрессий располагался Московский залив Цехштейнового моря, который в условиях жаркого климата и отсутствия притока пресных вод с прилегающей суши превращался в обширный эвапоритовый бассейн. Следы существования этого залива сохранились только на северо-востоке Тверской и юго-западе Вологодской областей. Здесь, на морских карбонатных отложениях карбона, под пресноводными континентальными образованиями верхневятского подъяруса, залегает нижнеустьинская свита – палеонтологически немая толща пестроцветных и красноцветных, в разной степени загипсованных алевролитов, глин и песчаников (Александрова и др., 1993; Ауслендер и др., 1980; Дашевский и др., 1982; Кириков, 2012; Шулешкина, 1972). Эти прибрежно-континентальные отложения сформировались на северо-восточной периферии Московского залива. Литогенетически они сходны с более древними гипсоносными терригенными прибрежно-континентальными образованиями казанского яруса центральных и восточных районов Московской синеклизы (нижнеустьинская свита) и на этом основании ошибочно объединяются с последними в одну свиту. Другим косвенным свидетельством существования Московского залива является появление в жуковское время в фаунах западной окраины Восточно-Европейского седиментационного бассейна «морских» элементов: акул (Миних и др., 2014), солоноватоводных остракод Clinocypris cf. elongata Schneider, Clinocypris sp., Marginella (?) sp., Nerechtina cf. plana Mishina (Голубев, 2004; Голубев и др., 2005), двустворчатых моллюсков Permianaia gusevi Silantiev et Urazaeva (Silantiev et al., 2018). «Морские» элементы обнаружены только в окрестностях города Вязники Владимирской области и не известны в других районах Восточно-Европейского седиментационного бассейна.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проекты 17-04-01937, 17-04-00410, 17-54-10013.

- Александрова Н.А., Ауслендер В.Г., Буслович А.Л., Бондаренко Е.Д. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия: Тихвинско-Онежская. Листы: О-36-VI (Бабаево), О-36-XII (Чагода), О-37-I (Борисово-Судское), О-37-II (Воскресенское). Объяснительная записка. – М.: ВГФ, 1993. – 207 с.
- Ауслендер В.Г., Николаев Ю.В., Смирнов В.И. Геологическая и гидрогеологическая карты СССР масштаба 1:200000. Серия: Тихвинско-Онежская. Лист: О-37-VII. Объяснительная записка. М.: Союзгеолфонд, 1980. 136 с.
- Голубев В.К. Граница перми и триаса на Восточно-Европейской платформе // Структура и статус Восточно-Европейской стратиграфической шкалы пермской системы, усовершенствование ярусного расчленения верхнего отдела пермской системы общей стратиграфической шкалы: доклады Всероссийского совещания. – Казань: Издательство Казанского университета, 2004. – С. 19–21.
- Голубев В.К., Сенников А.Г., Наугольных С.В. Новые данные по стратиграфии и палеонтологии верхнепермских отложений окрестностей города Вязники (Владимирская область) // Палеострат-2005: программа и тезисы докладов Годичного собрания секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества (Москва, 14–15 февраля 2005 г.). – М.: Палеонтологический институт РАН, 2005. – С. 14–15.
- Голубев В.К. Важнейшие события геологической истории Восточно-Европейской платформы в пермском периоде // Проблемы палеоэкологии и исторической геоэкологии: сборник трудов Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора Виталия Георгиевича Очева (Москва – Саратов, 29–30 мая и 11—13 июня 2018 г.). – М.; Саратов: ПИН РАН им. А.А. Борисяка; СГТУ им. Ю.А. Гагарина; Кузница рекламы, 2018. – С. 18–20.
- Дашевский В.В., Шаталова О.Н., Столярова Т.И., Бастракова Н.В., Бахромкина Н.Г. Государственная геологическая карта СССР масштаба 1:200000. Серия: Московская. Листы: О-37-XIII, О-37-XIX, О-37-XX. Объяснительная записка. – М.: Союзгеолфонд, 1982. – 216 с.
- Загородных В.А., Довбня А.В., Жамойда В.А. Стратиграфия Калининградского региона. Калининград: Департамент природных ресурсов по Северо-Западному региону МПР России, 2001. – 226 с.
- Кириков В.П. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1000000 (третье поколение). Серия: Центрально-Европейская. Лист: N-34 (Калининград). Объяснительная записка. СПб.: ВСЕГЕИ, 2011. 226 с.
- Кириков В.П. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1000000 (третье поколение). Серия: Центрально-Европейская. Листы: О-35 (Псков), N-35, О-36 (Санкт-Петербург). Объяснительная записка. – СПБ.: ВСЕГЕИ, 2012. – 510 с.
- *Позовский В.Р.* Триасовые озера Московской и Польско-Литовской синеклиз. История озер позднего палеозоя и раннего мезозоя. Л.: Наука, 1987. С. 199–213.
- *Мерзляков Г.А.* Пермские соленосные бассейны Евразии // Труды института геологии и геофизики. Новосибирск: Наука, 1979. Вып. 392. 142 с.
- *Миних А.В., Миних М.Г., Андрушкевич С.О.* Ихтиофауна терминальной перми в окрестностях города Вязники Владимирской области // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия: Науки о Земле. 2014. Т. 14. № 2. С. 91–96.
- Шулешкина Е.А. Государственная геологическая карта СССР (карта дочетвертичных отложений) масштаба 1:200000. Серия: Тихвинско-Онежская. Лист: О-36-XVIII. М.: ТГУЦ, 1972. 1 л.
- Menning M., Hendrich A. (Eds.) (2016). Stratigraphic Table of Germany 2016. Potsdam: German Research Centre for Geosciences. 1 table.
- Silantiev V.V., Urazaeva M N., Golubev V.K. (2018). The Nonmarine Bivalve Permianaia gen. nov., the Last Member of Naiaditidae from the Terminal Permian the East European Platform. Paleontological Journal 52 (7), pp. 777–790.

## New data on Pennsylvanian conodonts of the Northern Russian Platform

Natalia V. Goreva

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; n.v.goreva@mail.ru

## Новые данные о пенсильванских конодонтах севера Русской платформы

### Горева Н.В.

Геологический институт, Москва, Россия; n.v.goreva@mail.ru

Изучены конодонты средне- и верхнекаменноугольных отложений севера Русской платформы. Материалом для исследований послужили естественные обнажения западного склона Северного Тимана и материалы из скважин, пробуренных на северозападном крыле Московской синеклизы.

Первые сведения о каменноугольных конодонтах западного склона Северного Тимана были опубликованы (Горева, 1990; Горева и др., 1997) по результатам изучения каменноугольных отложений в естественных выходах по реке Волонга. Однако в последние годы были получены новые данные по таксономии, объему видов конодонтов, их стратиграфическому распространению и уточнена последовательность конодонтовых зон среднего и верхнего карбона по типовым разрезам Московской синеклизы и Южного Урала (Махлина и др., 2001; Горева, Алексеев, 2010), что заставило вернуться к ревизии конодонтов Тиманского региона, пересмотреть видовой состав комлексов и дать новое зональное расчленение. Уточнена характеристика комплекса конодонтов волонгского горизонта, отвечающего, в целом, каширскому и, частично, верейскому горизонтам московского яруса. Доминирующим в комплексе нижней части горизонта является Neognathodus tsnensis Alekseev et Gerelzezeg, широко распространенный в основании каширского горизонта (цнинская свита) страторегиона. Полностью пересмотрен видовой состав комплексов региональных буркемского и одеского горизонтов, отвечающих касимовскому ярусу. Проведено зональное расчленение в соответствии с современными представлениями. В московском интервале выделены зоны atokaensis, bothrops, medadultimus, podolskensismedexultimus, inaequalis и зона roundyi, в касимовском установлены зоны subexcelsa, sagittalis, toretzianus, firmus, в основании аювинского горизонта выделена зона simulator, отвечающая подошве гжельского яруса.

Конодонты из подразделений региональной стратиграфической шкалы среднего и верхнего карбона северо-запада Московской синеклизы до последнего времени не были известны, и местные подразделения коррелировались с региональной шкалой южной и центральной частей Московской синеклизы с помощью брахиопод и фораминифер. Впервые получены данные о конодонтах средне- и верхнекаменноугольных отложений междуречья рек Онеги и Северной Двины. Материалом для исследований послужили образцы двух скважин, пробуренных на территории Архангельской области, – 4К, расположенной к северу от города Каргополь, близ деревни Архангело (сейчас – Шелоховская), и 83, пробуренной на реке Моша, правом притоке реки Онеги. Скважина 4К вскрывает карбонатные отложения нерасчлененных карельской и сондомской свит и зиновской свиты московского яруса. В скважине 83 вскрыты отложения чурьегской, акуловской и надпорожской свит верхнего карбона. По материалам скважины 4К в московском ярусе установлены конодонтовые зоны podolskensis-medexultimus, отвечающие подольскому горизонту (свиты карельская и сондамская), и Neognathodus roundyi (зиновская свита), соответствующая верхней части мячковского горизонта. Отложения верхнего карбона в скважине 83 представлены литологически однообразной карбонатной толщей и, вследствии бедности фауны, в этом районе практически не расчленялись. Выделялись две свиты: акуловская, отвечающая, в целом, касимовскому ярусу, и надпорожская – гжельскому. Комплексы конодонтов позволили выделить в этой части разреза подразделения кревякинского и хамовнического горизонтов касимовского яруса. Установлены зоны subexcelsa и makhlinae, отвечающие кревякинскому горизонту, и интервал зоны sagittalis, соответствующий части хамовнического горизонта стратотипической местности. Нижняя граница гжельского яруса фиксируется по резкому изменению комплекса и появлению целого ряда видов: Idiognathodus simulator (Ellison), Id. tersus (Ellison), Streptognathodus elegantulus (Ellison) и других, характеризующих основание гжельского яруса, зону simulator. Выше по разрезу установлена зона elongatus, соответствующая ногинскому горизонту. Основание ассельского яруса нижней перми определено в этой скважине по появлению Streptognathodus wabaunsensis Gunnell.

В результате проведенных исследований уточнена конодонтовая характеристика московского, касимовского и гжельского ярусов в разрезах Северного Тимана и впервые получена характеристика по конодонтам средне- и верхнекаменноугольных отложений междуречья Онеги и Северной Двины. Полученные данные составили основу для дробного расчленения и корреляции отложений среднего и верхнего карбона севера Русской платформы с подразделениями стратотипов. Установлено, что последовательность конодонтовых комплексов северо-западного крыла Московской синеклизы аналогична последовательности, установленной в разрезах южного крыла стратотипической местности для московского, касимовского и гжельского ярусов. В каширском комплексе конодонтов северотиманских разрезов отмечено доживание более древних форм рода *Idiognathoides*, характерных для верейского времени, что почти не наблюдается в разрезах центральных районов Русской платформы, но сближает разрезы с одновозрастными отложениями Южного Урала.

Исследования выполнены в рамках научно-исследовательской темы Геологического института РАН (ГИН РАН) № 0135-2018-0036

- Горева Н.В. Комплексы конодонтов московского яруса Западного склона Северного Тимана // Известия АН СССР. Серия геологическая. – 1990. – № 2. – С. 133–138.
- Горева Н.В., Кашик Д.С., Коссовая О.Л., Ложкина Н.В., Миклухо-Маклай О.А., Молчанова Л.М., Шафрановский Г.И. Опорные разрезы карбона и перми Северного Тимана // Труды Межведомственного стратиграфического комитета. – СПб.: Наука, 1997. – Т. 24. – 288 с.
- Горева Н.В., Алексеев А.С. (2010). Конодонтовые зоны верхнего карбона России и их глобальная корреляция // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2010. – Т. 18. – № 6. – С. 35–48.
- *Махлина М.Х., Алексеев А.С., Горева Н.В.* Средний карбон Московской синеклизы (южная часть). М.: Научный Мир, 2001. Т. 2: Палеонтологическая характеристика. 328 с.

## Palynological evidence of southwestern Gondwana's prolonged Carboniferous-Permian glaciation: Towards a refined biotic deglaciation model

Annette E. Götz University of Portsmouth, School of Earth and Environmental Sciences, United Kingdom; annette.goetz@port.ac.uk Kazan Federal University, Kazan, Russia

The Late Palaeozoic Ice Age (LPIA) represents one of the most extreme climate transformations in Earth history, transitioning from icehouse to greenhouse conditions (e.g., Montañez et al., 2007; Fielding et al., 2008; Shi, Waterhouse, 2010; Frank et al., 2015; Montañez, 2016; Goddéris et al., 2017). This climate amelioration is well documented in the sedimentological, palaeontological and geochemical record across Gondwana with Late Carboniferous and Permian basins of Australia, Antarctica, South America, Arabia, India and Africa representing excellent geological archives.

However, the controversial discussion on the termination of glaciation demonstrates the need for a more robust stratigraphic control including climatic palynoevents calibrated by radiometric data (Götz, Wheeler, 2018). From this background and building on previously postulated deglaciation models, the detailed study of vegetational changes recorded in palynomorph assemblages is seen as powerful tool to establish a refined biotic deglaciation model. New palynological data from Karoo basins of southwestern Gondwana (South Africa, Mozambique) reveal thick lacustrine deposits of Artinskian age (Götz, Ruckwied, 2014; Wheeler, Götz, 2016, 2017; Götz et al., 2019), documenting the final glacial retreat with melt waters supplying broad lowland sinks. The switch from cold to cool-temperate conditions is displayed in the pollen record with the first taeniate bisaccate elements occurring in the Artinskian, clearly marking a change in the upland flora. This prominent floral signature indicates that at least in the southwestern part of Gondwana glaciers still characterized the upland regions during the late Cisuralian. Palynological evidence of a prolonged glaciation also includes marine phytoplankton associations (Götz et al., 2018) and their response on meltwater influx into marine basins during the late Cisuralian (Artinskian/Kungurian).

This work is supported by the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University and by the DST-NRF Centre of Excellence for Integrated Mineral and Energy Resource Analysis CIMERA, project KARIN (Karoo Research Initiative).

### References

- Fielding C.R., Frank T.D., Isbell J.L. (Eds.) (2008). Resolving the Late Paleozoic Ice Age in Time and Space. GSA Special Paper 441, pp. 1–354.
- Frank T.D., Shultis A.I., Fiedling C.R. (2015). Acme and demise of the late Palaeozoic ice age: A view from the southeastern margin of Gondwana. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 418, pp. 176–192.
- Goddéris Y., Donnadieu Y., Carretier S., Aretz M., Dera G., Macouin M., Regard V. (2017). Onset and ending of the late Palaeozoic ice age triggered by tectonically paced rock weathering. Nature Geosciences 10, pp. 383–386.

- Götz A.E., Ruckwied K. (2014). Palynological records of the Early Permian postglacial climate amelioration (Karoo Basin, South Africa). Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments 94, pp. 229–235.
- Götz A.E., Wheeler A. (2018). Challenges of Gondwanan marine-nonmarine correlations a palynological perspective. Paleontological Journal 52, pp. 748–754.
- Götz A.E., Ruckwied K., Wheeler A. (2018). Marine flooding surfaces recorded in Permian black shales and coal deposits of the Main Karoo Basin (South Africa): implications for basin dynamics and cross-basin correlation. International Journal of Coal Geology 190, pp. 178–190.
- Götz A.E., Hancox P.J., Lloyd A. (2019). Southwestern Gondwana's Permian climate amelioration recorded in coal-bearing deposits of the Moatize sub-basin (Mozambique). Palaeoworld. [in press]
- Montañez I.P. (2016): A Late Paleozoic climate window of opportunity. Proceedings of the National Academy of Sciences 113, pp. 2234–2336.
- Montañez I.P., Tabor N.J., Niemeier D., Dimichele W.A., Frank T.D., Fielding C.R., Isbell J.L. (2007). CO<sub>2</sub>-forced climate and vegetation instability during Late Paleozoic deglaciation. Science 315, pp. 87–91.
- Shi G.R., Waterhouse J.B. (2010). Late Palaeozoic global changes affecting high-latitude environments and biotas: An introduction. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 298, pp. 1–16.
- 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, pp. 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, pp. 259–271.

## Correlation of the Devonian stratigraphic chart of the Altai-Sayan Folded Area and the International Chronostratigraphic Chart

Yaroslav M. Gutak<sup>1</sup>, Sergei A. Rodygin<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Siberian State Industrial University, Novokuznetsk, Russia; gutakjaroslav@yandex.ru <sup>2</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

# Соотношение глобальной и региональной стратиграфических шкал девона Алтае-Саянской складчатой области

Гутак Я.М.<sup>1</sup>, Родыгин С.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Сибирский государственный индустриальный университет, Новокузнецк, Россия; gutakjaroslav@yandex.ru

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

Главное отличие нового варианта Международной геохронологической шкалы от предшествующих шкал заключается в установлении глобальных стратотипов границ ярусов (GSSP). К настоящему времени установлены границы всех систем фанерозоя и большинства ярусов (Алексеев, 2015; Ogg et al., 2016). Ранее геохронологические подразделения выделялись на событийной основе. В основании каждой системы предполагался перерыв в осадконакоплении, длительность которого оставалась неясной. Для преодоления этой ситуации было принято решение определять границы глобальных хроностратиграфических подразделений в разрезах с непрерывным осадконакоплением. При этом расположение разреза не имело значения. Выбирая положение границы в разрезе, исследователи руководствовались принципом максимального ее приближения к известным событийным уровням (как правило, ниже последних). Удалось выработать несколько общих принципов:

1. Геохронологические стандарты устанавливаются, по возможности, на биологической основе (для девона это так и есть).

2. Лучшим способом совершенствования геохронологической шкалы является определение хроностратиграфических границ.

3. Определение нижней границы соответствующего подразделения одновременно определяет верхнюю границу подстилающего подразделения.

4. Геохронологическая граница устанавливается внутри интервала распространения «транзитной» группы ископаемых организмов, а не по появлению любой новой группы.

5. Граница устанавливается на наиболее низком таксонометрическом уровне изменения такой группы (как правило, подвида, редко вида). Более высокие категории (род, семейство) не используются.

Соблюдение всех изложенных выше принципов позволило создать идеальный инструмент измерения геологических процессов во времени и пространстве. В то же время большинство геологических разрезов дискретны, в них отмечаются множественные перерывы в осадконакоплении. В этой связи возникает вопрос: как соотносить идеальную модель с реалиями региональной геологии?

Авторами проведен анализ возможности выделения точек глобальных стратотипов границ в реальном геологическом разрезе девонской системы западной части Алтае-Саянской складчатой области (АССО). Стратиграфическая шкала девонской системы этого региона состоит из линейки региональных горизонтов (для нижнего и среднего девона стратотипом выступают разрезы Салаирского кряжа, для верхов среднего и верхнего девона – северные окраины Кузнецкого краевого прогиба) (Гутак и др., 2018; Стратотипические..., 1987; Типовые..., 1992; Gutak et al., 2018).

Все реальные границы стратиграфических подразделений девона в АССО являются событийными. Глобальные стратотипы границ привязаны к этим событиям и установлены или ниже (границы девонской системы пражского, эмсского, эйфельского, франского ярусов и нижняя граница каменноугольной системы), или выше (границы живетского, фаменского ярусов). К настоящему времени в региональной схеме западной части АССО найдены в разных местах виды-индексы пражского, эмсского, эйфельского, живетского, франского, фаменского ярусов. При этом установлено, что их первое появление близко к естественным границам региональных подразделений (горизонтов) и соответствует положению глобальных стратотипов границ. Это свидетельствует о правильности проводимых корреляций региональной схемы с Международной стратиграфической шкалой.

Вместе с тем найти вид, по которому проводится граница, зачастую или очень сложно, или вообще невозможно. Так, вид-индекс нижней границы девонской системы *Monograpthus uniformis* – это граптолит, и для его находок требуются очень своеобразные отложения. В западной части АССО, на раннедевонском срезе, они отсутствуют. Виды-индексы остальных ярусов девонской системы также найдены в единичных местах: пражского, эмсского, эйфельского ярусов на Салаире; живетского и франского ярусов в Рудном Алтае, фаменского яруса в Горном Алтае и Кузнецком прогибе; нижней границы каменноугольной системы в Кузнецком прогибе (Гагиев и др., 1987; Гутак и др., 2000; Стратотипические..., 1987; Типовые..., 1992). По этой причине напрямую использовать зональные виды ископаемых организмов удается довольно редко и, следовательно, нужно пользоваться анализом комплексов фоссилий и методами событийной стратиграфии.

Таким образом, на примере стратиграфической шкалы девонской системы показано, что точки глобальных стратотипов границ ярусов не совпадают с реальными событийными границами, по которым проведено выделение последних. Точки GSSP располагаются или ниже (большинство), или выше литологических границ. Это обстоятельство необходимо учитывать при создании региональных схем и шкал. В практическом смысле обнаружение точек GSSP в региональном разрезе указывает только на близость границы, но никак не на саму границу.

#### Список литературы

Алексеев А.С. (2015). Международная стратиграфическая шкала и её современный статус // Геология и геофизика. – 2015. – Т. 56. – № 4. – С. 671–681.

- 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
- Гутак Я.М., Мурзин О.В., Жданов В.А., Ляхницкий В.Н., Петрунина З.Е., Родыгин С.А. Опорные разрезы девона Рудного Алтая и граница среднего и верхнего девона: путеводитель полевой экскурсии VII выездной сессии Девонской комиссии МСК России в Рудном Алтае (Змеиногорск, 15–20 августа 2000 г.). – Змеиногорск: Рудно-Алтайская экспедиция, 2000. – 75 с.

- Гутак Я.М., Родыгин С.А., Перегоедов Л.Г., Макаренко С.Н., Антонова В.А. Региональная стратиграфическая шкала девона западной части Алтае-Саянской складчатой области (новая редакция) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2018. – Т. 1. – № 33.– С. 3–13.
- Стратотипические разрезы нижнего и среднего девона Салаира. Теленгитский надгоризонт: карбонатные фации / Е.А. Елкин, Н.К. Бахарев, Р.Т. Грацианова и др. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1987. 194 с.
- Типовые разрезы пограничных отложений среднего и верхнего девона, франского и фаменского ярусов окраин Кузнецкого бассейна: материалы V выездной сессии комиссии МСК по девонской системе (Кузбасс, 16–29 июля 1991 г.) / ред.: М.А. Ржонсницкая, В.И. Краснов, Я.М. Гутак. – Новосибирск, 1992. – 185 с.
- Gutak Ya., Rodygin S., Peregoedov L., Mararenko S., Savina N., Antonova V. (2018). New Edition of the Regional Stratigraphic Chart of the Devonian in the Western Part of the Altai-Sayan Folded Area (Siberia, Russia). Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting, 2017. Advances in Devonian, Carboniferous and Permian research: stratigraphy, environment, climate and resources. Filodiritto International Proceedings, pp. 134–143.
- Ogg J.G., Ogg G.M., Gradstein F.M. (2016). A Concise Geologic Time Scale. Elsevier, 243 p.

# Research into the weathering of ordinary chondrites in terrestrial environments

Svetlana S. Hontsova<sup>1</sup>, Elena M. Maksimova<sup>1</sup>, Evgeniya V. Petrova<sup>2</sup>, Igor A. Nauhatsky<sup>1</sup>, Grigoriy A. Yakovlev<sup>2</sup> <sup>1</sup>Crimean Federal V.I. Vernadsky University, Simferopol, Russia; sgoncova@gmail.com <sup>2</sup>Ural Federal University, Ekaterinburg, Russia

### Исследование результатов выветривания некоторых обыкновенных хондритов в земных условиях

Гонцова С.С.<sup>1</sup>, Максимова Е.М.<sup>1</sup>, Петрова Е.В.<sup>2</sup>, Наухацкий И.А.<sup>1</sup>, Яковлев Г.А.<sup>2</sup> <sup>1</sup>Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского, Симферополь, Россия; sgoncova@gmail.com

<sup>2</sup>Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

Эффекты земного воздействия на метеориты наблюдаются в большинстве находок. Это подтверждается образованием вторичных минералов, таких, как гетит (α-FeOOH), акагенит (β-FeOOH) и др. (Rubin, 1996). Исследование результатов земного выветривания метеоритов разных типов является важной задачей, решение которой необходимо для того, чтобы избежать неточностей в интерпретации космохимического состава метеоритов.

В настоящей работе методами рентгеноструктурного анализа и сканирующей электронной микроскопии были исследованы два обыкновенных хондрита: Харабали H5, S1, W3 и Gandom Beryan 008 H5, S2, W3-4. Харабали был обнаружен в 2001 году в Астраханской области (Россия), а Gandom Beryan 008 впервые найден в январе 2017 года в пустыне Лут (Иран) (Ruzicka et al., 2015; Gattacceca et al., 2019).

По данным рентгенофазового анализа, в обоих исследованных фрагментах метеоритов обнаружены оксиды и гидроксиды железа, образование которых связано с пребыванием этих метеоритов в земных условиях. В основном, это гетит ( $\alpha$ -FeOOH), маггемит ( $\alpha$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), магнетит (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) и гематит (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>).

В силикатной матрице исследованных образцов наблюдаются включения сплава Fe-Ni, троилита (FeS) и хромита (FeCr<sub>2</sub>O<sub>4</sub>) с трещинами, заполненными продуктами выветривания. Следует отметить, что земному выветриванию больше подвержены включения камасита ( $\alpha$ -Fe(Ni,Co)) и тэнита ( $\gamma$ -Fe(Ni,Co)). Зоны, замещающие первичный сплав Fe-Ni в результате выветривания исследуемых образцов, представлены магнетитом (Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>) и маггемитом ( $\gamma$ -Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) с небольшим содержанием примесей Mg ~ 0,8 wt. % и Si 1,5–3,5 wt. %.

В исследуемых образцах не наблюдается больших отличий результатов выветривания металлических фаз, находящихся как вблизи коры плавления, так и внутри образцов. Следует отметить, что в начальный период после падения метеоритов в жаркие пустыни основная часть метеоритов подвергается интенсивному выветриванию, после чего выветривание протекает медленнее (Bland et al., 1996). Наблюдаемая степень выветривания исследованных образцов позволяет предположить, что начальный период выветривания был более влажным.

### Список литературы

- Bland P.A., Berry F.J., Smith T.B., Skinner S.J., Pillinger C.T. (1996). The flux of meteorites to the Earth and weathering in hot desert ordinary chondrite finds. Geochimica et Cosmochimica Acta 60 (11), pp. 2053–2059.
- Gattacceca J., Bouvier A., Grossman J., Metzler K., Uehara M. (2019). The Meteoritical Bulletin, No. 106. Meteoritics & Planetary Science 54 (2), pp. 469–471.

Rubin A.E. (1996). Mineralogy of meteorite groups. Meteoritics & Planetary Science. 32. pp. 231-247.

Ruzicka J., Grossman A., Bouvier C. D.K. Herd, Agee, C.B. (2015). The Meteoritical Bulletin, No. 102. Meteoritics & Planetary Science 50, pp. 1662–1662.

## Carboniferous volcanic stratigraphy of the West Siberian Geosyneclise

Georgy D. Isaev LLC SIC "SIBGEONAFT", Novosibirsk, Russia; sibgeonaft@mail.ru

## «Вулканостратиграфия» карбона Западно-Сибирской геосинеклизы

### Исаев Г.Д.

ООО НИЦ «СИБГЕОНАФТ», Новосибирск, Россия; sibgeonaft@mail.ru

В пределах Западно-Сибирской геосинеклизы (ЗСГ) известно 305 площадей, где установлены образования каменноугольного возраста. Менее 1/3 разрезов представлено осадочными породами, большинство же – вулканитами разного состава, интрузивными породами, пространственно связанными с карбоном в целом. Другими словами, согласно статистике, карбон вскрыт 685 скважинами, более 2/3 которых представлено субвулканическими, гипабиссальными, плутоническими и эффузивными магматическими образованиями, располагающимися как в областях развития осадочного карбона, так и на его границах. Этот комплекс образований изучался с 1964 года, однако в настоящий момент известно лишь 51 заключение об абсолютной датировке возраста магматитов. Более планомерно исследовался осадочный карбон, однако пока известны данные только по 54 скважинам, которые вскрыли палеонтологически охарактеризованные отложения.

В пределах ЗСГ автором установлено 6 этапов (циклов) вулканизма и 6 – седиментогенеза. Каждому циклу предшествовала стадия размыва и выравнивания, а по завершению активной вулканической деятельности – стадия остаточного вулканизма, формирования синхронных вулканизму осадочных пород, поверхностной абразии. Каждый магматический этаж приурочен к перерывам в стратиграфической последовательности – к границам стратонов Международной стратиграфической шкалы: систем, отделов и ярусов. Таким образом, автором установлена полиэтажная конструкция латеральных рядов вулканических комплексов («горизонтов»): на границе девона и карбона – Ишимский этаж («горизонт») с индексом а; на границе C<sub>1</sub> t/C<sub>1</sub> v – Валерьяновский этаж («горизонт») – b; на границе  $C_1 v/C_1 s$  – Качарский этаж («горизонт») – c; на рубеже нижнего и среднего карбона – Демьянский этаж («горизонт») – d; на рубеже среднего и верхнего карбона – Вартовский этаж («горизонт») – е: на рубеже карбона и перми – Восточно-Никольский этаж («горизонт») с индексом f. Между этими «горизонтами» установлены аналоги стандартных ярусов и отделов: турне, визе, серпухова, башкирского и московского ярусов и верхнего карбона. Только 10 % скважин, вскрывших осадочные разрезы этих стратонов, имеют палеонтологическую характеристику.

Каждый этаж магматизма ЗСГ состоит из нескольких вулканических комплексов или массивов (стратовулканов, палеовулканов), каждый из которых образован различными фациями лавовых бассейнов: экструзивно-жерловыми, интрузивными (гипабиссальными, субвулканическими, плутоническими), потоковыми вулканическими (эффу-

зивными), эксплозивно-обломочными и осадочно-вулканокластическими. Присутствие околожерловых фаций и субвулканических интрузий (как корневых систем) позволяет оконтурить предполагаемые центры извержений (купола, очаги), а прослеживание горизонтов вулканокластики – ограничить, в целом, прогнозные области деятельности древних вулканов. Картирование вулканомиктовых образований с переотложенной вулканокластикой позволяет оценить мощность и высоту вулканогенных построек. Информация о соотношении вулканитов и осадочных отложений в конкретных разрезах, о характере распространения синхронной вулканизму пирокластической (туфовой, вулканокластической) примеси в осадочных породах является главной при сомоделировании лавовых и осадочных бассейнов ЗСГ. Несмотря на то, что вулканиты приурочены к перерывам в стратиграфической последовательности, а по объему геологического времени (в отличие от осадочных образований) относятся к типу мгновенных, все-таки осадочные разрезы, особенно в низах и в верхах, содержат признаки вулканической деятельности. Это позволяет не только определить разновозрастность последней, но и синхронизировать признаки вулканизма в породах по возрастным уровням и по всей территории ЗСГ. Положительные и отрицательные формы вулканического рельефа сами по себе имеют косвенное (опосредованное) влияние на законы распределения осадков, на конфигурацию границ бассейнов и фаций. К положительным формам относятся острова с вулканогенным рельефом и возвышенные плато вулканической природы (ВП). Кальдеры – как отрицательная форма – являются основой для формирования посткальдерных озер (ПО) с морской либо пресноводной биотой. Максимальное количество островов характерно для турне, а ПО появляются только с серпуховского века. Их размеры можно увязать с масштабом или мощностью выброса вулканического материала из недр. В серпухове таких катастрофических извержений было три, в башкирском ярусе – тоже. Катастрофический тип серпуховского (Качарского и Демьянского) вулканизма и привел к полной конверсии территории ЗСГ: морской режим полностью заместился исключительно континентальным.

В целом для карбона фациальное районирование территории напрямую связано с особенностями эволюции магматических процессов в литосфере от позднего девона до ранней перми.

### Paleozoic jalodontid chondrichthyans: diversity and distribution

### Alexander O. Ivanov

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

The most taxa of Paleozoic sharks of family Jalodontidae are known based on isolated teeth (Ivanov et al., 2012). But the remains of *Adamantina benedictae* Bendix-Almgreen contain the teeth, part of cartilage skeleton and fragment of squamation (Bendix-Almgreen, 1993). The teeth of jalodontids possess a peculiar crown with two to six cusps covered with a coarse lanceolate ornamentation on the labial side; a straight or slightly curved orthodont cusps; a thick base lacking an apical button, bearing one to four prominent labio-basal tubercles; a foramina of main vascular canals perforating the middle of the lingual rim and the basal depression; a vascularization system including main transversal canal, network of short and wide canals with circular lacunae, and wide pulp canals.

The family includes four described genera: *Jalodus* Ginter, *Adamantina* Bendix-Almgreen, *Isacrodus* Ivanov, Nestell et Nestell, *Texasodus* Ivanov, Nestell et Nestell. The genus *Adamantina* contains two species, *A. benedictae* Bendix-Almgreen and *A. foliacea* Ivanov; other genera are represented by single species. The teeth of *Jalodus* characterized by tricuspid crown, single semilunar labio-basal tubercle and a few short vascular canals in the base. The *Isacrodus* teeth have a tricuspid crown, a one to two oval labio-basal tubercles, a simple vascular network with circular lacunae. The teeth of those taxa demonstrate the slightly variation in the structure of the crown and base. The teeth of *Texasodus* possess three to six cusps in the crown, one to four ovate or circular labio-basal tubercles, and ramified network with large longitudinal vascular canal. The teeth of *Adamantina benedictae* occur only with tricuspid crown but the teeth of *A. foliacea* possess a crown with two to five cusps, two large rounded labio-basal tubercles, and a base with large transversal and short secondary canals with circular lacunae. The dentition of *Texasodus* and *A. foliacea* demonstrates the considerably heterodonty.

The oldest jalodontid taxon *Jalodus australiensis* occurs in the Lower Famennian, Devonian – Lower Tournaisian of Russia (South and Polar Urals, Timan-Pechora Province, North Caucasus, Kuznetsk Basin), Poland, Germany, France, Italy, England, Morocco, Iran, China, Thailand (Ginter et al., 2010).

Adamantina benedictae is known from the Wuchiapingian of Eastern Greenland, and from the Kazanian of Kanin Peninsula, Russia (Bendix-Almgreen, 1993; Ivanov and Lebedev, 2007). *A. foliacea* is wide distributed taxon of jalodontids and reported from the Tournaisian to the Roadian of the South, Middle and Polar Urals, East European Platform, Russia; North Greenland; Iowa, New Mexico and Texas, USA; Brazil (Ivanov et al. 2012, Cuny & Stemmerik 2018). *Isacrodus* was recorded in in the Roadian and *Texasodus* – in the Wordian – Capitanian of Texas, USA (Ivanov et al., 2012).

A new genus from the Upper Triassic of England and Germany previously described as *Phoebodus brodiei* Woodward and *Phoebodus keuperinus* Seilacher possess the typical jalodontid teeth with tricuspid crown with labial lanceolate ornamentation and two rounded labio-basal tubercles (Ivanov, 2013). The jalodontid sharks appeared in the Late Devonian and were very diverse in the Middle Permian and survived the Permo-Triassic biotic crisis (Fig. 1).

	Upper		Rhaetian					
Triassic			Norian					
			Carnian					
	Middle		Ladinian					Jalodontidae
			Anisian					gen. nov.
	Lower		Olenekian					
			Induan		1	1		
Permian	Lopingian		Changhsingian			19 10		
			Wuchiapingian					
	Guadalupian		Capitanian					
			Wordian			6		
			Roadian	Isacrodus				
	Cisuralian		Kungurian	marthae Adamantina				Texasodus
			Artinskian	benedictae				varidentatus
			Sakmarian					
			Asselian					
Carboniferous	Penn- sylvanian	Upper	Gzhelian					
			Kasimovian					
		Middle	Moscovian					
		Lower	Bashkirian					
	Missis- sippian	Upper	Serpukhovian					
		Middle	Visean					
		Lower	Tournaisian					
	Upper		Famennian	A	dama	ntina f	oliacea	a 📕
			Frasnian			,	Jalodu	s australiensis

Fig. 1. Distribution of jalodontid taxa

This work is based on the research supported by the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University.

### References

- Bendix-Almgreen S. E. (1993). Adamantina benedictae n. g. et sp. en nyhed fra Østgronlands marine Ovre Perm, pp. 48–58. In: Johnsen, O. (ed.) Geologisk Museum – 100 år på Østervold. Rodos, København.
- Cuny G., Stemmerik L. (2018). New fossil fish microremains from the Upper Carboniferous of eastern North Greenland. Bulletin of the Geological Society of Denmark 66, pp. 47–60.
- Ginter M., Hampe O., Duffin C.J. (2010). Chondrichthyes Paleozoic Elasmobranchii: Teeth, pp. 1–168. In: Schultze, H.-P. (ed.) Handbook of Paleoichthyology, 3D. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Munich.
- Ivanov A. (2013). Phoebodont-like teeth from the Triassic of Europe. In: Schwarz, C., Kriwet, J. (eds.), Abstracts of the 6<sup>th</sup> International Meeting on Mesozoic Fishes. Verlag Dr. Friedrich Pfeil, Vienna, p. 35.
- Ivanov A.O., Lebedev O.A. (2014). Permian chondrichthyans of the Kanin Peninsula, Russia. Paleontological Journal 48 (9), pp. 1030–1043.
- Ivanov A., Nestell M., Nestell G. (2012). New jalodontid chondrichthyans from the Middle Permian of West Texas, USA. Historical Biology 24(4), pp. 359–368.

# The Lower Kazanian Substage in the outcrops near the village of Baitugan (Samara Region, type area of the substage)

Natalia M. Ivanova, Alexander A. Sidorov, Alexandra M. Evseeva, Denis V. Mayorov Samara State Technical University, Samara, Russia; nat.iva@list.ru

## Изучение обнажений нижнеказанского подъяруса в окрестностях сельского поселения Байтуган (Самарская область)

Иванова Н.М., Сидоров А.А., Евсеева А.М., Майоров Д.В. Самарский государственный технический университет, Самара, Россия; nat.iva@list.ru

В 2018–2019 годах нами проводились исследования и сборы образцов в байтуганских слоях казанского яруса в окрестностях сел Чулпан, Софьино, Камышла, Новое Усманово. Самыми успешными из них с точки зрения собранного палеонтологического материала оказались те, что проводились в байтуганских слоях близ сельского поселения Байтуган (Самарская область) (Форш, 1955). Как известно, классические обнажения на правом берегу реки Сок сильно оплыли и задернованы. На левом берегу реки Сок, по реке Верхний Колок было изучено новое искусственное обнажение высотой 2–2,5 м, вдоль строящегося газопровода. Д.В. Майоров выполнил послойное описание разреза и собрал образцы. Для определения минералогического состава пород проведен рентгенофазовый анализ, а также определена доля нерастворимых примесей в карбонатных породах. Установлено, что породы представлены глинистыми известняками и мергелями.

Для исследованных обнажений характерно обилие остатков морских организмов: брахиопод, мшанок, одиночных кораллов, конулярий, двустворчатых моллюсков, криноидей и т. д. Наиболее часто встречаемые брахиоподы: *Licharewia rugulata* Kut., *Aulosteges horrescens sokensis* Grig., *Globiella hemisphaerium* Kut., *Bajtugania netschaevi* Grunt, *Cleiothyridina pectinifera* Sow. По комплексу окаменелостей установлена принадлежность пород к верхней части байтуганских слоев (Болтаева, 2010). Протяженность выхода, насыщенного фоссилиями, составляет порядка 200–300 м. Встречены деформированные, а также со следами укусов и сверления раковины брахиопод.

Изучение новых обнажений вдоль газопровода дает множество нового материала для характеристики немдинского горизонта, не менее интересного, чем в стратотипической местности на правом берегу реки Сок.

Трое студентов обучались препарированию, описанию и определению фоссилий. А.М. Евсеева занималась изучением брахиопод, относящихся к отряду Terebratulida. Определение проводилось по внешним морфологическим особенностям строения раковины. В соответствии с публикациями Т.Н. Смирновой (Smirnova, 2007), были определены: *Beecheria angusta, B. samarica, B. curva, Dielasma subelongatum, D. jakowlewi, D. elleptica, Sokelasma chuvaschensis, S. guttiformis, Compositelasma evolutum.* Работы А.М. Евсеевой и Д.В. Майорова получили хорошие отзывы на конференциях. Изучаются брахиоподы и мшанки нижнеказанского подъяруса и из других обнажений.

Изучение обнажений немдинского горизонта в районе с.п. Байтуган представляет особый интерес и значение, так как эти объекты достойны статуса памятника природы (особо охраняемой территории). Изучение новых обнажений на левом берегу реки Сок

с богатой фауной позволяет реконструировать фациальную изменчивость одновозрастных отложений. Эти объекты целесообразно использовать также для геологических практик студентов и геологических экскурсий.

- Болтаева В.П. Брахиоподы казанского яруса Волжско-Камского края и их стратиграфическое значение: дис. ... канд. геол.-минерал. наук. Казань, 2010. 160 с.
- Форш Н.Н. Пермские отложения. Уфимская свита и казанский ярус // Труды ВНИГРИ. 1955. Вып. 92. 156 с.
- Smirnova T.N. (2007). Permian Terebratulids of Eurasia: Morphology, Systematics, and Phylogeny // Paleontological Journal 41 (7), pp. 707–813.

### Late Devonian conodonts from North Kharaulakh (Arctic Russia)

Nadezhda G. Izokh

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia; izokhng@ipgg.sbras.ru

### Позднедевонские конодонты Северного Хараулаха (Российская Арктика)

### Изох Н.Г.

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука, СОРАН, Новосибирск, Россия; izokhng@ipgg.sbras.ru

В приустьевой части реки Лена и на островах ее дельты в естественных обнажениях представлены верхнедевонские вулканогенно-осадочные образования. Обоснование возраста пород проводилось в основном по брахиоподам, аммоноидеям и фораминиферам (Межвилк, 1958; Крылова, 1959; Рейтлингер и др., 1973; Меннер, Сидяченко, 1975 и др.).

В 2012 и 2017 годах сотрудниками ИНГГ СО РАН было проведено изучение опорных разрезов верхнего девона Северного Хараулаха в низовьях реки Лена: по правому берегу Быковской протоки (залив Крест-Хомо), на островах ее дельты (Курунгнах-Сисе, Кубалах-Арыта, Столб). Полученные новые данные по конодонтам позволили уточнить их возраст.

Выходы наиболее древних слоев верхнего девона представлены в обнажениях залива Крест-Хомо. В основании франской части разреза здесь залегает пестроцветная толща глинисто-алеврито-карбонатных пород с прослоями тонко-, мелкообломочных известняков, содержащих ассоциацию разнообразных брахиопод. О раннефранском возрасте отложений свидетельствуют многочисленные находки зонального вида для этого стратиграфического уровня – *Mucrospirifer novosibiricus* (Toll). В западной части залива Крест-Хомо найдены конодонты родов *Mesotaxis, Klapperina, Ancyrodella* и *Polygnathus*, подтверждающие их раннефранский возраст.

В урочище Кубалах-Хая на острове Кубалах-Арыта в естественных обнажениях вскрыты темно-серые алевролиты с прослоями алевритистых и глинистых конгломератовидных известняков. Ранее здесь были обнаружены брахиоподы *Mucrospirifer* ex gr. *mucronatiformis* (Khalf.) и многочисленные фораминиферы (Меннер, Сидяченко, 1975; Рейтлингер и др., 1973). На основе анализа выявленных фаунистических ассоциаций высказывалось предположение о присутствии среднего и верхнего франа, а также не исключался раннефаменский возраст верхней части этого разреза. В ходе полевых работ 2017 года этот разрез был опробован на микрофоссилии. В образцах из верхней части разреза были выделены конодонты *Ancyrodella* nodosa Ulrich et Bassler и *Ancyrodella* sp. Полученные предварительные данные по конодонтам свидетельствуют скорее о средне-позднефранском возрасте отложений урочища Кубалах-Хая.

Верхнефранские и нижнефаменские отложения изучены на острове Столб. Первые сведения о находках здесь конодонтов были приведены В.В. Меннером и А.И. Сидяченко (1975). Новые данные о распространении конодонтов в этом разрезе были получены после комплексных исследований (Язиков и др., 2013). Близкие комплексы раннефаменских конодонтов на острове Столб и по керну скважины на острове Саглах опубликованы С.А. Грахановым с соавторами (2013). В керне скважины на острове Саглах они установили, что нижнефаменские отложения перекрываются неогеновыми породами.

На основе биостратиграфического анализа ассоциаций конодонтов в столбовской толще на острове Столб выделены: зона linguiformis верхнего франа и три зоны нижнего фамена – triangularis, crepida и Lower rhomboidea. Зона linguiformis характеризуется конодонтами Pa. praetriangularis Ziegler et Sandberg, Icriodus alternathus alternathus Branson et Mehl, I. alternathus helmsi Sandberg et Dreesen и др. Зоне linguiformis отвечает интервал с первого по третий слой в разрезе. Видимая ее мощность составляет 7,3 м. Зона triangularis характеризуется ассоциацией конодонтов Palmatolepis triangularis Sannemann, Pa. praetriangularis Ziegler et Sandberg, Palmatolepis ssp., Pa. delicatula delicatula Branson et Mehl, Icriodus alternathus alternathus Branson et Mehl, I. alternathus helmsi Sandberg et Dreesen, I. multicostatus multicostatus Ji et Ziegler. Зоне triangularis отвечает интервал в разрезе от кровли слоя 3 по слой 8. Мощность этой зоны составляет 26,1 м. Зона сгеріda включает ассоциацию конодонтов Ancyrolepis cruciformis Ziegler, Polygnathus nodocostatus Branson et Mehl, Palmatolepis praetriangularis Ziegler et Sandberg, Pa. regularis Cooper, Pa. qudrantinodosalobata Sannemann, Pa. perlobata schindewolfi Muller, Pelekysgnathus planus Sannemann и Mehlina sp. Интервал зоны crepida может быть соотнесен с большей частью разреза – с основания слоя 9 по нижнюю часть слоя 37, общей мощностью 159 м. В комплексе зоны rhomboidea видиндекс не найден, однако встреченные конодонты – Palmatolepis tenuipunctata Sannemann, Pa. glabra glabra Ulrich et Bassler, Pa. minuta loba Helms, Pa. minuta minuta Branson et Mehl, Pa. crepida Sannemann, Polygnathus semicostatus Branson et Mehl – xaрактеризуют ее основание (Ji, Ziegler, 1993). Этот комплекс установлен в самой верхней части разреза (слой 37). Видимая мощность зоны rhomboidea – 2 м.

- Граханов С.А., Прокольев А.В., Граханов О.С., Егоров К.Н., Тарабукин В.П., Соловьев Е.Э. Новые данные о геологическом строении дельты реки Лена и перспективах алмазоносности арктического региона // Отечественная геология. 2013. № 5. С. 33–40.
- *Крылова А.К.* О верхнем девоне острова Столб в устье Лены // Доклады академии наук СССР. 1959. Т. 124. № 1. С. 162–164.
- *Межвилк А.А.* Стратиграфия Северного Хараулаха // Советская геология. 1958. № 7. С. 43–61.
- *Меннер В.В., Сидяченко А.И.* Верхний девон района нижнего течения реки Лены // Доклады Академии наук СССР. 1975. Т. 220. № 1. С. 178–181.
- Рейтлингер Е.А., Платонов В.А., Меннер В.В. Микропалеонтологические комплексы девона и нижнего карбона Сибирской платформы // Доклады Академии наук СССР. 1973. Т. 210. № 5. С. 1167–1170.
- Язиков А.Ю., Изох Н. Г., Сараев С.В., Бахарев Н.К., Соболев Е.С., Гонта Т.В. Новые данные по биостратиграфии и седиментологии верхнедевонских отложений острова Столб (дельта реки Лена) // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54. – № 8. – С. 1013–1027.
- Ji Qiang, Ziegler W. (1993). The Lali Section: An Excellent Reference Section for Upper Devonian in South China. Cour. Forsch.-Inst. Senckenberg 157, pp. 1-183.

## An integrated biostratigraphic study of the Chaplygin Formation (Devonian of the Voronezh Anteclise)

Aleftina L. Jurina<sup>1</sup>, Marina G. Raskatova<sup>2</sup> <sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; flora.paleo@mail.ru <sup>2</sup>Voronezh State University, Voronezh, Russia

## Комплексное биостратиграфическое изучение чаплыгинской свиты (девон Воронежской антеклизы)

Юрина А.Л.<sup>1</sup>, Раскатова М.Г.<sup>2</sup> <sup>1</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия; flora.paleo@mail.ru <sup>2</sup>Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия

Пограничные живетско-франские отложения Воронежской антеклизы представляют собой сложный для исследования объект. Они аккумулировались в условиях чередования различных прибрежных континентальных фаций алеврито-глинистых отложений прибрежных участков лагун и заливов (Карпова, 2003). Редкая и неравномерная палеонтологическая охарактеризованность этих отложений вызывает затруднения при их расчленении и корреляции. Выделялись нерасчлененные нижнефранские отложения пашийского и тиманского горизонтов, представленные переслаиванием глин, алевролитов и туфопесчаников ястребовской и залегающей на ней чаплыгинской свит (Родионова и др., 1995). Приводился краткий состав дисперсных миоспор этих свит, однако состав их комплексов и соответствие девонским зонам и подзонам миоспор Восточно-Европейской платформы не отмечались (Родионова и др., 1995). Высшие растения и ихтиофауна не указывались. Согласно стратиграфической схеме России (Решение..., 1990), возраст свит принимался раннефранским. Затем было показано (Jurina, Raskatova, 2014), что ястребовская свита по комплексам дисперсных миоспор относится к живетскому ярусу. Со времени работ Г.Д. Родионовой и других возраст чаплыгинской свиты не обсуждался и принимался раннефранским (Милаш, 2014, 2015; Кулашова и др., 2017). Высшие растения чаплыгинской свиты не изучались, в кернах скважин указывались обрывки растений, часто углефицированные и пиритизированные; отмечались также неопределимые остатки рыб. Биостратиграфическая характеристика свиты к началу нашего изучения была скудной. Первое промежуточное заключение о живетском возрасте чаплыгинской свиты, сделанное нами по миоспорам неполных препаратов, было предварительным и, возможно, ошибочным (Раскатова, Юрина, 2015; Гатовский и др., 2016). В задачи настоящего исследования входит комплексное биостратиграфическое изучение отложений чаплыгинской свиты и подтверждение или уточнение первоначально установленного раннефранского возраста этой свиты на основе изучения новых палеоботанических данных (высших растений и дисперсных микро- и мегаспор), а также представителей ихтиофауны, найденных в некоторых скважинах Воронежской антеклизы – Новохоперской 8750/1 (Воронежская область) и Щиграх-19 (Курская область), материал по которым был любезно предоставлен нам Л.И. Кононовой (Москва, МГУ). Также использовалась хранящаяся в Воронежском университете коллекция миоспор этой же свиты из ранее изученных М.Г. Раскатовой нескольких скважин Воронежской, Липецкой и Белгородской областей центральной и южной частей Воронежской антеклизы.

В чаплыгинской свите нами установлено несколько уровней с палеонтологическими остатками, распределенными по всему разрезу: мио- и мегаспоры отмечены на всех уровнях; на нескольких уровнях, установленных в разрезе скважины Новохоперская 8750/1, встречены мегаспоры с гулой (до 1,5 мм). Флора и ихтиофауна выявлены раздельно, каждая на одном уровне в верхней части разреза, только в скважине Новохоперская: высшие растения представлены древним споровым археоптерисовым Svalbardia banksii Matten, известным в верхнеживетских и нижнефранских отложениях (Jurina, Raskatova, 2012); позвоночные – пластинами антиарх туловищной кости Asterolepis radiata Rohon, что характерно для нижней части франа (Moloshnikov, 2008). По миоспорам выделено четыре палинокомплекса (пк), приуроченных к разным частям разреза чаплыгинской свиты: пк1 – из нижней части и пк2 – из средней части разреза (в скважине Новохоперская 8750/1); пк3 – из нижней части и пк4 – из верхней части разреза (в скважине Щигры-19). Для этих палинокомплексов проведена корреляция с комплексами миоспор Восточно-Европейской платформы (Ауkhimovitch et al., 1993), скорректированными с новейшими данными по уровню проведения границы между живетским и франским ярусами (Жамойда, Петров, 2008; Соболев, Евдокимова, 2013). Пк1 из предполагаемой первоначальными исследователями нижней части изученного разреза чаплыгинской свиты установлен по присутствию только мегаспор, так как изучался предоставленный нам отмытый порошок для конодонтов, в котором при обработке микроспоры были утеряны. Он характеризуется доминированием родов Contagisporites, Biharisporites, Ancyrospora, Hystricosporites, Spelaeotriletes и отвечает составу мегаспор подзоны Ancyrospora incisa-Geminospora micromanifesta (IM) зоны Contagisporites optivus-Spelaeotriletes krestovnikovii (OK). Возможно, граница чаплыгинской свиты первоначально была установлена ошибочно и ее следует проводить стратиграфически выше. В вышеупомянутых ранее изученных скважинах Воронежской антеклизы этот комплекс характерен для ястребовской свиты. До сих пор проведение границы между ястребовской и согласно на ней залегающей чаплыгинской свитой трактуется исследователями по разному. Г.Д. Родионова и др. (1995) отмечают, что на песках ястребовской свиты залегают песчаники чаплыгинской свиты; А.В. Милаш (2014, 2015) предлагает проводить границу чаплыгинской свиты по увеличению в разрезе роли глин зеленоватобурой окраски. Подобная трактовка границ названных свит представляется разноплановой и трудноприменимой на практике.

Пк2 из следующего стратиграфического уровня имеет богатый таксономический состав, в котором доминируют виды и вариететы рода *Geminospora*, кроме того зафиксировано присутствие видов-индексов подзоны (BI): *Raistrickia (al. Acanthotriletes) bucera*, *Archaeozonotriletes variabilis var. insignis*. Он близок по составу к пк3, который характеризуется высоким процентном содержанием и разнообразием видов и вариететов рода *Geminospora*, незначительным содержанием и разнообразием мегаспор родов *Samarisporites, Perotrilites, Ancyrospora, Hystricosporites*, а также появлением видов-индексов подзоны (BI): *Raistrickia (al. Acanthotriletes) bucera*, *Archaeozonotriletes variabilis var. insignis*. Пк4 менее разнообразен по таксономическому составу по сравнению с пк3, но сохраняет при этом высокое процентное содержание и разнообразие видов и вариететов в составе рода *Geminospora* и присутствие видов-индексов подзоны. Пк2–пк4 отвечают последовательным стадиям развития миоспор подзоны Acanthotriletes bucerus-Archaeozonotriletes variabilis insignis (BI) зоны (OK). Чаплыгинская свита очень редко

использовалась в схемах сопоставления средне-верхнедевонских отложений Восточно-Европейской платформы, за исключением стратиграфических схем Беларуси, в которых она сопоставляется с нижнефранским желонским горизонтом (свитой), содержащим ихтиофауну и миоспоры (Обуховская и др., 2005; Плакс, 2008).

Авторы выражают глубокую благодарность сотрудникам МГУ им. М.В. Ломоносова: Л.И. Кононовой за предоставленный материал для изучения, Назаровой В.М. за ценные советы по разрезам скважин, С.В. Молошникову за определение ихтиофауны.

- Гатовский Ю.А. и др. О состоянии палеонтологического обоснования стратиграфической схемы девона Московской синеклизы и Воронежской антеклизы // Состояние стратиграфической базы центра и юго-востока Восточно-Европейской платформы. – М.: ВНИГНИ, 2016. – С. 32–39.
- Жамойда А.И., Петров О.В. Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Задачи дальнейших исследований // Постановления МСК и его постоянных комиссий. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2008. – Вып. 38. – 131 с.
- Карпова Е.В. Особенности седименто- и литогенеза в живетско-раннефранском веках среднеговерхнего девона Павловского месторождения (юго-восток Воронежской антеклизы // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. – 2003. – № 5. – С. 47–56.
- Кулашова Т.А., Кононова Л.И. и др. Комплексное биостратиграфическое изучение франских отложений скважины 16 Щигры (село Нижнекрасное, Курская область): материалы Международной стратиграфическая конференции Головкинского. – 2017. – С. 107–108.
- Милаш А.В. Литология и фации чаплыгинских отложений нижнего франа Павловского выступа юговостока Воронежской антеклизы // Вестник ВГУ. Серия: Геология. – 2014. – № 1. – С. 135–138.
- *Милаш А.В.* Литология и фации чаплыгинских отложений нижнего франа юго-востока Воронежской антеклизы // Вестник ВГУ. Серия: Геология. – 2015. – № 2. – С. 42–45.
- Обуховская Т.Г. и др. Стратиграфическая схема девонских отложений Беларуси // Літасфера. 2005. Т. 1. № 22. С. 69–88.
- Плакс Д.П. О девонской ихтиофауне Беларуси // Літасфера. 2008. Т. 2. № 29. С. 66–92.
- Раскатова М.Г., Юрина А.Л. Предварительное изучение микро-, мегаспор и флоры девонской чаплыгинской свиты из скважины Новохоперская 8750/1 (Воронежская область) // Палеострат – 2015: материалы конференции секции палеонтологии МОИП и МОПО при РАН. – М., 2015. – С. 63–64.
- Решение Межведомственного регионального стратиграфического совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы с региональными стратиграфическими схемами. Девонская система. – Л.: ВСЕГЕИ, 1990. – 60 с.
- Родионова Г.Д., Умнова В.Т., Кононова Л.И. и др. Девон Воронежской антеклизы и Московской синеклизы. М.: ЦРГЦ, 1995. 265 с.
- Соболев Н.Н., Евдокимова И.О. Общая стратиграфическая шкала девонской системы: состояние и проблемы: постановление Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – М: ГИН РАН, 2013. – С. 139–148.
- Avkhimovitch V.I. et al., (1993). Middle and Upper Devonian miospore zonation of Eastern Europe. Bulletin des Centre de Recherché Exploration-Production Elf Aquitaine Boussens 17(1), pp. 79-147.
- Moloshnikov S.V. (2008). Devonian Antiarchs (pisces, Antiarchi) from Central and Southern European Russia. Paleontological Journal 42 (7), pp. 691-773.
- Jurina A.L., Raskatova M.G. (2012). New data on the Devonian plant and miospores from the Lode Formation, Latvia/ Acta Universitatis Latviensis, Earth and Environmental Sciences Series 783, pp. 46-56.
- Jurina A.L., Raskatova M.G. (2014). Svalbardia from Givetian of Central Russia (Voronezh region): leaf morphology and spores from sporangium. The Palaeobotanist 63, pp. 99-112.

# On the formation of the Riphean sedimentary basin in the north of the Volga-Urals Region

Tatyana V. Karaseva, Ivan S. Khopta Perm State National Research University, Perm, Russia; khoptais@yandex.ru

## О формировании рифейского осадочного бассейна на севере Волго-Урала

Карасева Т.В., Хопта И.С.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия; khoptais@yandex.ru

Рифейские осадочные отложения широко распространены в различных регионах земного шара. В последнее время, в связи с присутствием в них промышленной нефтегазоносности, они все больше привлекают внимание.

В пределах Волго-Уральской нефтегазоносной провинции рифейские отложения развиты в основном в Камско-Бельском, Серноводско-Абдулинском и Казанско-Кажимском авлакогенах. В самом крупном – Камско-Бельском – авлакогене выделяются две обособленные впадины: северная – Камская и южная – Бельская, разделенные Орьебаш-Татышлинско-Чернушинской зоной приподнятого залегания фундамента.

Камская впадина, размерами 250х240 км, характеризуется изометричной формой и северо-восточным простиранием. Нижний рифей представлен кырпинской серией, в основании которой залегает тюрюшевская свита, характеризующаяся накоплением грубообломочных песчаных отложений, гравелитов и конгломератов. Стратиграфически выше залегают породы сарапульской свиты, представленные толщей переслаивающихся полевошпат-кварцевых песчаников и алевролитов с подчиненными прослоями аргиллитов и доломитов. Далее следуют отложения прикамской подсерии в составе петнурской, норкинской, ротковской и минаевской свит. Эта подсерия состоит из полевошпатово-кварцевых и аркозовых песчаников, алевролитов с отдельными прослоями аргиллитов, конгломератов, гравелитов и доломитов. Выше залегает орьебашская подсерия, представленная калтасинской свитой, выделяющаяся в качестве нефтегазоматеринской. В ее состав входят саузовская, арланская и ашитская подсвиты. Для саузовской подсвиты характерны доломиты и мергели с прослоями аргиллитов и алевролитов. В арланское время накапливались в основном терригенные осадки, что привело к переслаиванию полевошпат-кварцевых и аркозовых алевролитов и аргиллитов, доломитовых мергелей, глинистых известняков и доломитов, которые приурочены к средней части подсвиты. Ашитская подсвита сложена чередованием светло- и темносерых, в разной степени глинистых и битуминозных доломитов, известняков, мергелей с прослоями аргиллитов и алевролитов. По изотопному составу углерода формирование карбонатов могло происходить в разных условиях с проявлением вторичных процессов. Для калтасинской свиты не выявлено корреляционной зависимости между содержанием карбонатов и органического вещества в породах, характерной для материнских пород палеозоя. Возможно, это связано со спецификой типа органического вещества древних отложений и более длительным пребыванием свиты в главной зоне нефтеобразования, а также частичным прохождением главной зоны газообразования.

Средний рифей представлен серафимовской серией, надеждинской и тукаевской свитами. В первой половине надеждинского времени шло накопление кварцполевошпатовых отложений, гравелитов, мелкогалечных конгломератов, со второй – карбонатно-терригенных осадков, представленных переслаиванием аргиллитов, мергелей, доломитов, алевролитов, реже песчаников. Отложения тукаевской свиты представлены полевошпат-кварцевыми песчаниками с прослоями зеленовато-серых алевролитов и буровато-коричневых аргиллитов.

Недостаточная изученность рифейских отложений бурением до сих пор не позволяет четко определить западную и восточную границы Камской впадины. Северная граница в значительной степени подтверждается данными о разломной тектонике и результатами бурения. Внутренняя структура Камской впадины является достаточно сложной, так как в ее строении принимают участие своды и поднятия, грабены и впадины, различающиеся по составу и возрасту выполняющих и перекрывающих их отложений. Она значительно отличается от Бельской по формированию осадочного чехла, некоторое сходство отмечается только в раннем рифее. В отличие от Бельской впадины рифей здесь представлен в основном нижним комплексом, а отложения среднего рифея только в виде рукавов заходят со стороны южных и юго-восточных районов. Раннерифейский осадочный бассейн характеризуется наибольшей площадью седиментации, а современная мощность отложений во внутренней зоне Камской впадины достигает 8 и более километров. В отличие от Бельской впадины здесь в среднеи особенно в позднерифейское время наблюдался интенсивный подъем территории, который привел к размыву отложений и выходу даже нижнерифейских отложений на предвендскую поверхность, которая в связи с этим имеет более сглаженный характер, чем поверхность фундамента. В результате отсутствуют корреляционные связи между предвендской поверхностью рифея и фундамента, выявленные ранее для Камско-Бельского прогиба в целом (Башкова, 2006). Вероятно, размыв средне- и верхнерифейских отложений был значительным, особенно во внутренних зонах Камской впадины, характеризовавшихся наибольшей тектонической активностью. Подтверждением этому является частое несоответствие глубины погружения фундамента и полноты разреза нижнерифейских отложений. В западной и северной бортовых зонах на предвендскую поверхность выходят в основном прикамские отложения, тогда как в центральной части – калтасинские.

Нефтегазопроявления в рифейских отложениях выявлены в разрезах большинства скважин, пробуренных в Камской впадине. Установленное рядом исследователей (Шаронов,1971; Белоконь и др., 2001; Масагутов, 2002; Башкова, 2006 и др.) присутствие в них нефтегазоматеринских пород, коллекторов и флюидоупоров позволяет предполагать существование самостоятельной рифейской (калтасинской) нефтяной системы, влияние которой распространяется до вендских отложений и, возможно, отложений терригенного девона. Об этом свидетельствует обнаружение залежей изотопно легкой нефти в бедных материнскими породами вендских отложениях Пермского края и Удмуртской Республики и пока единственный для палеозоя случай выявления изотопно легкой нефти в залежи терригенного девона Чубойского месторождения (Белоконь и др., 2001).

- Башкова С.Е., Карасева Т.В. Некоторые особенности процессов генерации УВ в рифей-вендских отложениях Волго-Уральской НГП // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: материалы Региональной научно-практической конференции. Пермь, 2006. С. 86–89.
- Белоконь Т.В., Горбачев В.И., Балашова М.М. Строение и нефтегазоносность рифейско-вендских отложений востока Русской платформы. Пермь: Звезда, 2001. 108 с.
- *Масагутов Р.Х.* Литолого-стратиграфическая характеристика и палеогеография позднего докембрия Башкирского Приуралья. – М.: Недра, 2002. – 224 с.
- Шаронов Л.В. Формирование нефтяных и газовых месторождений северной части Волго-Уральского бассейна. – Пермь: Пермское книжное издательство, 1971. – 290 с.

## Geochemical aspects of the Romashkino oil field (based on the Berezovskaya area)

Galina P. Kayukova<sup>1,3</sup>, Anastasiya N. Mikhailova<sup>1</sup>, Damir Gabdrakhmanov<sup>2</sup>, Boris V. Uspensky<sup>3</sup>, Alexey V. Vakhin<sup>3</sup> <sup>1</sup>Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry, Russia <sup>2</sup>LLC RN-Yuganskneftegaz, Russia <sup>3</sup>Kazan Federal University, Russia; stasu07@mail.ru, vakhin-a\_v@mail.ru, kayukova@iopc.ru

This paper is a geochemical study of the oil formation located in the South Tatar Arch and its possible generation sources. The reconstruction of the initial organic matter, the facial conditions of accumulation and the degree of catagenetic maturity based on the redistribution of biomarkers in oil and bitumoid from rocks of different aged deposits of the Berezovskaya area of the Romashkino oil field was carried out and compared with the results of other authors. A connection between the organic matter of the Domanik formation and the oil and bitumen from the sediments of the same age was found, and the differences in their composition were shown. The relationship between the bitumen and oil of the productive Devonian terrigenous rocks was evaluated based on their components and biomarker composition. The similar reducing depositional settings indicate the presence of a deep fluid component in the formation of the oil-bearing strata in the Berezovskaya area of the Romashkino Oil Field.

The objects of this research were crude oil samples and cores from Devonian (D3sm and D3mnd, D3tm, D3ps, D2zv) deposits of the Berezovskaya area of the Romashkino Oil Field, as well as core samples from the basement rocks in this deposit. A particular focus is made on this territory, as the Berezovskaya area adjoins the Altunino-Shunaksky Depression, which separates the two largest deposits of the Volga-Ural oil and gas basin. At the base of this depression there is a large tectonic fault developed in the crystalline basement. The relief of the crystalline basement has a complex block structure, which is complicated by north-east- and north-west-striking faults. During the oil formation the crystalline basement could repeatedly become a permeable zone during the periods of tectonic activation. The individual hydrocarbon composition of bitumoids and oils was studied by chromatography-mass spectrometry using a DFS Thermo Electron Corporation (Germany).

Oil-bearing rocks were formed in highly reducing marine conditions. The source of organic matter was marine microorganisms (algae and bacteria), as well as considerable quantities of the remains of higher plants. The latter is especially characteristic for terrigenous Devonian oil and bitumoids. The close values of the geochemical parameters for the terrigenous Devonian and the crystalline basement oils and bitumoids, and their difference from similar parameters for the Domanic formation oils and bitumoids, indicate the various sources of their generation. The values of the indicators: Pr/Ph, DIA/REG and  $T_s/T_m$ , indicate the relationship of the basement bitumoids with the fluids from terrigenous deposits. The possibility of the existence of several sources of oil generation differing in the lithological composition of the oil-bearing rocks was indicated. The data given in article according to which carbonate and terrigenous petroleum rocks took part in the generation of oil of Pashian and Timanian productive beds, were confirmed.

The differences in the composition of petroleum and bitumen of the Domanik formations compared to the oils of sub-Domanik sediments and basement bitumen were revealed. The similar component and biomarker composition of bitumen from the basement rocks and the terrigenous Devonian stratum is shown, and a similarity of the reducing conditions during their deposition is revealed, which indicates the influence of crystalline base fluids on the formation of the oil bearing capacity of the Berezovskaya area.

## Seismostratigraphy of the oil-bearing carbonate platform succession of the Volga-Ural basin (East European Platform, South Tatar Arch)

Galina S. Khamidullina, Boris V. Platov, Artur Caramov, Edward R. Ziganshin, Karina G. Barinova

Kazan Federal University, Kazan, Russia; galina-khamidullina@yandex.ru

In the sedimentary cover of the Tatarstan Republic carbonate sediments contain huge amount hydrocarbons. Thus, the carbonates are objects of necessary studying (Kolchugin et al., 2014). Carbonate rocks can be both reservoir and non-reservoir, therefore the main objective of the seismic-stratigraphic analysis is an allocation of zones with improved reservoir properties – potential traps of hydrocarbons (Platov et al., 2018).

The seismic-stratigraphic analysis was carried out by 3D seismic data within the oilfield of the southeast slope of the South-Tatarian arch. Sedimentary cover of the area consists of Devonian, Carboniferous, Permian, Neogene and Quarternary.

The structural interpretation of a seismic cube was carried out. The simple velocity model was used to create structural maps, geological pseudo-deep sections and for calculation the paleosurfaces for each allocated horizon. Three seismic attributes (Schlumberger Petrel development): Local Structural Dip, Chaos, Cosine of Phase was used for reliable identification of facies (Chopra et al., in press; Partika, 2000; Pereira, 2009).

Several seismic complexes which reflect natural change of lithology on the section were marked. The paleogeomorphological and seismic facies analysis allowed identifying the tectonic mode during accumulation of sediments and the related cycle of sedimentation. The result of interpretation is an allocation of sequences which are connected to eustatic events of the sedimentation.

*Sequence A.* Conditionally includes sediments of Sargaian Regional Substage. Reflections of upper Timanian horizon sediments were determined in composition of sequence.

Sequences *B* and *C* were considered as a combined sequence B-C because Semilukian and Mendymian sediments reflects these sequences together.

In southeast and east parts of the research area an increasing of thickness was observed, which, most likely, indicates formation of algal bioherms in Mendymian in the region of "the Sargaian-Semilukian hardground". Bioherms of Mendymian were formed where Domanikian and even Sargaian sediments consists of shallow marine facies. In separate time intervals marine conditions were replaced by lagoon conditions.

Sequence *D* corresponds to Voronezhian-Evlanovian-Livnian sediments (Upper Frasnian). The conditions of the shelf plain and a carbonate shoal were in the research area in the Voronezhian-Evlanovian-Livnian time. A calcareous and dolomitic constructions rised in the zones with the Mendymian algal bioherm in the Voronezhian (Aliev, 1978; Aliyev, 1978; Chopra et al., 2011; Hisamov et al., 2010). There was a calcareous accumulation between bioherms.

Sequence *E* corresponds to sediments of the Zadonskian-Yeletsian interval of the Lower Famennian. Thickness of a Lower Famennian complex reaches 200 m. There was the shelf slope with mainly marine conditions with normal salinity and gas mode of water. The section of the wave field indicates progradational clinothem. According to classical represen-

tation of carbonate sedimentation, it is possible to predict the following sediments in a clinothem: in the bottom zone of every parasequence accumulated short-grained, partially siliceous limestone (Aliyev, 1978).

Sequence *F* corresponds to Dankovian-Lebedyanian (middle Famennian) sediments which on the separated areas lie with unconformity on underlying layer of a Frasnian. Possible biostromal forms of organogenic constructions were highlighted on the paleo structural maps.

Sequence G corresponds to sediments of the Zavolzhian Regional Substage which characterizes in general by marine sedimentation conditions. The research area was located in the deeper part of shallow shelf. The gray, light gray, fine-grained limestones, dolomatic and almost turned to dolomite were accumulated here (Aliyev, 1978). Algal slime calcareous buildings were formed in places of organogenic buildings of Upper Frasnian and Lower Famennian time.

Sequence *N* consists of Malevkian-Upian sediments of Tournaisian. There was an epicontinental sea basin in the territory of the Volga-Ural oil-and-gas province in a Tournaisian time. There were four litological facial zones: coastal sediments, shallow shelf, deepwater sediments, which were related to axial parts of troughs, and the shallow water sediments which were related to the onboard parts of the Kama-Kinel system of troughs (Aliyev, 1978; Clubos, 1973; Hisamov et al., 2010; Larochkina, 2008).

Thus, using interpretation of the wave field (the seismic-stratigraphic analysis) taking into account eustatic events the sedimentation model was created.

The received sedimentation model by means of a paleoreconstruction allowed revealing existence of the weakened zones during various periods of sedimentation of the basin and also possible fractured zones in carbonate.

### References

- Aliev M. M., etc. (1978). Devonian sediments of the Volga-Ural oil-and-gas province. M, Nedra, 216. (In Russian)
- Aliyev M.M., etc. (1978). Coal deposits of the Volga-Ural oil-and-gas province. M, Subsoil, 262. (In Russian)
- Chopra S., Misra S., Marfurt K. (2011), Seismic attributes in frequency enhanced seismic data. 80th Annual International Meeting, SEG. Expanded Abstracts.
- Clubos V.A. (1973). Paleostructural analysis of east regions of the Russian platform, M: Nedra, 176. (In Russian)
- Hisamov R.S., etc. (2010). Geology of the carbonaceous difficult constructed collectors of Devon and carbon fabrics of Tatarstan, Kazan: "Fen" publishing house of Academy of Sciences of RT, 283. (In Russian)
- Kolchugin A.N. Morozov V.P., Korolev E.A., Eskin A.A. (2014). Carbonate formation of the Lower Carboniferous in central part of Volga-Ural basin. Current Science 107(12), pp.2029-2035.
- Larochkina I.A. (2008). Geological bases of search and investigation of oil and gas fields in the territory of the Republic of Tatarstan, Kazan, publishing house of LLC PF "Gart", 210. (In Russian)
- Partika, G. A. (2000). Seismic attribute sensitivity to energy, bandwidth, phase and thickness. SEG Expanded Abstracts
- Pereira L. (2009). Seismic Attributes in Hydrocarbon Reservoirs Characterization, University of Aveiro
- Platov B.V, Khamidullina G.S, Nouriev I.A, (2018). The example of reconstructing carbonate sedimentation process on the basis of seismic-stratigraphic and paleogeomorphological analysis. Neftyanoe Khozyaystvo - Oil Industry. - Is.1. – pp.18-22. (In Russian)

### Use of an optical scanner for complex core analysis

Marsel M. Khamiev, Alexander V. Starovoitov, Bulat M. Nasyrtdinov, Victor E. Kosarev Kazan Federal University, Kazan, Russia; khamiev@inbox.ru

### Применение установки оптического сканирования для комплексного анализа керна

Хамиев М.М., Старовойтов А.В., Насыртдинов Б.М., Косарев В.Е. Казанский федеральный университет, Казань, Россия; khamiev@inbox.ru

Фотографирование керна является одним из рутинных инструментов изучения керна. Фотографии в видимом и ультрафиолетовом диапазонах спектра используются для документирования керна, литологического описания и выявления битумонасыщенных интервалов. Однако возможности метода значительно шире. Авторами была разработана новая установка оптического сканирования керна. Оптический сканер керна «СКИФ» представляет собой лабораторную установку для исследования кернового материала любых диаметров в ультрафиолетовом и видимом диапазонах спектра.





Рис. 1. Общий вид установки сканирования керна

В конструкцию сканера входят следующие элементы: система перемещения камер, система подсветки в различных диапазонах спектра корпус из конструкционного алюминиевого профиля. Точность позиционирования камер соответствует 0,01 мм, что обеспечивает разрешающую способность результирующих изображений в 30–40 микрон.

В зависимости от решаемых задач в установке заложены следующие типы съемки:

1. Съемка ящика с керном. При данном режиме на съемочную площадку устанавливается ящик керна (габариты не более 600х1100 мм). Далее блок камер перемещается по заданным траекториям и делает ряд снимков с перекрытием 60 %. В дальнейшем производится сшивка полученных фотографий и получение единого изображения с заданным разрешением.

2. Проведение съемки во время вращения валов. При этом производится вращение керна вокруг оси и получение серии фотографий. Данный режим позволяет исследовать от одного до нескольких образцов консолидированного керна (суммарная длина не должна превышать 1100 мм) и получать различные по назначению и детализации данные, такие, как:

 – реконструкция двумерного изображения поверхности керна (текстурная развертка);

 – реконструкция трехмерной геометрии поверхности керна с максимально возможной детализацией микрорельефа (фотограмметрия).

В результате исследования керна получаются двухмерные текстурные развертки и полноценные трехмерные модели керна. Они являются цифровыми копиями керна, обладают высокой детализацией рельефа поверхности и позволяют решать широкий спектр геологических задач.

<u>Фото-документирование</u> является обязательной процедурой, позволяющей запечатлеть керн в его первичном виде, и может быть использовано при его литологическом описании. Использование снимков керна в ультрафиолетовом диапазоне в дополнение к фотографиям в видимом диапазоне спектра позволяет проявлять текстурные особенности, которые плохо различимы в видимом диапазоне спектра.

<u>Оценка гранулометрического состава горных пород.</u> Установка сканирования керна обладает пространственным разрешением в 30 микрон. Существует принципиальная возможность, используя алгоритмы машинного зрения, осуществлять выделение зерен, их подсчет и распределение фракций по размеру.

<u>Экспресс оценка насыщения керна.</u> Выделение участков керна, насыщенных битумом, и количественная оценка содержания углеводородов возможна при комбинированной обработке фотографий, полученных в ультрафиолетовом диапазоне и съемке флуоресценции образцов.

<u>Работа с микрорельефом поверхности керна.</u> В ходе обработки коллекции снимков возможно получение высокой детализации микрорельефа поверхности керна. Для обработки подобной информации возможно использование различных подходов анализа, применяемых в геоинформационных технологиях: метода локальных понижений [1] для оценки оптической пористости, линеаментного анализа для оценки трещинноватости [2], комбинации вышеперечисленных методов для оценки кавернозности.

Анализ поверхностно-текстурных характеристик керна может быть применен к различным видам нетривиальных геологических задач. К одной из таких задач относится пространственное ориентирование керна. Это возможно при сопоставлении результатов фотосканирования с данными скважинного акустического сканера.

### Список литературы

de Carvalho O., Guimarães R., Montgomery D., Gillespie A., Trancoso Gomes R., de Souza Martins É., & Silva N. (2014). Karst depression detection using ASTER, ALOS/PRISM and SRTMderived digital elevation models in the Bambuí Group, Brazil. Remote Sensing 6(1), 330-351.

Nourgaliev Danis, Nugmanov Ilmir, Nugmanova E.V., Yachmeneva Ekaterina, Karimov K.M. (2017). Assessing the role of natural fracturing by multiscale geophysical investigation. Neftyanoe Khozyaystvo. Oil Industry 2, pp. 30-35.

# Initial research into the upscaling effect in Permian and Devonian sandstones

Damir I. Khassanov, Marat A. Lonshakov Kazan Federal University, Kazan, Russia; damir.khassanov@mail.ru

## Эффект апскейлинга открытой пористости в образцах песчаников шешминского горизонта пермской системы и девонской системы

Хасанов Д.И., Лоншаков М.А.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия; damir.khassanov@mail.ru

Актуальность данной темы заключается в том, что в зависимости от размера исследуемого образца для одного и того же интервала отбора могут быть получены различные значения коэффициента открытой пористости. Данное явление получило название "upscaling" («масштабирование»). Эффект апскейлинга может оказывать существенное влияние на результаты определения запасов месторождений углеводородов (Томин, 2011). Основной задачей при изучении эффекта апскейлинга является определение представительного объемного элемента (RVE-representative volume element), т.е. выявление оптимального размера для лабораторных исследований. Понятие элементарного представительного объема образца было введено в 1972 году (Bear, 1972). Представительный объем, по мнению авторов, определяется по графикам флуктуации пористости и плотности.

В данной работе приведены предварительные результаты изучения эффекта апскейлинга на примере девонского (Тавельское месторождение) и уфимских песчани-ков (Домосейкинская площадь).

Объектами исследования являлись образцы девонского (глубина – 1693,1 м) и уфимского песчаников (глубина – 204,3, 205,5 и 213 м). Определение значений открытой пористости проводилось методом насыщения водой на установке «Напор-РМ» (рис. 1), согласно ГОСТ 26450.1-85, и с помощью порозиметра «Пласт-215 ATM» (рис. 2), принцип работы которого описывается законом Бойля-Мариотта.



Рис. 1. Установка насыщения «Напор-РМ»



Рис. 2. Газовый порозиметр «Пласт-215 АТМ»

Начальные размеры образца девонского песчаника: высота – 7,5 см, диаметр – 7,5 см; начальные размеры образцов уфимского песчаника: высота – 8 см, диаметр – 9,3 см.

Далее из первичных образцов изготавливались образцы меньшей высоты, при неизменном диаметре, равном 3 см. Высота образцов изменялась от 9 до 3 см. В результате проведенных исследований установлена следующая закономерность: для всех пород при уменьшении объема исследуемого образца наблюдается значительное увеличение разброса значений коэффициента открытой пористости – от 0,005 до 10,42 %. По полученным для каждого интервала данным был определен объем RVE – минимальный объем образца, наиболее достоверно отражающий реальные параметры пласта (Жижимонтов и др., 2016). Для девонского песчаника он равен 125 см<sup>3</sup>, для уфимского – 190 см<sup>3</sup>.

### Список литературы

Томин П.Ю. О понятии Representative elementary volume // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. – 2011. – № 13. – 23 с.

Bear J. (1972). Dynamics of fluids in porous media. American Elsevier, New York, 764 p.

- Породы горные. Метод определения коэффициента открытой пористости жидкостенасыщением: ГОСТ 26450.1-85.
- Жижимонтов И.Н., Степанов С.В., Шабаров А.Б. Исследование элементарного представительного объема в масштабе порового пространства // Теплофизика, теплотехника, гидрогазодинамика. Инновационные технологии: труды IX Школы-семинара молодых ученых (Тюмень, 25–27 мая 2016 г.) / под ред. А.Б. Шабарова. – Тюмень: ТюмГУ, 2016.

## The application of dipole electrical sounding in geological studies of the Upper Permian deposits (Republic of Tatarstan, Russia)

Damir I. Khassanov, Konstantin I. Brednikov, Boris G. Chervikov Kazan Federal University, Kazan, Russia; damir.khassanov@mail.ru

## Применение метода ядерно-магнитного резонанса для комплексного исследования керна карбонатных отложений

Хасанов Д.И., Бредников К.И., Червиков Б.Г. Казанский федеральный университет, казань, Россия; damir.khassanov@mail.ru

Исследования проведены в Центральном и Восточном Закамье Республики Татарстан, где верхнепермские отложения представлены уфимским, казанским и татарским ярусами и залегают с угловым несогласием на размытой поверхности сакмарского яруса.

Пермские отложения представлены породами различного литолого-фациального облика, отличаются частым чередованием пластов и пропластков коллекторов различного состава со значительной литолого-фациальной изменчивостью, разделенных пластами и толщами непроницаемых пород (Nourgalieva, 2000). Работы проводились на территории разрабатываемых месторождений нефти, для которых характерны развитая инфраструктура (трубопроводы, линии электропередач и т. д.) и высокий уровень электромагнитных помех. В таких условиях величина наведенной помехи на измерительные линии может превышать по амплитуде величину полезного сигнала (Боровский, 2005). В связи с этим предложена альтернативная технология производства электроразведочных работ (Хасанов и др., 2014).

В основу методики положена система наблюдения, принятая для двухсторонних дипольных электрических зондирований (ДЭЗ) с высокой степенью линейного перекрытия (линейная томография). Эта методика позволяет получить высокую плотность точек наблюдения без уменьшения производительности, что, в свою очередь, позволяет с высокой точностью синтезировать кривые ДЭЗ между точками стояния линий АВ. В свою очередь, количественная интерпретация синтезированных кривых значительно увеличивает информативность метода.

Для проведения полевых исследований использовалась дипольная экваториальная установка с питающей линией АВ длиной 100 м и двумя измерительными линиями МN длиной 20 м (рис. 1). В процессе измерений линии MN удалялись в противоположных направлениях от линии AB с арифметическим шагом 50 м. Максимальный разнос установки составил 500 м, расстояние между точками наблюдения – 100 м.

Обработка и моделирование кривых ДЭЗ проводилась с помощью программ "ZondRes2D" и "IPI2WIN" (Каминский, 2010). По результатам количественной и геологической интерпретации были получены геоэлектрические разрезы высокого разрешения. Выделены и прослежены водоносные горизонты, песчаная пачка шешминского горизонта уфимского яруса, «лингуловые» глины и т. д. Полученные результаты показали высокую эффективность дипольного электрического зондирования с измерением вызванной поляризации в модификации линейной томографии при изучении верхнепермских отложений. По сравнению с вертикальным электрическим зондированием предлагаемый метод более адаптирован к работе в условиях высокого фона техногенных электромагнитных помех.



Рис. 1. Схема дипольной экваториальной установки

При наличии данных промысловой геофизики, с учетом высокой плотности наблюдений, появляется принципиальная возможность перехода от физических параметров (УЭС) к петрофизическим и геологическим, таким, как мощность продуктивной части пласта, водонасыщенность, битумонасыщенность.

- Боровский М.Я. Разведочная геофизика на этапах освоения битумоперспективных территорий и объектов // Нефтяное хозяйство. 2005. № 9. С. 166–168.
- *Каминский А.Е.* Программа двумерной интерпретации данных метода сопротивлений и вызванной поляризации ZondRes2D. – СПб.: Zond Geophysical Software, 2010. – 139 с.
- Хасанов Д.И., Бредников К.И., Червиков Б.Г. (2014). Применение метода дипольного электрического зондирования с измерением вызванной поляризации для поиска и разведки залежей природных битумов и высоковязкой нефти на территории Республики Татарстан // Нефтяное хозяйство. – 2014. – № 10. – С. 34–36.
- Nourgalieva N.G. (2000). The Ufimian Ashalchinskie Facies in Southern Tatarstan: Reservoir Characteristics. Georesources 2 (2), pp.24-29. http://www.geoelectric.ru/

# Paleogeographical conditions of the Visean coal formation in the east of the East European Platform

Rinat R. Khasanov

Kazan Federal University, Kazan, Russia; Rinat.Khassanov@kpfu.ru

## Палеогеографические условия визейского углеобразования на востоке Восточно-Европейской платформы

Хасанов Р.Р.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия; Rinat.Khassanov@kpfu.ru

На востоке Восточно-Европейской платформы, в пределах Волго-Уральской антеклизы, существует крупный ареал угленосных отложений (Камский угольный бассейн) (Блудоров, 1964; Петрографические..., 2001), формирование которых обусловлено особенностями осадконакопления в раннем карбоне. В начале карбона торфоуглеобразование охватило практически всю территорию Восточно-Европейской платформы (Егоров, 1992; Тимофеев и др., 1979). Угленосные отложения и угольные пласты известны на территории Московской синеклизы (турне-визе), Волго-Уральской антеклизы (визе), а также в краевых погруженных зонах платформы (Днепровско-Донецкий авлакоген, Приуральская краевая зона). В размещении угольных пластов наблюдается ясно выраженная закономерность, заключающаяся в омоложении угленосных отложений в юго-западном направлении. Углеобразование, возникнув на северо-востоке Восточно-Европейской платформы, постепенно омолаживаясь, смещалось в юго-западном направлении. Причина и закономерности масштабного углеобразования связаны с палеогеографическими (тектоническими и климатическими) условиями, обусловленными миграцией литосферной плиты.

В позднем палеозое Восточно-Европейская плита (ВЕП) испытывала дрейф из южного полушария в северное. При этом ее территория пересекала зоны с различным режимом температуры и влажности. По палеомагнитным данным (Геология..., 2003), произошло перемещение ВЕП из южных широт (20-30<sup>0</sup> в девонском периоде) в северные (20-26<sup>0</sup> в пермском периоде). В карбоне она пересекла влажную тропическую (экваториальную) зону. В это время на ее территории постепенно, со смещением в югозападном направлении, происходила гумидизация климата и торфо-углеобразование.

Формирование визейской угленосной формации на территории Волго-Уральской антеклизы происходило в обстановке пассивной континентальной окраины. Угленосные отложения были локализованы в изолированных эрозионно-карстовых врезах на древней поверхности турнейской карбонатной толщи (Петрографические..., 2001). Находки каолинита, содержащего отпечатки наземных растений, свидетельствуют, что к концу турнейского века климат стал жарким, влажным и возникли условия, благоприятные для торфо-углеобразования. В визейское время в понижениях турнейского рельефа образовались заболачиваемые водоемы, где происходило накопление терригенного и органического материала. Визейская терригенная формация характеризуются повышенной однородностью минерального состава обломочного материала за счет его длительного переноса и многократного переотложения. В минеральном составе терригенных пород преобладает кварц, реже встречаются полевые шпаты, а из глинистых минералов – каолинит, монтмориллонит. Визейская формация, сложенная преимущественно песчаниками и аргиллитами, содержит до 3 угольных пластов, мощность среднего из которых достигает 20–40 м. Угольные залежи относятся к паралическому (приморскому), лимническому (озерно-болотному) и потамическому (речному) типам (Блудоров, 1964). Осадконакопление происходило в условиях различных фаций – фации потоков (аллювия), пойм аллювиальных равнин, озерных фаций, озерно-болотных фаций и фаций болот. Болота, в которых шло формирование углей, большей частью находились на некотором удалении от морского побережья. Угли в них состоят из остатков высших наземных растений. Углеобразование на рассматриваемой территории происходило в тропической влажной зоне (Егоров, 1992). В то же время климат отличался засушливостью, что нашло отражение на анатомическом строении растенийуглеобразователей, которые характеризуются утолщенной экзиной мегаспор (Петрографические..., 2001).

Визейские угленосные отложения окружены карбонатными толщами пород, которые являлись основным источником минерального вещества для торфяников. В химическом составе золы углей преобладают оксиды кремния и алюминия при низком содержании оксидов кальция и магния. Можно предположить, что из-за высокой растворимости карбонатных пород значительная часть кальция и магния выносилась за пределы торфяной седиментации. Накопление кремния и алюминия происходило в составе обломочного кварц-полевошпатового и глинистого материала, что и стало причиной их относительно высокого содержания. В глинистом веществе углей абсолютно доминирует каолинит, что указывает на развитие на прилегающих к водоемам водосборах латеритного процесса. Геохимический режим торфяных залежей характеризуется некоторой спецификой накопления серы (Петрогрфические..., 2001). В среднем содержание серы в углях высокое – от 2 до 5% и более, что обусловлено интенсивной сульфатредукцией в период торфяной седиментации.

Изменение климата в раннем карбоне оказывало сильное влияние на осадконакопление и создало условия для визейского торфо-угленакопления. Различия состава углей определялись местными условиями древнего торфонакопления. Особенности торфяно-болотной седиментации являются основной причиной геохимических особенностей визейских углей.

- *Блудоров А.П.* История палеозойского угленакопления на юго- востоке Русской платформы. М.: Наука, 1964. 275 с.
- Хасанов Р.Р., Кизильштейн Л.Я., Гафуров Ш.З. и др. Петрографические типы визейских углей Камского бассейна: атлас. Казань: Издательство Казанского университета, 2001. 132 с.
- *Тимофеев А.А., Череповский В.Ф., Шарудо И.И.* Эволюция угленакопления на территории СССР. М.: Недра, 1979. 220 с.
- *Егоров А.И*. (1992). Глобальная эволюция торфоугленакопления. Палеозой. Ростов-н/Д: Издательство Ростовского университета, 1992. – 320с.
- Геология Татарстана: стратиграфия и тектоника / отв. ред.: Б.В. Буров, Н.К. Есаулова, В.С. Губарева. М.: ГЕОС, 2003. 402 с.

## Application of the nuclear magnetic resonance method in the comprehensive study of a carbonate core

Victor E. Kosarev<sup>1</sup>, Artur V. Fattakhov<sup>1</sup>, Guzel R. Sharipova<sup>1</sup>, Alina R. Sharipova<sup>1</sup>, Airat N. Dautov<sup>1</sup>, Ruslan K. Khairetdinov<sup>2</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia; victor.kosarev@kpfu.ru <sup>2</sup>CJSC "Kara Altyn Enterprise", Almetyevsk, Russia

### Применение метода ядерно-магнитного резонанса для комплексного исследования керна карбонатных отложений

Косарев В.Е.<sup>1</sup>, Фаттахов А.В.<sup>1</sup>, Шарипова Г.Р.<sup>1</sup>, Шарипова А.Р.<sup>1</sup>, Даутов А.Н.<sup>1</sup>, Хайртдинов Р.К.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский федеральный университет, Казань, Россия; victor.kosarev@kpfu.ru <sup>2</sup>ЗАО «Кара-Алтын», Альметьевск, Россия

Роль кернового материала, получаемого во время бурения скважин, нельзя недооценить. При петрофизических исследованиях существенно снижается влияние таких факторов, как вмещающие породы, скважинные условия и т. п. В связи с этим определяемые в лабораториях характеристики в большей степени характеризуют истинные свойства пласта, нежели параметры, получаемые в результате обработки и интерпретации данных каротажа скважины. Однако определение фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) в большинстве случаев проводится на стандартных петрофизических образцах (цилиндрическая форма, диаметр и высота – 30 мм). Ряд исследователей (Ehrenberg, 2007) отмечает необходимость увеличения представительного объема образцов для получения более корректных результатов.

Одной из основных задач при изучении кернового материала является увязка полученных лабораторных результатов с результатами каротажных исследований. Образцы, получаемые путем выпиливания из полноразмерного керна, особенно сложно привязать при невысоком проценте выноса. Исследования на полноразмерном керне могут значительно упростить эту процедуру. Традиционным является использование гамма-спектрометрии для подобной увязки. Однако в карбонатных породах величина естественной радиоактивности крайне мала. В этом случае трудно разделить пласты-коллекторы от неколлекторов, поскольку оба этих класса могут быть представлены одним литотипом. В данной работе предлагается альтернативный подход к увязке данных керна и ГИС.

В качестве метода исследования полноразмерного керна использовался ядерно-магнитный резонанс (ЯМР). Метод ЯМР выбран по причине его неразрушающей способности и скорости проведения исследований. Все измерения проводились на установке ЯМР-Керн (Нургалиев и др., 2012), разработанной в Казанском федеральном университете совместно со специалистами ООО «ТНГ-Групп». Установка позволяет получить ФЕС полноразмерного керна с шагом вдоль оси керна от 1 см.

В качестве объекта исследования была выбрана скважина Аканского месторождения, расположенного на территории РТ. Интервал отбора относится к башкирскому ярусу.
Сразу после извлечения керна, непосредственно на скважине, были проведены измерения полноразмерного керна методом ЯМР. По результатам проведенных замеров была получена кривая общей и эффективной пористости по всему интервалу керна с шагом 2 см.

Комплекс ГИС включал кривые радиоактивного каротажа, по результатам обработки которых было рассчитано значение коэффициента пористости. На следующем этапе было проведено стандартное лабораторное исследование образцов. Значения пористости, полученные по разным методам, хорошо согласуются между собой (рис. 1). Кроме того, результаты, полученные методом ЯМР, позволили провести увязку керновых данных с гораздо большей точностью, нежели стандартные исследования методом регистрации естественной радиоактивности. Таким образом, метод ЯМР на полноразмерном керне может быть использован для привязки керновых исследований к каротажу.



Рис. 1. Сопоставление результатов исследования керна и ГИС

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания в сфере научной деятельности.

- Ehrenberg S.N. (2007). Whole core versus plugs: Scale dependence of porosity and permeability measurements in platform carbonates. AAPG bulletin 91(6), pp 835–846.
- Нургалиев Д.К., Косарев В.Е., Мурзакаев В.М., Тагиров М.С., Скирда В.Д., Тюрин В.А., Гизатуллин Б.И. Аппаратура ядерного магнитного резонанса для исследования полноразмерных кернов в лабораторных и полевых условиях // Георесурсы. – 2012. – Т. 4. – № 46. – С. 16–18.

# A *Madygenerpeton* (Tetrapoda: Chroniosuchia) for everyone: digital representation and replication of a Triassic fossil skull

Ilja Kogan<sup>1,2</sup>, Michael Buchwitz<sup>3</sup>, Maik Jähne<sup>4</sup>, Henrik Ahlers<sup>5</sup>, Daniel Eger Passos<sup>1</sup>, Sascha Schmidt<sup>1</sup>, Mirosław Rucki<sup>6</sup> <sup>1</sup>TU Bergakademie Freiberg, Freiberg, Germany; ilja.kogan@geo.tu-freiberg.de <sup>2</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia

<sup>3</sup>Museum für Naturkunde Magdeburg, Magdeburg, Germany

<sup>4</sup>Addcademy, Nossen, Germany

<sup>5</sup>Sächsische Landesbibliothek – Staats- und Universitätsbibliothek, Dresden, Germany <sup>6</sup>Kazimierz Pulaski University of Technology and Humanities, Radom, Poland

Chroniosuchians are a clade of derived reptiliomorph anamniotes known from continental Permian and Triassic deposits of Europe and Asia. In the Middle and Late Permian of European Russia, their characteristic remains are so abundant that they can be used for biostratigraphy.

*Madygenerpeton pustulatum* Schoch, Voigt et Buchwitz, 2010 (Fig. 1A) is a latesurviving representative of the group found in the mid-Triassic fossil lagerstaette Madygen (Ladinian/Carnian, Kyrgyzstan, Central Asia). The type series of *Madygenerpeton* comprises an articulated dorsal half of the skull (chosen as holotype) and osteoderms attributable to at least three individuals. The compactness and the interlocking mechanism of the osteoderms as well as the loss of cranial kinesis typical for Permian chroniosuchids have been interpreted as secondary aquatic adaptations (Buchwitz, Voigt, 2010; Buchwitz et al., 2012).



Fig. 1. The holotype of *Madygenerpeton pustulatum* (A), 3D-scanned with an Artec Spider (B) and the 3D model obtained (C); photogrammetric approach (D) and selected 3D prints (E, F)

Due to its scientific importance and its characteristic morphology, we have selected the skull of *Madygenerpeton* as a reference object for tests of digital imaging and replication. The uniqueness of the specimen makes it worthwhile for both digital and analogue representation. Numerous minute tubercles that cover the skull of *Madygenerpeton* are structures suitable for evaluating the quality of reproduction.

We applied several digital imaging techniques (photogrammetry; structured light 3D scanning; computed microtomography; etc.) to create digital 3D models of the skull. These

models are evaluated qualitatively and quantitatively using the approach of digital metrology. Qualitative evaluation involves factors such as accessibility of the digitization apparature, time needed for imaging and post-processing, required qualification of the operator, and the optical appearance of the model. 3D models of the *Madygenerpeton* skull have been used in several VR and AR (virtual and augmented reality) applications to explore the possibilities of virtual demonstration of the fossil. Furthermore, physical replicas of the holotype are created using various 3D printing devices, and evaluated qualitatively with regard to printing time and costs and surface as well as – where applicable – colour accuracy.

First results can be summarized as follows. A reasonably accurate 3D model can be generated using a handheld 3D scanner such as the Artec Spider (Fig. 1B–C). This machine is rather accessible (purchase costs around 20,000 €) and easy to use. Scanning can be done by a little-experienced user, and the necessary post-processing is limited to the semi-automatic alignment of the dorsal and ventral sides of the skull in order to create a solid volume, and the removal of scanning artifacts. However, both the resolution and the accuracy of the photographic image ("texture map") projected onto the the 3D mesh is inferior when compared to photogrammetry.

Photogrammetry (Fig. 1D) has been tested with several digital SLR, system, and medium-format cameras. This approach is technically the most accessible and allows to quickly obtain low-resolution models. In contrast, acquisition of high-quality data is time-consuming in terms of preparation, imaging and post-processing, and requires operator experience, appropriate commercial software and suitable hardware. Models generated from photogrammetry are highly photorealistic.

 $\mu$ CT scan data can be used to generate high-resolution 3D surface models. Colour information on the surface is lost; instead, images of sediment-covered or internal structures are recorded. This method involves use of the most expensive equipment by skilled operators.

The potential of 3D-printing replication for palaeontology is widely recognized nowadays. We evaluate various printing systems and compounds by printing the 3D model of the *Madygenerpeton* skull generated with Artec Spider. A high-accuracy monochrome print (Fig. 1E) can already be obtained with a 1000- $\in$  FDM home printer when set at highest resolution (printing time 32 hours). The production of high-quality coloured prints (Fig. 1F), in contrast, requires high-end professional devices (purchase costs around 250,000  $\in$ ). For quantitative comparison of the prints, it is crucial first to set acceptable deviations of printed model features from the original fossil 'prototype' and to perform thorough analyses determining which characteristics are of key importance and must be reproduced with higher level of accuracy.

Forthcoming research includes (a) refinements of the holotype description using the  $\mu$ CT data; (b) addition and evaluation of further 3D imaging techniques; (c) attempts of retrodeformation of the skull; and (d) attempts of reconstructing the missing lower jaw based on data from other chroniosuchians.

### References

- Buchwitz M., Voigt S. (2010). Peculiar carapace structure of a Triassic chroniosuchian implies evolutionary shift in trunk flexibility. Journal of Vertebrate Paleontology 30, pp. 1697–1708.
- Buchwitz M., Witzmann F., Voigt S., Golubev V. (2012). Osteoderm microstructure indicates the presence of a crocodylian-like trunk bracing system in a group of armoured basal tetrapods. Acta Zoologica 93, pp. 260–280.
- Schoch R., Voigt S., Buchwitz M. (2010). A chroniosuchid from the Triassic of Kyrgyzstan and analysis of chroniosuchian relationships. Zoological Journal of the Linnean Society 160, pp. 515–530.

## Geochemical markers as a tool for paleogeographic reconstructions (a case study of Paleoproterozoic stromatolite dolostones from the Onego paleobasin in Karelia)

Nataliya I. Kondrashova<sup>1,2</sup>, Pavel V. Medvedev<sup>1,2</sup> <sup>1</sup>Institute of Geology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia; kondr@krc.karelia.ru <sup>2</sup>Petrozavodsk State University, Petrozavodsk, Russia

## Геохимические маркеры как инструмент палеогеографических реконструкций (на примере палеопротерозойских строматолитовых доломитов Онежской структуры Карелии)

Кондрашова Н.И.<sup>1,2</sup>, Медведев П.В.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Институт геологии КарНЦ РАН, Петрозаводск, Россия; kondr@krc.karelia.ru <sup>2</sup>Петрозаводский государственный университет, Петрозаводск, Россия

Попытки реконструкции геологической истории развития палеобассейнов с использованием геохимических критериев, основывающиеся на данных по поведению химических элементов в водах и осадках современных водоемов, широко распространены в настоящее время. Доступность определения микроэлементного состава пород, в том числе и карбонатных, приводит к широкому применению для определения палеогеографической обстановки осадконакопления различных геохимических индикаторов. Увеличение количества подобных маркеров неизбежно сталкивается с проблемой верификации, а следовательно, и с проблемой достоверности выводов, получаемых при использовании исключительно геохимических индикаторов.

Для оценки данных, получаемых при использовании различных геохимических маркеров, для разреза, хорошо изученного геологическими методами, нами были использованы палеопротерозойские строматолиты с разных уровней разреза ятулийского надгоризонта Онежской структуры Карелии.

Повсеместно в верхнеятулийских разрезах Онежского палеобассейна фиксируются литофации растущей мелководно-морской карбонатной платформы. Отмечаются несколько повторяющихся карбонатно-эвапоритовых циклов, осадки сэбхи и плайевых водоемов, брекчии растворения и обрушения, явления поверхностного и подводного карста. Все это свидетельствует о частых колебаниях уровня моря, многочисленных эпизодах осушения в окислительных условиях и осадконакоплении в мелком эпиконтинентальном море. На современном уровне эрозионного среза верхнеятулийские карбонатные отложения мощностью до 800 м документируются в ряде локальных разрезов Онежского палеобассейна.

Материалом для изучения послужила коллекция образцов строматолитов, отобранная из керна буровых скважин международного проекта "FAR-DEEP ICDP", пройденных на северо-западном замыкании Северо-Онежского синклинория и вскрывших карбонатный разрез онежского горизонта ятулия (туломозерскую свиту) (Melezhik et al., 2013). Макроскопически изученные образцы строматолитов состоят из отдельных чередующихся слойков светлого и темного цвета. Слойки различаются либо размерами кристаллов доломита, либо количеством примесного материала. Темные слойки содержат также большее количество песчано-глинистого материала. Рассматриваемые карбонатные породы перекристаллизованы в условиях низкотемпературной зеленосланцевой фации. В процессе перекристаллизации частично стерты первичные осадочные текстуры и структуры, но все породы сохранили легко идентифицируемую слоистость и тонкие строматолитовые наслоения. Микритовые доломиты встречаются достаточно редко. Большая часть карбонатных микроструктур характеризуется гранулированным, кристаллическим и микроспаритовым доломитом. Поздние карбонатные фазы, заполняющие пустоты, жилы и цементирующие брекчии, представлены спаритовым доломитом.

В каждом из исследованных образцов в темных и светлых наслоениях строматолитовой постройки методом лазерной абляции с индуктивно связанной плазмой (LA-ICP-MS) в аналитическом центре ИГ КарНЦ РАН было определено содержание микроэлементов (ppm). Концентрации химических элементов определялись на квадрупольном масс-спектрометре X-SERIES 2. Корректность выводов о фациальных обстановках в бассейне седиментации, базирующихся на исследовании микроэлементного состава строматолитов, проверялась сравнением геохимических данных с данными, полученными ранее при литолого-фациальном анализе.

Прежде чем использовать образцы строматолитов для определения величин геохимических индикаторов и оценить по ним палеогеографические условия осадконакопления необходимо определить степень постседиментационных изменений карбонатных пород (Mn/Sr). Основываясь на величине данного показателя можно утверждать, что исследуемые строматолиты подвергались незначительным диагенетическим изменениям, и это позволяет использовать геохимические данные для их анализа.

Важнейшим показателем для реконструкции палеогеографической обстановки является окислительно-восстановительная среда седиментационного бассейна. Основываясь на анализе величин отношений V/V+Ni и U/Th можно утверждать, что в ятулийское время при росте строматолитовых построек происходило чередование оксидных - дизоксидных – (редко эвксидных) обстановок. По отношениям Ni/Co и V/Cr можно утверждать, что формирование строматолитов происходило в оксидной зоне, в обстановке хорошей водной аэрации. На формирование строматолитовых построек в условиях повышенной гидродинамической активности указывают также нижекларковые концентрации Sr во всех образцах. Для определения глубинности бассейна седиментации используют отношение Fe/Mn. Для верхней части ятулийского разреза величина данного показателя позволяет предположить глубоководные условия и морскую трансгрессию.

В позднем ятулии и при переходе к людиковию строматолиты росли в условиях открытой системы, что подтверждает сделанный ранее на основании фациального анализа вывод о развитии трансгрессии в Онежском палеобассейне. Таким образом, данные по распределению микроэлементов в доломитовых строматолитах согласуются с результатами литолого-фациального анализа и с данными, полученными при использовании отдельных геохимических маркеров.

Исследования выполнены в рамках темы НИР № 208 Института геологии КарНЦ РАН «Общие закономерности развития тектоносферы и биосферы Земли в раннем докембрии (на примере восточной Фенноскандии): анализ магматических, метаморфических систем, металлогении и ранней жизни» и были частично поддержаны грантом РФФИ № 15-05-08705.

#### Список литературы

Melezhik V.A., Prave A.R., Fallick A.E., Hanski E.J., Lepland A., Kump L.R., Strauss, H. (Eds.) (2013). Reading the archive of earth's oxygenation. The Core Archive of the Fennoscandian Arctic Russia – Drilling Early Earth Project. Series: Frontiers in Earth Sciences 2, pp. 769-945.

## Organic matter from the Kungurian succession and its generation potential in the northern part of the Pre-Ural Foredeep (Timan-Pechora Basin)

Olga S. Kotik

Institute of Geology, Komi Science Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Syktykvar, Russia; olya.procko@gmail.com

## Органическое вещество кунгурских отложений и его генерационный потенциал в северной части Предуральского краевого прогиба (Тимано-Печорский бассейн)

### Котик О.С.

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия; olya.procko@gmail.com

Пермские угленосные отложения кунгурского терригенного комплекса, сформированные в прибрежно-морских обстановках, характеризуются циклическим чередованием песчаников, алевролитов, аргиллитов, углистых аргиллитов и углей. В настоящее время при поисках залежей углеводородов серьезное внимание уделяется нетрадиционным комплексам, как в отношении коллекторов, так и в отношении источников генерации газовых и нефтяных углеводородов. Угленосные отложения относятся именно к таким, и их изучение в различных регионах проводится именно с позиции оценки генерационных возможностей. В последние 30 лет появилось большое количество работ по вопросу возможности генерации нефтяных углеводородов (УВ) углями (Wilkins, Georg, 2002; Semkiwa et al., 2003; Обласов, 2010; Farhaduzzaman et al., 2012). Пермские угленосные отложения Косью-Роговской и прилегающих северных впадин Предуральского краевого прогиба, благодаря многокомпонентности органического вещества (ОВ), относятся к таким объектам. Они характеризуются повышенной угленосностью разреза и, соответственно, высоким содержанием ОВ. Однако не всякое ОВ способно генерировать УВ, большое значение имеют его состав, катагенетическая преобразованность и УВ-потенциал. Для оценки генерационной способности данного комплекса были проведены углепетрографические и геохимические (битуминологические, пиролитические) исследования.

По результатам углепетрографических исследований витринитовые компоненты в OB характерны для всех рассмотренных разрезов и фациальных зон. Широко распространены породы, сформированные в условиях баровых, дельтовых и прибрежноморских обстановок, в которых накапливалось значительное количество инертинита в составе OB. Локально распространены озерно-болотные, прибрежно-равнинные и лагунные отложения, в которых повышено содержание липтинита в составе OB. Наиболее важным является наличие и состав компонентов группы липтинита, особенно для оценки возможностей генерации углеводородов.

Зона повышенного содержания липтинитовых компонентов выявлена на северовостоке Косью-Роговской впадины и в прилегающих районах Коротаихинской впадины. Для этого же участка отмечается и максимум значений водородного индекса, достигающий 400 мг УВ/г С<sub>орг</sub>. Такие высокие значения пиролитических показателей (при их значительной катагенетической реализации) свойственны углям с высоким содержанием липтинита – споринита, кутинита, резинита, альгинита и битуминита. Этим же породам свойственна повышенная битуминозность (до 1–2 %). Битуминологические исследования показали, что в составе битумоидов присутствуют как продуценты сапропелевого генезиса, так и существенная гумусовая составляющая, характерная преимущественно для углисто-глинистых пород центральной и восточной зон Косью-Роговской впадины. Миграционные битумоиды встречаются повсеместно, и их доля возрастает в платформенных областях, прилегающих с запада к Косью-Роговской впадине, где катагенез ОВ отвечает подстадии ПК.

По значениям отражательной способности витринита (R<sub>o</sub>, %) наблюдается закономерное увеличение латеральной зональности катагенеза в северо-восточном направлении. R<sub>o</sub> изменяется от 0,4–0,6 в Интинском районе (река Кожим) до 2,2 в Сырьягинском районе (река Большая Сырьяга). На большей части территории Косью-Роговской впадины катагенез ОВ кунгурских отложений находится на уровне градаций МК<sub>1</sub>–МК<sub>2</sub>, увеличение степени зрелости происходит в северо-восточном направлении до уровня градаций АК<sub>1-2</sub> в пределах Коротаихинской впадины.

При оценке генерационных способностей комплекса важен ряд обязательных условий: содержание OB, его тип и достаточный уровень катагенеза. Все эти параметры характеры для Воркутского района Косью-Роговской впадины и прилегающих районов Коротаихинской впадины. Эмиграция УВ в количестве, достаточном для формирования скоплений, возможна в НГМ-формациях с определенным уровнем содержания С<sub>орг</sub>. По содержанию С<sub>орг</sub> в кунгурских отложениях Косью-Роговской впадины выделены зоны: 0,5–1, 1–3, > 3 %, контуры которых ограничивают районы низкой, средней и высокой генерационной продуктивности. Наиболее перспективным с этой точки зрения является Воркутско-Сырьягинский район, где генерация подтверждается прямыми признаками нефтеносности (нефте- и битумопроявлениями, притоками). На основании полученных геохимических данных были проведены расчеты плотностей эмиграции жидких и газообразных УВ (Баженова и др., 2008). Полученные плотности эмиграции нефтяных УВ (Q<sub>нефти</sub>) находятся в пределах от 573 до 2689 тыс. т/км<sup>2</sup>, а газовых (Q<sub>газа</sub>) – от 449 до 2106 млн м<sup>3</sup>/км<sup>2</sup>, максимальные из них характерны для Воркутской и Воргашорской площадей. Угли в сумме могли генерировать порядка 1298,2 тыс. т/км<sup>2</sup>, а НГМП – 576,97 тыс. т/км<sup>2</sup>, что в целом составляет порядка 2,1 млн т/км<sup>2</sup>.

Таким образом, углисто-глинистые породы Воркутского очага могли генерировать значительное количество не только газовых, но и нефтяных УВ. Все вышеперечисленные параметры позволяют оконтурить очаг генерации не только газовых, но и нефтяных углеводородов, характеризующийся значительной продуктивностью.

- Баженова Т.К., Шиманский В.К., Васильева В.Ф., Шапиро А.И., Яковлева (Гембицкая) Л.А., Климова Л.И. Органическая геохимия Тимано-Печорского бассейна. – СПб.: ВНИГРИ, 2008. – 164 с.
- Обласов Н.В. Геохимия углистого органического вещества и его роль в формировании месторождений нефти и газа на территории Томской области: автореф. дис. ... канд. геол.мин. наук. – М., 2010. – 20 с.
- Farhaduzzaman Md., Abdullah W. H., Islam Md. A. (2012). Depositional environment and hydrocarbon source potential of the Permian Gondwana coals from the Barapukuria Basin, Northwest Bangladesh. International Journal of Coal Geology 90–91, pp. 162–179.
- Semkiwa P., Kalkreuth W., Utting J., Mpanju F., Hagemann H. (2003). The geology, petrology, palynology and geochemistry of Permian coal basins in Tanzania: 2. Songwe-Kiwira Coalfield. International Journal of Coal Geology 55, pp. 157–186.
- Wilkins R.W.T., George S.C. (2002). Coal as a source rock for oil: a review. International Journal of Coal Geology 50, pp. 317–361.

# The correlation between the Jurassic sediments of the South Torgai downwarp and the East side of the Caspian depression

Irina V. Kravchenko, Lemuza Z. Akhmetshina Aktobe Scientific and Research Petroleum Exploration Institute LLP, Aktobe, Kazakhstan; kirishca@list.ru

## Корреляция юрских отложений Южно-Торгайского прогиба и восточного борта Прикаспийской впадины

Кравченко И.В., Ахметшина Л.З.

TOO Актюбинский научно-исследовательский геолого-разведочный институт, Актобе, Казахстан; kirishca@list.ru

Юрские отложения восточного борта Прикаспия и Южно-Торгайского прогиба не имеют повсеместного распространения. Наши исследования дают возможность шире охарактеризовать растительные группировки юрского времени и выделить юрские отложения.

Юра Южного Торгая представлена континентальными угленосными образованиями нижне-, средне- и, реже, верхнеюрского возраста. Они образуют вложенные структуры среди различных по возрасту пород фундамента и сохранились в отдельных впадинах. В восточной части Прикаспийской низменности наблюдается чередование преимущественно песчаных и глинистых толщ.

<u>Нижнеюрские отложения</u> Южного Торгая слагаются темно-серыми углистыми глинами и песчаниками, с грубозернистым материалом в виде конгломератов, гравелитов и грубых песков с галькой, что связано с сущестованием расчлененного рельефа в результате высокой тектонической активности. Образования восточного борта Прикаспия, в отличие от Торгайского разреза, сложены менее грубыми породами, представлены песчано-глинистой толщей – песками с галькой (нижний горизонт), светлыми средне- и грубозернистыми песчаниками и коричневато-серой глиной (верхний горизонт), и относятся к лейасу.

Сопоставление палинокомплексов нижней юры восточного борта Прикаспийской впадины с комплексами из одновозрастных отложений Южно-Торгайского прогиба выявило их сходство, проявляющееся в значительном содержании пыльцы древних хвойных, беннетитовых, гинкговых при небольшом количестве спор циатейных. В то же время лейасовые комлексы этих районов имеют и некоторые отличия. В спектре спор Прикаспия селягинелевых и осмундовых значительно больше, а в комплексах Торгая несколько больше пыльцы семейств *Pinaceae* и *Bennettitales*. Отмеченные отличия, повидимому, связаны с различными физико-географическими условиями осадконакопления. Наличие в составе флоры гинкговых, сбрасывающих свою листву, папоротников, плаунов и хвощовых свидетельствует о существовании теплого влажного климата с сезонными колебаниями температуры на территории Прикаспийской впадины, к югу этот климатический пояс постепенно сменялся поясом довольно жаркого, влажного климата, близкого к субтропическому. Следы мощных процессов угленакопления свидетельствуют о гумидности лейасового климата в области Южно-Торгайского прогиба. <u>Ааленский ярус</u> Торгайского прогиба и восточного борта Прикаспийской впадины имеет сходный литологический состав и представлен песчаниками, глинами темными, алевролитами с прослоями гравелитов с галькой и значительным количеством углистого вещества. Характерным для споро-пыльцевого комплекса аалена является превалирование спор *Cyathidites* sp. и *Osmunda jurassica* Bolch., *Lycopodium subrotundum* K.-M., наличие спор *Matonisporites phlebopteroides* Coup. и *Cheiropleuria congregata* Bolch. Сокращается значение гинкоцикадофитов, *Protoconiferus funarius* (Naum.) Bolch., *Paleoconiferus asaccatus* Bolch. Отмечено доминирование осмундовых и повсеместное присутствие пыльцы *Brachyphyllum* в торгайских отложениях, тогда как на территории восточного борта первостепенную роль играют диптериевые.

<u>Байосский ярус</u> в Южно-Торгайской впадине сложен в основном глиной темной с прослоями углистого вещества, породы восточного борта Прикаспия – это песчаноглинистая толща с прослоями угля. Комплексы спор и пыльцы рассматриваемых территорий особых различий не имеют. В палинокомплексе больше спор, значительно увеличивается содержание циатейных папоротников, присутствует *Neoraistrickia rotundiformis* К.-М., споры рода *Gleicheniidites*. Пыльца обретает более молодой облик за счет *Pseudopicea variabiliformis* Bolch., *Pseudopinus textilis* Bolch., *Podocarpus multesima* Bolch.

<u>Батский ярус.</u> В состав яруса входят две свиты: нижняя лингуловая, сложенная чередованием пачек песков, глин, с небольшими прослоями песчанников, реже алевролитов; и верхняя угленосная, преимущественно глины с подчиненными прослоями песков. Содержание обломочного материала составляет около 60 % породы. Батские отложения Торгая более глинистые, с включениями углистого вещества. Палинокомплексы бата обоих районов аналогичны. Определены споры *Cyathidites australis* Coup., являющиеся руководящей формой для бата. Доминируют споры *Osmundacidites jurassica* Bolch., *O. bulbosa* Bolch., *Lycopodium perplicatum* Bolch.; среди пыльцы – *Pinus divulgata* Bolch., *Podocarpus subfalcata* K.-M., *P.* aff. *arquata* K.-M.

<u>Отложения келловейского яруса</u> по причине предмеловой трансгрессии имеют локальное распространение. Представлены в основном песками с прослоями алевритистых глин. Особенностью палинокомлексов келловея на рассматриваемых территориях является увеличение доли хвойной пыльцы рода *Classopollis*, значительное количество пыльцы Cupressaceae, появление спор *Selaginella kemensis* Chl. и новых видов схизейных. К началу среднеюрской эпохи климатические условия несколько изменились в сторону похолодания. Почти исчезли теплолюбивые формы *Clathropteris obovata*, *Marattiopsis*, *Phlebopteris polypodioides* Brong. Уменьшение количества пыльцы гинкговых и теплолюбивых цикадофитов, увеличение процентного содержания пыльцы хвойных свидетельствует о более умеренном климате. Появление в палинокомплексах келловейского времени характерной пыльцы *Classopollis* указывает на начало аридизации, соответственно климат становился более жарким.

## The mid-Carboniferous event in the sections of the Middle and Southern Urals, according to data from a brachiopod study

Nadezhda A. Kucheva

A.N. Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; kucheva@igg.uran.ru

# Проявление серпуховско-башкирского события в разрезах Среднего и Южного Урала по данным изучения брахиопод

### Кучева Н.А.

Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия; kucheva@igg.uran.ru

К рубежу раннего и среднего карбона приурочен один из главных биотических кризисов каменноугольного периода – серпуховско-башкирское событие малого массового вымирания (Алексеев, 2000). Событийный уровень совпадает с кульминационной фазой позднепалеозойского оледенения на Гондване, вызвавшей глобальное понижение уровня Мирового океана, значительные преобразования палеогеографических обстановок, климата и органического мира планеты. Глубокие биотические изменения затронули практически все группы бентосной фауны. В целом в позднесерпуховское время вымерло 83 % родов кораллов, около 80 % родов конодонтов, аммоноидей и брахиопод, 65 % родов криноидей и 40–50 % родов фораминифер (Алексеев, 2000, 2006; Коссовая, 2000; Кучева, 2015).

Максимально низкий уровень Мирового океана обусловил перерывы в осадконакоплении в шельфовых отложениях на значительной территории Земного шара. Морские обстановки сохранились лишь в отдельных регионах, в том числе в Уральском. В немногочисленных наиболее полных разрезах западного (Бражка, Сокол, Мартьяново, Аскын и др.) и восточного (Худолаз, Большой Кизил, Бекленищево и др.) склонов Среднего и Южного Урала, в пограничных отложениях нижнего и среднего карбона, зафиксировано проявление серпуховско-башкирского события, в том числе и у брахиопод.

При выполнении данного исследования распределение брахиопод во всех изученных разрезах привязано к границе нижнего и среднего карбона, установленной фораминиферам и конодонтам (Кулагина и др., 2001; Пазухин и др., 2012; Степанова, 2018; Степанова, Кучева, 2009).

В развитии брахиопод, обитавших в морских бассейнах Среднего и Южного Урала на рубеже раннего и среднего карбона, выявлен единый тренд динамики разнообразия: в позднесерпуховское время происходило сокращение разнообразия гигантопродуктусово-стриатиферовой ассоциации, а вблизи рубежа раннего и среднего карбона отмечено вымирание ее доминирующих таксонов – родов *Latiproductus, Datangia, Striatifera, Actinoconchus.* В сюранское время башкирского века была сформирована средне-позднекаменноугольная хориститовая ассоциация (*Alphachoristites pseudobisulcatus* (Rot.), *Linoproductus postovatus* Semich., *Neochonetes carboniferus* (Keys.), *Reticulatia tekesensis* Galit., *Orthotetes radiata* Fisch.). Позднее, в акавасское время, появились руководящие для башкирского века виды *Reticulatia ivanovi* (Lap.) и *Alphachoristites bi*sulcatiformis (Semich.), и разнообразие брахиопод было восстановлено до максимума поздневизейского времени.

Последствия кризиса отразились преимущественно на таксонах видового и родового ранга и в значительно меньшей степени на семействах. В целом, в позднесерпуховское время вымерло около 80 % родов и около 30 % семейств брахиопод.

Работа выполнена в рамках темы АААА-А18-118052590025-8 государственного задания ИГГ УрО РАН и комплексной программы фундаментальных исследований УрО РАН АААА-А18-118052590031-9.

- Алексеев А.С. Типизация фанерозойских событий массового вымирания организмов // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. – 2000. – № 5. – С. 6–14.
- Алексеев А.С. Двучленное деление каменноугольной системы // Эволюция биосферы и биоразнообразия (к 70-летию А.Ю. Розанова). М.: ПИН РАН, 2006. С. 527–539.
- Коссовая О.Л. Среднекаменноугольное событие. Использование событийно-стратиграфических уровней для межрегиональной корреляции фанерозоя России. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2000. – С. 49–52.
- Кулагина Е.И., Пазухин В.Н., Кочеткова Н.М., Синицына З.А., Кочетова Н.Н. Стратотипические и опорные разрезы башкирского яруса карбона Южного Урала. Уфа: Гилем, 2001. 138 с.
- Кучева Н.А. Распространение брахиопод в пограничных отложениях нижнего и среднего
- карбона разреза Бражка (западный склон Среднего Урала) // Бюллетень МОИП. Отдел геологический. – 2015. – Т. 90. – Вып. 2. – С. 35–50.
- Пазухин В.Н., Николаева С.В., Кулагина Е.И. Срединная граница карбона на Южном Урале и в Приуралье // Верхний палеозой России: региональная стратиграфия, палеонтология, гео- и биособытия: материалы III Всероссийского совещания (Санкт-Петербург, 24–28 сентября 2012 г.). – СПб., 2012. – С. 169–172.
- Степанова Т.И. (2018) Фораминиферы пограничных отложений нижнего и среднего карбона в разрезе Бражка (западный склон Среднего Урала) // Бюллетень МОИП. Отдел геологический. 2018. Т. 93. Вып. 4. С. 31–53.
- Степанова Т.И., Кучева Н.А. Палеонтологическое обоснование горизонтов серпуховского яруса Восточно-Уральского субрегиона в стратотипе по реке Худолаз // Типовые разрезы карбона России и потенциальные глобальные стратотипы: материалы Международного полевого совещания. Южноуральская сессия (Уфа – Сибай, 13–18 августа 2009 г.). – Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2009. – С. 97–128.

## Permian ammonoids from the lower reaches of the Lena River

## Ruslan V. Kutygin

Diamond and Precious Metal Geology Institute of SB RAS, Yakutsk, Russia; rkutygin@mail.ru Kazan Federal University, Kazan, Russia

The Upper Paleozoic in the lower reaches of the Lena River is unique in terms of its length and paleontological characteristics (Kolosov et al., 2001). It is one of the few sections to contain representatives of almost all of the known Late Paleozoic ammonoid associations of Northeast Asia (Popow, 1970; Andrianov, 1985; Kutygin, 2019).

Among the Permian ammonoids of the lower reaches of the Lena River, the Khorokytian association is the most diverse (the lower part of the Tuorasis Formation). This assemblages characterizes the Mezhvilki beds, which we previously attributed to the Asselian—Lower Sakmarian (Klets et al., 2006; Kutygin, 2006). After a comparative analysis of the vertical distribution of all known ammonoid finds, it was established that the Sakmarian ammonoids (representatives of the genus *Andrianovia* and the early *Uraloceras* of the Arkachan ammonoid association) appear at the base of the Echian Regional Substage. In the Khorokytian association, not a single purely Sakmarian taxon is known, which formed the justification for the correlation of the boundaries of the Khorokytian/Echian regional substages and the Asselian/Sakmarian stages (Resolutions ..., 2009).

However, we later recognized the haste of such a decision, because after the revision of the species "Juresanites" maximovae Andrianov in the predominantly endemic Khorokytian ammonoid association, not a single Asselian taxon remained (Kutygin et al., 2013). The predominantly Asselian species *Svetlanoceras strigosum* (Ruzhencev) (Kutygin, 2015), which was recently discovered in the Kubalakh section, requires a return to the very difficult question of the age of the Khorokytian Regional Substage. The following taxa were identified from the lower part of the Tuorasis Formation: *Bulunites mezhvilki* Andrianov, *Eoasianites maximovae* (Andrianov), *Svetlanoceras strigosum* (Ruzhencev), *Agathiceras verkhoyanicum* Andrianov, and *Neopronorites* sp. Possibly, *Tabantalites etchiensis* Andrianov is also found in this part of the section.

In the higher beds of the Tuorasis Formation, V.I. Makoshin discovered a relatively large deformed specimen of *Uraloceras subsimense* Kutygin, which in the Verkhoyansk region marks the *Subsimense* Beds within the Sakmarian Stage (Kutygin, 2006). This species is known at the base of the Echian Substage of the western margin of the Kharaulakh Range and the central part of the western Verkhoyansk Region. This level also corresponds to the find of *Andrianovia bogoslovskyi* (Andrianov) and *Metapronorites angustus* Andrianov, which was made by V.A. Kashirtsev in the Chekurovka section (Andrianov, 1985; Kutygin, 2006). The next level with ammonoids is in the upper part of the Sakha Formation, where V.N. Andrianov found representatives of *Tumaroceras yakutorum* Ruzhencev (Andrianov, 1985), an index species of the *Yakutorum* Beds (Kutygin, 2006). The presence in the section of this species clearly shows the Kungurian age of the Sakha Formation.

The overlying Soubol Formation is characterized by the development of flyschoid packages of siltstone-sandstone beds (Kashirtsev, Kashirtsev, 1966). For dating of this formation, the presence of *Tumaroceras kashirzevi* Andrianov, found by A.S. Kashirtsev and YSU students in 1968, is important. This Kungurian species marks *Kashirzevi* Beds throughout Northeast Asia.

Sediments of Roadian age are confirmed by occasional finds of spirolegoceratids (Andrianov, 1985), and those of Capitanian age by the presence of the brachiopod *Cancrinelloides obrutschewi* (Licharew).

Thus, in the Permian system of the lower reaches of the Lena River, the Khorokytian, Arkachanian, Orolian, Takamkytian, and Delendzhian (Cherkambalian?) ammonoid associations are identified. These associations indicate the Asselian (?) Early Sakmarian, Sakmarian, Early Kungurian, Late Kungurian, and Roadian ages of the host sediments, respectively.

This work was supported by the State task of the Diamond and Precious Metal Geology Institute (0381-2019-0002), and by the Russian Foundation for Basic Research (projects 17-05-00109 and 18-05-00191).

#### References

- Andrianov V.N. (1985). Permskie i nekotorye kamennougol'nye ammonoidei Severo-Vostoka Azii. Novosibirsk, pp. 1–180 pp. (In Russian)
- Kashirtsev A.S., Kashirtsev V.A. (1966). Verhnepermskij razrez nizhnej Leny. Proceedings of the IX scientific conference of the engineering faculty. Yakutsk, pp. 67-68. (In Russian)
- Klets A.G., Budnikov I.V., Kutygin R.V., Biakov A.S., Grinenko V.S. (2006). The Permian of the Verkhoyansk-Okhotsk region, NE Russia. J. Asian Earth Sci. 26 (3-4), pp. 258-268.
- Kolosov P.N., Alkhovik T.S., Baranov V.V., Belolyubsky I.N., Grinenko O.V., Ermakova S.P., Knyazev V.G., Kutygin R.V., Mel'nik O.A., Sergeenko A.I., Stolyarova L.R. (2001). Unikal'nye razrezy verkhnego dokembriya i fanerozoya Yakutii. Otechestvennaya geologiya 5, pp. 34–39. (In Russian)
- Kutygin R.V. (2006). Permian ammonoid associations of the Verkhoyansk Region, Northeast Russia. J. Asian Earth Sci. 26 (3-4), pp. 243-257.
- Kutygin R.V. (2015). Pervaya nahodka goniatitov roda *Svetlanoceras* na Severo-Vostoke Azii, Otechestvennaya Geologiya 5, pp. 72–76. (In Russian)
- Kutygin R.V. (2016). Ob assel'sko-sakmarskih ammonoideyah pravoberezh'ya priust'evoj chasti r. Leny (severo-zapadnaya okraina Kharaulakhskogo khrebta, Severnoe Verkhoyan'e). Golden Age of Russian Malacology. Moscow, Saratov, pp. 217-224. (In Russian)
- Kutygin R.V. (2019). Permskie ammonoidei nizov'ya r. Leny i ih stratigraficheskoe znachenie. Geology and mineral resources of Northeastern Russia 2, pp. 79–82. (In Russian)
- Kutygin R.V., Budnikov I.V., Biakov A.S., Klets A.G. (2013). Problema ispol'zovaniya OSSh permskoj sistemy v Verkhoyan'e. General stratigraphic scale of Russia: state and problems of arrangement. Moscow, pp. 223–225. (In Russian)
- Popow Yu.N. (1970). Ammonoidei. Stratigraphy of Carboniferous and Permian deposits of the Northern Verkhoyansk region, Leningrad, pp. 113-140. (In Russian)
- Resolutions of the 3rd Interdepartmental Regional Stratigraphic Meeting on Precambrian, Paleozoic, and Mesozoic of Northeastern Russia (2009). St. Petersburg, 2009. pp. 1-268. (In Russian)

# The main stratigraphic and paleogeographic features of the Capitanian stage in Yakutia, Eastern Siberia

Ruslan V. Kutygin

Diamond and Precious Metal Geology Institute of SB RAS, Yakutsk, Russia; rkutygin@mail.ru Kazan Federal University, Kazan, Russia

In Yakutia, Tatarian Series are widely widespread in the eastern part of the Tunguska syneclise, on the northeastern slope of the Anabar anteclise, in the marginal region of the Olenek uplift, in throughout the Vilyui syneclise, in the zone of the Siberian platform junction with the Verkhoyano-Chukotka folded region, framed by the Okhotsk and Kolsky and Okhotsk and also on the Novosibirsk islands. However, it is most widely developed within the Verkhoyansk fold-thrust belt, where the Dulgalakhian and Khalpirkian regional horizons (regional stages) belong to the Tatarian Series (Resolution..., 2009; Kutygin, 2018).

Comparison of the Tatarian deposits of the Verkhoyansk region with stage divisions of the Russian Stratigraphic Scale is difficult (Kutygin et al., 2013). The youngest common forms of the Permian invertebrates of Yakutia and the stratotype area (Volga-Ural region) are established only at the Kazanian level (Lower Delenzhian regional substage), characterized by the *Sverdrupites* ammonoid association (Kutygin, 2006). Based on the sedimentological development of the Verkhoyansk basin, three large stratons of the post- *Sverdrupites* part of the Permian (the Upper Delenzhian regional substage, the Dulgalakhian and Khalpirkian regional stages) are conditionally compared with the Urzhumian, Severodvinian and Vyatkian stages of the Russian Stratigraphic Scale.

The Permian International Chronostratigraphic chart was developed at marine sections, so the comparison of the Verkhoyansk regional stages with it has a paleontological justification. An important argument for the belonging of the Dulgalakhian regional stage to the Capitanian is the finding of ammonoids of the genus *Timorites* in the Upper sub-formation of the Togotu Formation of the Borzya River Basin in Transbaikalia at the distribution level of the brachiopods of the genus *Cancrinelloides* and the bivalve *Maitaia bella* (Kotlyar et al., 1997), which is already reflected in the stratigraphy of the Okhotsk and Omolon regions (Biakov, 2007; Ganelin and Biakov, 2006). Such a comparison in recent years has been confirmed by high-precision U-Pb CA-IDTIMS dates from the volcanic tuff layer of the middle part of the Atkan Formation of the Okhotsk region, indicating that the host rocks belong to the Capitanian stage (Davydov et al., 2016).

On the Delenzhian / Dulgalakhian time, a relatively sharp change in invertebrate associations occurred, and the wide distribution of Bellerophontids is associated with the Dulgalakh biotic stage (Kutygin, Rozhin, 2015). At the base of the Dulgalakhian regional stage, the first representatives of the brachiopods *Cancrinelloides obrutschewi* (Licharew) appear in the region, which is zonal for the entire Dulgalakhian of Verkhoyansk and the lower part of the Gizhigian superhorizon of the Kolyma-Omolon region.

The Early Dulgalakhian time is marked by the last major transgression in Permian history of Yakutiaterritory. This transgression was characterized by wide penetration of marine sediments into the continental part of Angaraland. At the same time, a wide range of sediments of the Verkhoyansk terrigenous complex accumulated in Yakutia, having a distinct zonation from the accumulative plains of the continent to the areas of accumulation of silts of the outer shelf of the Verkhoyansk-Okhotsk and Kolyma-Omolon basins (Kutygin, 2018). During the Capitanian, The Verkhoyansk-Okhotsk and Kolyma-Omolon basins were delimited by the extended Momo-Selennyakh land. The presence of this land is explained by gravel and pebble sediments coming from the east into the Dogda subzone, the sharp lithological difference between the sediments of the Nera and Rassokha zones.

The Lower Dulgalakhian bioherms in the Barajy subzone indicate a significant warming of the basins in the early Capitanian time, as well as the formation of siltstone sediments of the Mol Formation and its analogues at shallow depths of the sea, but at a distance from the frontal parts of the deltas of large rivers that were the sources of demolition of terrigenous material.

In the late Capitanian time, the region was characterized by a strong regression of the sea and an expansion of the areas of accumulation of continental deposits. Intensive development of *Inoceramus*-like bivalves took place in marine waters, simultaneously with which the extinction of brachiopod communities was observed.

This work has been supported by State task of the Diamond and Precious Metal Geology Institute, and by Russian Science Foundation (project 19-17-00178).

### References

- Biakov A.S. (2007). Permian Biostratigraphy of the Northern Okhotsk Region (Northeast Asia). Stratigraphy and Geological Correlation. 2007. V. 15, no. 2. P. 161–184.
- Davydov V.I., Biakov A.S., Isbell J. L., Crowley J. L., Schmitz M. D., 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, pp. 74–85.
- Ganelin V.G., Biakov A.S. (2006). The Permian biostratigraphy of the Kolyma-Omolon region, Northeast Asia. J. Asian Earth Sci. 26 (3-4), pp. 225–234.
- Kotlyar G.V., Zakharov Yu.D., Popeko L.I., Tazava Dzh., Burago V.I. (1997) Sloi s Timorites na vostoke Azii. Tikhookeanskaya geologiya 16 (3), pp. 41–50.
- Kutygin R.V. (2006). Permian ammonoid associations of the Verkhoyansk Region, Northeast Russia. J. Asian Earth Sci. 26 (3-4), pp. 243-257.
- Kutygin R.V. (2018). Main stratigraphic and paleogeographic features of Lower Dulgalakhian regional substage of Permian system of Yakutia, Arctic and Subarctic Natural Resources 3, pp. 5–21.
- Kutygin R.V., Budnikov I.V., Biakov A.S., Klets A.G. (2013). The problem of using the General Stratigraphic Scale of the Permian system in Verkhoyansk. In: General stratigraphic scale of Russia: state and problems of arrangement. GIN RAS, Moscow, pp. 223–225.
- Kutygin R.V., Rozhin S.S. (2015). Osnovnye etapy i sobytiya v istorii razvitiya biot Verkhoyanskogo bassejna permskogo perioda. Razvedka i okhrana nedr 11, pp. 9–12.
- Resolution of the 3rd Interdepartmental Regional Stratigraphic Meeting on Precambrian, Paleozoic, and Mesozoic of Northeastern Russia (2009). St. Petersburg, 2009, pp. 1-268.

# Paleomagnetic and magnetic studies of the Babii Kamen section (Kemerovo region)

Dilyara M. Kuzina<sup>1</sup>, Ilmir D. Gilmetdinov<sup>1</sup>, Radmir M. Ayupov<sup>1</sup>, Anna M. Fetisova<sup>2</sup>, Yuri P. Balabanov<sup>1</sup>, Vladimir I. Davydov<sup>1,3</sup>, Vladimir V. Silantiev<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia; di.kuzina@gmail.com <sup>2</sup>Institute of Physics of the Earth RAS, Moscow, Russia

<sup>3</sup>Permian Research Institute, Boise State University, USA

## Палеомагнитные и магнитные исследования разреза Бабий Камень (Кемеровская область)

Кузина Д.М.<sup>1</sup>, Гильметдинов И.Д<sup>1</sup>, Аюпов Р.М<sup>1</sup>, Фетисова А.М<sup>2</sup>, Балабанов Ю.П.<sup>1</sup>, Давыдов В.И.<sup>1,3</sup>, Силантьев В.В.<sup>1</sup>, <sup>1</sup>Казанский федеральный университет, Казань, Россия; di.kuzina@gmail.com <sup>2</sup>Институт физики Земли РАН, Москва, Россия <sup>3</sup>Permian Research Institute, Boise State University, USA

В работе представлены результаты магнитно-минералогического и палеомагнитного изучения пермо-триасовых пород из разреза Бабий Камень в Кемеровской области, Россия (основание разреза 54°23,079'N, 087°32,105'E). Всего исследовано около 160 образцов, собранных в полевые сезоны 2016 и 2018 годов. Породы представлены песчаниками, алевролитами и аргиллитами, содержащими большое количество туфогенного материала.

Для определения носителей намагниченности были получены термомагнитные кривые, на авторегистрирующих крутильных магнитных весах, действующих по нулевому методу (Буров, Ясонов, 1979). Гистерезисные параметры измерены на коэрцитивном спектрометре (Nurgaliev, Yassonov, 2009). Магнитная восприимчивость (МВ) и ее анизотропия измерялась на приборе "MFK-1A (AGICO)" на частоте 976 Гц. Величина естественной остаточной намагниченности (ЕОН) была измерена на криогенном сквидмагнитометре "Enterprise 2G". Проведена температурная магнитная чистка всех образцов и чистка переменным магнитным полем – для части коллекции.

По магнитным свойствам разрез можно разделить на две части. В нижней части разреза (примерно от 0 до 50 м) среднее значение магнитной восприимчивости составляет 0.32·10<sup>-3</sup> условных единиц ЕОН 6.6·10<sup>-3</sup> А/м выше 50-го метра – 4.27·10<sup>-3</sup> условных единиц и 81.2·10<sup>-3</sup> А/м соответственно (рис. 1). Степень анизотропии магнитной восприимчивости, за исключением нескольких образцов, не превышает 6–7 %. Минимальные оси направлены субвертикально, максимальные оси расположены в горизонтальной плоскости и достаточно кучно расположены в юго-восточном направлении. Последнее указывает на направление палеотечения северо-запад – юго-восток, и в целом накопление происходило при умеренных течениях.

Результаты проведенных магнитных чисток свидетельствуют, что палеомагнитная запись нестабильна. В большом количестве образцов провести компонентный анализ методом главных компонент затруднительно. В 97 образцах выделена характеристическая высокотемпературная компонента намагниченности различной полярности (76 N и 21 R). Посчитаны средние палеомагнитные направления для высокотемпературной компоненты прямой (HT-N) и обратной (HT-R) полярностей, а также среднее направление для всех образцов (HT-all), результаты приведены в табл. 1.

Предварительная граница между пермью и триасом проведена по изменению магнитных свойств на отметке 50 м. Полученные палеомагнитные данные будут использованы для построения шкалы геомагнитной полярности по разрезу и уточнения границы пермь/триас.



Рис. 1. Вариации значений магнитной восприимчивости и ЕОН по разрезу. Сводные данные по двум коллекциям 2016 и 2018 года

Таблица 1

	Кол-	Геогр	рафическа	я систем	иа коорд.	Стратиграфическая система коорд.			
	BO	D (°)	l (°)	K	a95 (°)	D (°)	l (°)	K	a95 (°)
	обр.								
HT-N	74	233	82.7	9.4	5.7	20.3	70.5	9.3	5.8
HT-R	21	25.6	-62.2	10.1	10.5	330.5	-87.5	10.4	10.3
HT-all	96	219.6	78.9	8.1	5.4	21.8	74.7	8.1	5.4

Результаты палеомагнитных исследований

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

#### Список литературы

*Буров Б.В., Ясонов П.Г.* Введение в дифференциальный термомагнитный анализ горных пород. – Казань: Издательство Казанского университета, 1979. – 156 с.

Nurgaliev D.K., Yassonov P.G. (2009). Useful model "Coercitive spectrometer", patent 81805 registered in the State Register of Utility Models of the Russian Federation on March 27, 2009.

## Trackway and resting traces of trilobites with associated invertebrate ichnofossils from the Early Carboniferous of the Al Atrous region (Eastern Anti-Atlas, Morocco)

Abdelouahed Lagnaoui<sup>1,2</sup>, Wahiba Bel Haouz<sup>2</sup>, Amine Najih<sup>3</sup> <sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de La Pampa, Santa Rosa, La Pampa, Argentina; abdelouahedlagnaoui@gmail.com <sup>2</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia <sup>3</sup>Chouaib Doukkali University, El Jadida, Morocco.

The Al Atrous region is belonging to Tafilat area, which is the junction zone between the ranges of Ougarta in the Southeast and the Anti-Atlas in the West. It is part of the Paleozoic domain of the Eastern Anti-Atlas. Limited in the North by the Cretaceous outcrops of the sub-Atlas zone of Aoufous, in the South by those of Kem-Kem, in the East by the Meso-Cenozoic Hamada of Guir and the West by the Ougnat-Ouzina axis and the Maider Basin. The basement is mainly Neoproterozoic rocks whose witnesses are found in sediments and along faults. The outcrops range from the late Early Cambrian to the Early Carboniferous.

The studied material came from the Middle part of the Merdani Formation (400–500 m thick) that rests in continuity with Oued Znaïgui Formation. It consists mainly of shaly sediments with intercalations of thin relatively altered siltstone and fine-grained sandstone beds. The fine-grained sandstone beds showing a centimetre to decimetre thickness; metre-thick beds occur and constitute the mapping lithological markers. Cone-in-cone structures occur occasionally in fine-grained sandstones, locally with limestone nodules. Its lower part includes limestone lenses ('reefal structures'). Palaeontological data, corals and cephalopods from the base of the Merdani Formation, indicates late Tournaisian and early Viséan ages for its lower part (Aretz et al., 2013; Mottequin et al., 2017). While it is middle and upper parts are considered to be middle Viséan.

The invertebrate traces under consideration occur in the fine-grained sandstone beds, containing current ripples and cross bedding structures. Here we present the first comprehensive ichnotaxonomic analysis of Early Carboniferous invertebrate ichnofauna from Al Atrous region. The surfaces yielded so far, a moderately diverse ichnoassemblage that consists of the ichnotaxa *Diplichnites gouldi*, *Rusophycus pudicum*, *Helminthoidichnites*, *Palaeophycus*, *Treptichnus*, *Bergaueria perata*, *Ptychoplasma*. We note the presence of irregular burrow networks within the same surfaces. The trace fossil assemblage is moderately diverse, dominated by pascichnia (*Helminthoidichnites*, *Palaeophycus*) and repichnia (*Diplichnites*, *Ptychoplasma*), domichnia (*Treptichnus*, *Bergaueria*) and cubichnia (*Rusophycus*). These invertebrate traces are referred to Arthropods, including trilobites, insect larvae, polychaete or worm-like, sea anemones, bivalve organisms as potential tracemakers.

The exceptional finding composed of two long simple trackways (up to 180 cm), each one consists of a series of closely spaced pairs of individual parallel series of fine ridges or tracks. Tracks are blunt to laterally elongate, closely and regularly spaced and normal to oblique to trackway midline. The trackways, assigned to *Diplichnites gouldi*, are discontinuous, however, these discontinuities marked by resting traces assigned to *Rusophycus pudicum*. These findings seem to be interesting in palaeoecological issue for the Early Carbonif-

erous shallow marine ecosystem, due to the exceptional co-occurences of walking and resting behaviours of the trilobite individual within the same specimen.

The invertebrate ichnofossil assemblage described here belong to the *Cruziana* Ichnofacies, even these surfaces did not yield, so far, the ichnogenus *Cruziana*; and they include feeding, grazing and resting traces made by endobenthic and epibenthic organisms. This invertebrate ichnoassemblage indicates hallow marine environments for ichnofossilbearing strata, but deep enough that they are below normal wave base, but may be above storm wave base, which point to lower shoreface-upper offshore zone, where deposit feeding prevails. Typical shallow horizontal burrows indicate a low-energy.

The invertebrate trace fossil assemblage under consideration has significant, but not strict, palaeogeographic implications in the Gondwana and peri-Gondwanan context. Further exploration for body- and trace-fossil to refine ichnological data is expected in the future.

### References

- Aretz M., Denayer J., & Mottequin B. (2013). Preliminary data on Viséan (Carboniferous) corals and brachiopods from the strata between the Djebel Begaa and the Gara et Itima (Eastern Tafilalt, Morocco). Document de l'Institut Scientifique, Rabat 27, pp. 87–94.
- Mottequin B., Aretz M., Herbig H.-G., Baidder L., Kaoukaya A., & Denayer J. (2017). New insight on Carboniferous (Visean) brachiopods from eastern Tafilalt (Morocco). Geological Journal 52, pp. 217–233.

# Microfacies of the Bashkirian and Moscovian deposits from the east of the Volga-Ural region

Marina A. Lavrukhina, Veronika V. Zharinova, Milyausha N. Urazaeva, Vladimir V. Silantiev Kazan Federal University, Kazan, Russia; lavrukhinamarinakfu@gmail.com

## Микрофации башкирских и московских отложений восточной части Волго-Уральской области

Лаврухина М.А., Жаринова В.В., Уразаева М.Н., Силантьев В.В. Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия; lavrukhinamarinakfu@gmail.com

Осадочные частицы и ранние морские цементы карбонатных пород, имеющие местное (автохтонное) происхождение, отражают среду осадконакопления, которая прямо влияет на коллекторские свойства пород. При различном сочетании глубины, освещенности, температуры, солености, гидродинамического режима, привноса терригенного материала и доступности биогенного материала формируются разные, весьма изменчивые типы осадков (Flugel, 2010 и др.).

Авторами были изучены пробы из 60 скважин, пробуренных в пределах 18 месторождений, расположенных на западнои склоне Южно-Татарского свода и на востоке Мелекесской впадины. Изученный интервал приурочен к башкирскому и московскому ярусам каменноугольной системы.

Башкирский и московский ярусы изученной территории представлены субгоризонтальной толщей карбонатных и карбонатно-глинистых осадков, накопившихся в обширном субтропическом эпиконтинентальном морском бассейне в ледниковую эпоху позднего палеозоя.

Колебания уровня моря в каменноугольных бассейнах Земли связывают с пульсациями объема покровного ледника Гондваны (Heckel, 1986, 1994; Crowell, 1999). Пик оледенения и, соответственно, обмеление бассейнов приходятся на серпуховскобашкирское время. Московско-касимовский интервал считается временем относительно потепления климата, которое привело к повышению уровня моря (Isbell et al., 2003). Колебания уровня моря проявляются в разрезах в виде трендов углубления и обмеления бассейна, разделенных субаэральными несогласиями.

Анализ осадочных карбонатных фаций позволил установить в разрезе башкирско-московских отложений не менее 14 микрофаций.

Породы относились к той или иной микрофации на основании подсчета и полуколичественной оценки в прозрачных шлифах основных групп микрофоссилий и осадочных частиц (зерен) – индикаторов обстановок осадконакопления.

Приуроченность установленных микрофаций к конкретным обстановкам осадконакопления определялась на основании сравнения полученных данных с апробированными моделями карбонатных платформ, фаций и стандартных микрофаций. Большинство установленных микрофаций относятся к фораминиферововодорослевой биофации (Kabanov, 2009), которая характерна для мелководных сублиторальных и отмельных обстановок. Определяющими признаками данной биофации служат присутствие фрагментов или целых слоевищ сифоновых водорослей, устойчивое присутствие мелких и крупных (фузулиниды) фораминифер, развитие автомикрита в виде микритизированных зерен, микрит-микропелоидных цементов и наростов, пелоидов (Kabanov, 2009). Большинство изученных в шлифах пород данной биофации представляют пакстоуны и грейнстоуны, как правило, лишенные глинистой примеси или слабоглинистые. В отмельных грейнстоунах верейского горизонта часто встречается примесь ооидов. Фораминиферово-водорослевая биофация верейского горизонта охарактеризована нормально-морской брахиоподовой биофацией Choristites, выделяемой по устойчивому присутствию рода-индекса.

Фораминиферово-водорослевая биофация в целом является фотозойной, т. е. сформировавшейся в фотической зоне; однако некоторые пакстоуны и грейнстоуны, в которых фотозойные маркеры составляют менее 20 % от всех осадочных зерен, можно считать более глубоководными, переходными гетеро-фотозойными.

Также в разрезе широко распространены водорослево-ооидная и фузулинидово-ооидная микрофации, которые, вероятно, можно отнести к «ооидной биофации», характерной для обстановок мобильных песков оолитовой отмели.

Микрофоссилии ооидной биофации – водоросли и мелкие фораминиферы – сильно окатаны, микритизированы и присутствуют в основном в ядрах ооидов. Оидные грейнстоуны иногда содержат многочисленные интракласты плотно сцементированного ооидного грейнстоуна, образовавшиеся при взламываниии кор цементации во время штормов.

В целом нами сделан вывод, что условия осадконакопления в башкирском веке были более спокойными, чем в московском веке. Территория, на большей своей части, соответствовала условиям открытого моря внутренней платформы. В московском ярусе отмечаются последовательности фациальных зон от открытого моря до песчаных отмелей или опресненных, или осолоненных закрытых лагун. Нестабильность осадконакопления московского века может быть признаком потепления климата; подтверждением этому предположению может являться более частая встречаемость в породах московского яруса микробиальных пленок в составе биокластов.

- Flugel E. (2010). Microfacies of Carbonate Rocks. Analysis, Interpretation and Application/ E. Flugel. Springer-Verlag: Berlin Heidelberg.
- Isbell J. L., Miller M. F., Wolfe K. L. and Lenaker P. A. (2003). Timing of late Paleozoic glaciation in Gondwana: Was glaciation responsible for the development of northern hemisphere cyclothems? in Extreme depositional environments: Mega end members in geologic time, Eds. By M. A. Chan and A. W. Archer (Geol. Soc. Am. Spec. Pap.) 370, pp. 5–24.
- Kabanov P.B. (20090. Benthic Carbonate Facies of the Phanerozoic: Review and Example from the Carboniferous of the Russian PlatformStratigraphy and Geological Correlation 17 (5), pp. 493–509.

## Cephalopods of the Early Permian Shakh-Tau Reef

Tatiana B. Leonova<sup>1</sup>, Alexander Yu. Shchedukhin<sup>2</sup> <sup>1</sup>Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; leonovatat@mail.ru <sup>2</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

## Цефалоподы раннепермского рифа Шах-Тау

Леонова Т.Б.<sup>1</sup>, Щедухин А.Ю.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия; leonovatat@mail.ru <sup>2</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

Раннепермский риф Шах-Тау, один из четырех стерлитамакских шиханов, в настоящее время практически полностью уничтожен из-за добычи известняка, и это несмотря на то, что он содержит богатейшую фауну беспозвоночных, в том числе и цефалопод. Палеонтологические сборы проводились в 2015–2019 годах сотрудниками лаборатории моллюсков ПИН РАН А.В. Мазаевым, М.С. Бойко и А.Ю. Щедухиным. В лаборатории сформировалась уникальная коллекция раннепермских головоногих, включающая ассельско-сакмарские и позднеартинские комплексы аммоноидей, прямых и свернутых наутилоидей и бактритоидей.

Позднеасельско-раннесакмарский комплекс аммоноидей включает в себя представителей девяти родов: Neopronorites, Sakmarites, Medlicottia, Agathiceras, Somoholites, Paragastrioceras, Uraloceras, Properrinites, Propopanoceras. Кроме впервые обнаруженного на Урале представителя семейства Perrinitidae Miller et Furnish (Leonova, Boiko, 2018) на материале хорошей сохранности удалось установить присутствие Medlicottia в пограничных ассельско-сакмарских отложениях, т. е. этот род появился на век раньше, чем это считалось до настоящего времени. Вновь полученные и уточненные данные позволяют сравнить этот комплекс с раннесакмарским комплексом Юкона, в котором также присутствует примитивный перринитид и древняя Medlicottia. Канадский комплекс немного беднее по составу, но 80 % его родов те же, что и на Шах-Тау. Памирский ассельско-сакмарский комплекс гораздо богаче уральского, из 16 родов только 4 (25 %) для них общие.

Позднеартинский комплекс аммоноидей изучен М.С. Бойко, он включает в себя около 20 видов из 15 родов и является хорошим источником данных для сравнительного анализа рифовых и бассейновых сообществ аммоноидей Урала.

Несмотря на то, что многие исследователи указывали на присутствие неаммоноидных головоногих моллюсков на Шах-Тау, до настоящего времени они не были систематически изучены. В последние годы богатейший комплекс наутилоидов был предварительно охарактеризован И.С. Барсковым, который установил в нем представителей отрядов Pseudorthocerida, Orthocerida, Bactritida, Nautilida (Барсков, Бойко, 2016) и, возможно, Discosorida и Oncocerida (Барсков и др., 2018). Дальнейшее изучение позволило установить около 30 видов наутилоидей и подтвердить присутствие Onсосегida, которые по современным данным прекратили свое существование в раннем карбоне. Среди сакмарских Nautilida определены представители родов *Endolobus*, Stenopoceras, Rhiphaeoceras, Pararhiphaeoceras, Temnocheilus, Domatoceras, Liroceras, Koninckioceras, Megaglossoceras, Permonautilus. В артинской части обнаружены виды родов Parastenopoceras, Sholakoceras, Condraoceras, Neothrincoceras, Metacoceras, Neodomatoceras, Pseudotemnocheilus, Liroceras, Hemiliroceras, Gzheloceras, Lophoceras, Dentoceras. Кроме этого, прямые артинские цефалоподы представлены Pseudorthocerida (виды родов Uralorthoceras, Shikhanoceras, Dolorthoceras) и Bactritida (Hemibactrites и Parabactrites.

Столь богатого по таксономическому составу комплекса не было известно ни в одном из пермских местонахождений мира. Наутилоиды из Шах-Тау значительно отличаются по составу от описанных В.Н. Шиманским (Шиманский, 1954; Руженцев, Шиманский, 1954) сообществ сакмарских и артинских головоногих Южного Урала.

Полученные данные расширяют наши представления о стратиграфическом и географическом распространении раннепермских головоногих, а также несут палеобиогеографическую и палеоэкологическую информацию.

- Барсков И.С., Бойко М.С. Сакмарские (ранняя пермь) наутилиды рифа Шах-Тау (Башкирия) // Золотой век российской малакологии: сборник трудов Всероссийской научной конференции (Москва – Саратов, 26 мая – 3 июня 2016 г.). – Саратов: Издательство Саратовского государственного технического университета, 2016. – С. 207–211.
- Барсков И.С., Бойко М.С., Мазаев А.В. «Они выжили!» Первые находки представителей отрядов Discosorida и Oncocerida? (Cephalopoda, Nautiloidea) в пермских отложениях Шах-Тау, Башкирия // Современные проблемы изучения головоногих моллюсков. Морфология, систематика, эволюция, экология и биостратиграфия: материалы совещания (Москва, 29–31 октября 2018 г.) / отв. ред.: Т.Б. Леонова, И.С. Барсков, В.В. Митта. – М.: ПИН РАН, 2018. – Вып 5. – С. 70–72.
- *Руженцев В.Е., Шиманский В.Н.* Нижнепермские свернутые и согнутые наутилоидеи Южного Урала // Труды ПИН АН СССР. 1954. Вып. 50. С. 1–150.
- Шиманский В.Н. Прямые наутилоидеи и бактритоидеи сакмарского и артинского ярусов Южного Урала // Труды ПИН АН СССР. – 1954. – Вып. 44. – С. 1–156.
- Leonova T., Boiko M. (2018). A unique Find of Perrinitids (Ammonoidea) in the Early Permian Shakh-Tau Reef (Bashkortostan). Proc. of Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting, 2017. Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources. Nurgaliev, D. Ed., Filodiritto Edit. – Proc. P. 163–166.

## Diachronicity of terrigenous-carbonate complexes of the Lower Carboniferous of the Dnieper-Donets Basin

Svetlana A. Machulina

Institute of Geological Sciences, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev, Ukraine; kievgeosv@ukr.net

## Диахронность терригенно-карбонатных комплексов нижнего карбона Днепровско-Донецкой впадины

### Мачулина С.А.

Институт геологических наук НАН Украины, Киев, Украина; kievgeosv@ukr.net

Днепровско-Донецкая впадина (ДДВ) расположена на южной окраине ВЕП, между Украинским щитом и Воронежской антеклизой. Большинство исследователей считают, что в основании ДДВ находится палеорифт, образовавшийся в своде Сарматского щита за счет заложения и активизации системы глубинных архейскопротерозойских разломов и геодинамических процессов в астеносферном диапире (Геология..., 1989). Наиболее активное пульсационное вздымание коромантийного диапира происходило в позднем девоне – раннем карбоне. Оно сопровождалось формированием рифта и его структурных элементов, накоплением в девоне мощных вулканогенных, осадочно-вулканогенных и соленосных формаций. В карбоне в погружение были вовлечены прилегающие части Украинского щита и Воронежской антеклизы, что привело к образованию наложенной на грабен крупной впадины, собственно ДДВ. Кратковременные пострифтовые фазы растяжения проявились в начале позднего визе, в середине серпуховского века и в конце карбона – начале ранней перми.

Турнейские отложения в центральной части ДДВ имеют преимущественно терригенно-карбонатный состав. В бортовых зонах центральной и северо-западной частей впадины синхронно отлагались терригенные породы наземных и дельтовых фаций. Среди отложений визейского яруса преобладают породы морского генезиса (известняки, аргиллиты, алевролиты, песчаники). Серпуховские отложения представлены морскими, прибрежно-морскими и лагунно-континентальными (терригенно-карбонатными и терригенными) породами. Отложения среднего карбона сложены карбонатноглинистыми, глинисто-алевролитовыми, песчано-глинистыми и другими разновидностями пород. Верхнекаменноугольный комплекс отложений – это песчано-глинистые породы с редкими пластами известняков, доломитов, углей и углистых сланцев.

В турнейском веке ДДВ испытала интенсивное погружение, которое сопровождалось развитием обширной трансгрессии. Характерной особенностью осадконакопления было последовательное изменение состава отложений с юго-востока на северо-запад – от глинистых, глинисто-карбонатных и карбонатных морских толщ к сероцветным терригенным прибрежно-морским и лагунным до пестроцветных континентальных. На юговостоке впадины, в глубоководной части бассейна существовал доманикоидный тип осадконакопления. Здесь накапливалась темноцветные глинистые детритово-шламовые известняки и черные гидрослюдистые аргиллиты (до 320 м). Закончился турнейский век общим подъемом территории и размывом отложений в бортовых частях ДДВ.

В раннем визе началась новая трансгрессия и ранневизейская литологофациальная зональность распространилась шире позднетурнейской – морской бассейн продвинулся на северо-запад до Сребненского прогиба. Наиболее глубоководная депрессия с породами доманикоидного облика существовала в приосевой зоне ДДВ. При этом наблюдается диахронность визейской карбонатной «плиты», что обусловлено продвижением турне-визейской трансгрессии с юго-востока на северо-запад в условиях неравномерного прогибания и расчлененности рельефа дна бассейна. Так, в юговосточной части ДДВ на Руденковской площади возраст карбонатной «плиты» позднетурнейско-ранневизейский (горизонты XV–XIV), а на территории Сребненского прогиба (Волошковская, Белоусовская, Хортицкая площади и др.) – средне-поздневизейский или бобриковско-тульский (горизонты XIII-XIIа). Ранее было установлено, что при переходе депрессионных фаций в карбонатно-шельфовые выявлены многочисленные рифогенные массивы (Мачулина, 1996). Для достоверной корреляции автором предложена принципиальная модель взаимоотношений доманикоидных отложений с разновозрастными карбонатными толщами на основе типизации реальных разрезов, что весьма важно для поиска ловушек углеводородов (рис. 1).



Рис. 1. Модель фациальных взаимоотношений при карбонатно-доманикоидном типе седиментации в ранне,- поздневизейскую эпохи. Песчаники: 1) конгломератовидные; 2) разнозернистые; 3) линзы песчаников; 4) алевролиты; 5) аргиллиты; 6) битуминозные доманикоидные отложения; 7) карбонатные породы; 8) доломитизированные известняки; 9) известняки биогермные; 10) прослои мергелей. X1–X1 – ось диахронности для карбонатных толщ при продвижении трансгрессии с юго-востока на северо-запад, X2–X2 – ось диахронности для морских терригенных пород, У1–У1 – ось изохронности

- Геология и нефтегазоносность Днепровско-Донецкой впадины. Глубинное строение и геотектоническое развитие / В.К. Гавриш, Г.Д. Забелло, Л.И. Рябчун и др. – Киев: Наукова думка, 1989. – 208 с.
- Мачулина С.А. Рифогенный пояс Днепровско-Донецкой впадины и перспективы его нефтегазоносности // Нафтова і газова промисловість. – 1996. – № 3. – С. 11–14.

## An updated Devonian regional stratigraphic chart of the West Siberian Plain

Svetlana N. Makarenko<sup>1</sup>, Leonid G. Peregoedov<sup>2</sup>, Sergei A. Rodygin<sup>1</sup>, Natalia I. Savina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia; s.makarenko@ggf.tsu.ru <sup>2</sup>Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Novosibirsk, Russia

# Усовершенствование региональной стратиграфической схемы девонских отложений Западно-Сибирской равнины

Макаренко С.Н.<sup>1</sup>, Перегоедов Л.Г.<sup>2</sup>, Родыгин С.А.<sup>1</sup>, Савина Н.И.<sup>1</sup> <sup>1</sup>Томский государственный университет, Томск, Россия; s.makarenko@ggf.tsu.ru <sup>2</sup>СНИИГГиМС, Новосибирск, Россия

Унифицированная региональная стратиграфическая схема девонских отложений Западно-Сибирской равнины (ЗСР) по материалам глубокого бурения обсуждена девонской секцией СибРМСК на Всероссийском стратиграфическом совещании по разработке стратиграфических региональных схем верхнего докембрия и палеозоя Сибири в ноябре 2012 года в городе Новосибирске (Региональная..., 2012). Внесенные дополнения представлены и утверждены бюро МСК 5 апреля 2017 года. Схема рекомендована к печати и использованию при проведении глубокого бурения на нефть и газ в пределах ЗСР. Усовершенствования, внесенные в схему по результатам исследований последних лет, с учетом изменений в международной и общей стратиграфических шкалах, коснулись структурно-фациального районирования, региональных и местных подразделений.

При структурно-фациальном районировании девонских образований Западно-Сибирской палеозойской блоковой мегаструктуры из схемы исключены Бованенковский, Ярудейский, Никольский структурно-фациальные районы (СФР), Приенисейская структурно-фациальная зона (СФЗ) и, соответственно, районы, в которых эти отложения достоверно не установлены: Вездеходный, Тыйский и Ермаковский. Вместо 23 СФР обосновано выделение 17 структурно-фациальных подзон (СФПЗ) в составе трех СФЗ: Арктической (северо-западная часть восточного Приуралья), Урало-Обской (восточное Приуралье), Обь-Тазовской СФЗ (центральная часть ЗСР).

В схему предлагается впервые ввести следующую последовательность горизонтов (снизу вверх): нижний девон: кыштовский горизонт – лохковский ярус; армичевский горизонт – пражский ярус; солоновский горизонт – нижняя часть эмсского яруса; надеждинский горизонт – верхняя часть эмсского яруса; средний девон: еллей-игайский горизонт – эйфельский ярус; герасимовский горизонт – живетский ярус; верхний девон – лугинецкий горизонт, нижнелугинецкий подгоризонт – франский ярус; верхнелугинецкий подгоризонт – фаменский ярус. При обосновании региональных подразделений ЗСР использованы материалы изучения практически всех групп ископаемых организмов из разрезов более 250 скважин. Наиболее значимый материал получен из разрезов скважин, вскрывших средний палеозой и расположенных на территории среднего Приобья (Нюрольская СФПЗ). Этот район принят за типовой для девона всей ЗСР. Здесь по фораминиферам, строматопороидеям, табулятоморфным кораллам, брахиоподам, тентакулитам, остракодам, конодонтам обоснованы региональные стратиграфические подразделения, а также биостратиграфические подразделения в ранге зон и слоев с фауной (Макаренко и др., 2014).

В Новопортовской СФПЗ установлены новые литостратиграфические подразделения: новопортовская толща лохковского яруса, салехардская толща (пражского и эмсского ярусов), каменномыская толща эйфельского и живетского ярусов и салетинская толща нерасчлененного верхнего девона. В Шеркалинской СФПЗ вместо ловинской толщи нижнего девона – нялинская толща пражского и эмсского ярусов (прослежена также на этом стратиграфическом уровне в Шаимской и Красноленинской СФПЗ). Возраст верхнедевонской ем-еговской толщи уточнен и соответствует франскому веку. Сыньеганская толща прослежена в лохковском ярусе, фроловская – в нерасчлененном среднем девоне, разрез девона в Красноленинской СФПЗ завершает ханты-мансийская толща фамена. Возраст нахрачинской толщи расширен до эйфельского и живетского ярусов (Тюменская СФЗП). В фаменском ярусе Уватской СФПЗ установлены возрастные аналоги воскресенской и мизоновской толщ. Уточнен до эмсского и франского веков возраст вяткинской толщи Ишимской СФПЗ. Тундринская толща характеризует нерасчлененный средний девон Салымской и Усть-Балыкской СФПЗ, в пределах нижнего девона последней установлена полыньяхская толща. В Варьеганской СФПЗ, в основании девона, на уровне лохковского и пражского ярусов, установлены породы сороминской толщи. Юбилейная толща живета этой СФЗП замещается ларьеганской толщей. Из схемы исключены касская и ванжильская толщи (Тыйский и Вездеходный СФПЗ). Кембрийский возраст ванжильской толщи установлен по палеонтологическим и литологическим данным (Макаренко и др., 2014) и так же, как касской, подтверждается идентичностью соответствующих сейсмических горизонтов в пределах Предъенисейского осадочного бассейна (Филиппов и др., 2014; Филиппов, 2018).

- Региональная стратиграфическая схема девонских образований Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции / под ред. В.И. Краснова. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2012. – 43 с.
- Макаренко С.Н., Родыгин С.А., Савина Н.И. Девон Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции: проблема границ и объемов ярусов // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. – Т. 2. – № 18. – С. 3–15.
- Макаренко С.Н., Савина Н.И., Татьянин Г.М. Стратиграфия кембрия и ордовика юго-востока Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции // Горные ведомости. – 2014. – № 3. – С. 44–55.
- Филиппов Ю.Ф., Конторович В.А., Сенников Н.В. Новый взгляд на схему стратиграфии палеозоя юго-восточной части Западной Сибири // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. – № 2. – С. 7–21.
- Филиппов Ю.Ф. Геология и оценка перспектив нефтегазоносности верхнепротерозойскопалеозойского Предъенисейского осадочного бассейна на юго-востоке Западной Сибири: автореф. дисс. ... докт. геол.-минерал. наук. – Новосибирск, 2018. – 36 с.

# The current state of the Permian stratigraphy of central Western Siberia

Svetlana N. Makarenko<sup>1</sup>, Leonid G. Peregoedov<sup>2</sup>, Sergei A. Rodygin<sup>1</sup>, Natalia I. Savina<sup>1</sup>

<sup>1</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia; s.makarenko@ggf.tsu.ru <sup>2</sup>Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Novosibirsk, Russia

## Современное состояние стратиграфии пермской системы центральной части Западной Сибири

Макаренко С.Н.<sup>1</sup>, Перегоедов Л.Г.<sup>2</sup>, Родыгин С.А.<sup>1</sup>, Савина Н.И.<sup>1</sup> <sup>1</sup>Томский государственный университет, Томск, Россия; s.makarenko@ggf.tsu.ru <sup>2</sup>СНИИГГиМС, Новосибирск, Россия

Пермские отложения на территории центральной части Западной Сибири, представленные в лагунно-континентальных фациях, изучены крайне слабо. Специальные детальные региональные исследования с целью выявления и прослеживания отложений данного уровня, объемов и границ стратиграфических подразделений целенаправленно не проводились. Основная часть представленных в действующей схеме стратиграфических подразделений выделена достаточно условно, по литологии, либо по положению в разрезах (Решения..., 1999).

Первые сведения о палеонтологически охарактеризованных пермских отложениях получены при бурении скважин на Вартовской площади (Томская область), расположенной в пределах Усть-Тымской впадины, 90-метровой толщи с конгломератами и песчаниками в нижней части, перекрытой черными аргиллитами. Определены позднекаменноугольные и раннепермские двустворки, фрагменты кордаитантовых и спорово-пыльцевые комплексы алыкаевского и ишановского уровней Кузбасса и Горловского бассейна, сопоставимые с комплексами нижней части приуральского отдела Международной и Общей стратиграфических шкал (МСШ и ОСШ) (Решения..., 1999; Макаренко и др., 2007). Трудности в проведении границы между карбоном и пермью возникли и при изучении разреза скважины Восточно-Никольская 1, пробуренной в центральной части Усть-Тымской впадины. В разрезе впервые установлены и изучены стратотипы киевской и чкаловской толщ. Нижняя киевская свита слабо охарактеризована фауной пелеципод, усоногих раков и фрагментами листьев кордаитов, а верхняя чкаловская – палеонтологически немая. Спорово-пыльцевые комплексы не обнаружены. Провести границу между пермской и каменноугольной системой в однообразной толще аргиллитов не удается. Верхняя граница – эрозионная (Решения..., 1999; Макаренко и др., 2007).

Отложения примерно этого же стратиграфического уровня прослежены в скважине Лекосская 1, расположенной на северо-востоке Нижневартовского района, вблизи границы с Красноярским краем. По данным В.Е. Сивчикова, учитывая условность корреляции горизонтов Кузнецкого бассейна с ярусной шкалой Приуралья и ОСШ, можно предположить, что данная часть разреза сопоставима с артинским ярусом нижней перми (Могучева и др., 2011). Нерасчлененный каменноугольно-ассельско-сакмарский уровень по двустворкам *Euchondria levicula* Newell прослежен южнее, в Нюрольской впадине (центральная часть Томской области) в скважине Арчинская 54 (определение Л.Г. Перегоедова).

Нерасчлененные отложения верхнего карбона и перми пройдены скважиной Западно-Таркосалинская 905 (юго-восток Ямало-Ненецкого автономного округа). Обнаружены фрагменты и чешуя рыб, флора и спорово-пыльцевые комплексы. Исследования не завершены, но перспективны. Возможно, удастся уточнить взаимоотношение толщ карбона и перми по разрезу данной скважины.

Омеличская сероцветная терригенная толща верхней перми установлена по разрезу скважины Нижне-Табаганская 11. Нижняя часть палеонтологически не охарактеризована, из верхних аргиллитов получены позднепермские спорово-пыльцевые комплексы и неопределимые до вида отпечатки пермской флоры. Толща перекрыта юрскими (нижнетоарскими) аргиллитами. По палинологическим данным, верхняя часть омеличской толщи может быть сопоставлена с отложениями призабойной части разреза скважины Ноябрьская 1, т. е. уровнем вятского яруса ОСШ (Макаренко и др., 2007).

Смена каменноугольных отложений средне-верхнепермскими биостратиграфически зафиксирована в пределах Нюрольской впадины, в разрезе скважины Нижне-Табаганская 16, где на темноцветных прибрежно-морских породах визейского яруса (табаганская свита) со стратиграфическим перерывом залегают сероцветные породы перми. Спорово-пыльцевые комплексы из нижней части разреза, по мнению В.М. Кабановой, указывают на формирование пород в кемеровское-митинское время Кузбасса (артинский и уфимский ярусы приуральского отдела ОСШ) и могут быть сопоставлены с верхней частью киевской толщи Усть-Тымской впадины. Вышележащие аргиллиты содержат уже спорово-пыльцевые комплексы грамотеинского времени Кузбасса (северодвинский ярус татарского отдела ОСШ). Самая верхняя часть разреза в скважине Нижне-Табаганская 16 отнесена к омеличской толще и сопоставлена с чкаловской толщей Усть-Тымской впадины. Предполагается, что образование пород происходило в различных фациальных условиях, но в близком временном диапазоне. Нижняя часть толщи в разрезе скважины Нижне-Табаганская 16 сопоставлена с киевской толщей. Отсутствие в разрезе этой скважины отложений среднего и верхнего отделов карбона ОСШ (пенсильвания МСШ) и части нижнего отдела перми не позволяет выяснить истинное взаимоотношение двух свит (Макаренко и др., 2007).

Пограничные отложения терминальной перми и триаса установлены в разрезе скважины Ноябрьская 1, пробуренной к западу от Усть-Тымской впадины. Из алевролитов призабойной части получен позднепермский спорово-пыльцевой комплекс (уровень позднетатарского яруса, сопоставимый с тайлуганским горизонтом Кузбасса, гагарьеостровским Тунгусской синеклизы, вятским уровнем ОСШ), перекрытый вулканогенно-осадочной туринской толщей триаса.

Из приведенных данных следует, что объем и возраст выделенных стратиграфических подразделений перми на территории центральной части Западной Сибири оцениваются неоднозначно, границы не распознаются и не прослеживаются за пределами конкретной скважины, что затрудняет обоснование и установление границ ярусов ОСШ.

- Макаренко С.Н., Савина Н.И., Татьянин Г.М. Материалы по стратиграфии Нюрольской и Усть-Тымской впадин (юго-восток Западно-Сибирской плиты) // Верхний палеозой России: стратиграфия и палеогеография: материалы Всероссийской научной конференции (Казань, 25–27 сентября 2007 г.). – Казань: Издательство Казанского университета, 2007. – С. 190–193.
- Могучева Н.К., Перегоедов Л.Г., Алейников А.Н., Куцман А.Н., Сивчиков В.Е., Тимохин А.В. Новые данные по расчленению разреза, вскрытого скважиной Лекосской 27 // Вестник Недропользователя. – 2011. – № 22. – С. 52–60.
- Решения межведомственного совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины. – Новосибирск: СНИИГГИМС, 1999. – 80 с.

## A study of calcite color from mountainous Crimea using X-ray fluorescence analysis

Elena M. Maksimova, Igor A. Naukhatsky, Gleb S. Maksimov V.I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea, Russia; maksimovaem@cfuv.ru

# Исследование окраски кальцитов Горного Крыма методом рентгенофлуоресцентного анализа

Максимова Е.М., Наухацкий И.А., Максимов Г.С.

Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, Симферополь, Республика Крым, Россия; maksimovaem@cfuv.ru

Кальцит – один из самых распространенных минералов Крыма, встречающийся в виде жил и гнезд в известняках и изверженных породах, в песчано-сланцевой толще и в конгломератах. В центральных частях жил отмечается прозрачный кальцит – исландский шпат. Реже бывают разные оттенки желтого, зеленого, розового, бурого и черного цвета (Полканов, 1989).

Цель данной работы – определение элементного состава кальцитов различной окраски, найденных на Чатыр-Даге (горный массив Главной гряды Крымских гор) в окрестностях пещеры Эмине-Баир-Хосар. Исследование элементного состава образцов проводилось методом рентгенофлуоресцентного анализа на высокомощном настольном волнодисперсионном рентгеновском флуоресцентном спектрометре последовательного действия Supermini 200 Rigaku, позволяющем проводить анализ элементов от кислорода (О) до урана (U) с точностью до 10<sup>-3</sup> %. Описание образцов и их состав приведены в табл. 1.

Таблица 1

Состав, в вес. %	Са	Si	Fe	K	Р	Cl	S	Mn	Sr
Образец									
кальцита									
Полупрозрачный	97.6	0.998	0.919	0.239	0.120	0.0624	0.0265	-	-
Белый	98.1	0.726	0.493	0.133	0.124	0.0928	0.0564	-	0.241
Медовый	97.6	0.309	1.76	0.0651	0.0712	_	0.0082	0.215	—

Состав полупрозрачного и белого кальцитов практически совпадает, за исключением наличия стронция в кальците белого цвета. Кальцит «медового» цвета отличается от двух предыдущих образцов содержанием марганца и отсутствием хлора, бо́льшим содержанием железа. Исследование химического состава кальцитов весьма важно, поскольку определяет особенности процессов их образования. Кальцитовые жилы известняков Караби-яйлы, Чатыр-Дага, Ай-Петри и других горных массивов, служат индикаторами палеогидрогеологических условий Горного Крыма (Дублянский, 1988).

Авторы выражают благодарность за предоставленные образцы кальцитов Е.И. Тимохиной.

### Список литературы

Дублянский В.Н., Дублянский Ю.В. Кальцитовые жилы Горного Крыма как индикаторы его палеогидрогеологических условий // Геологический журнал. – 1988. – № 3. – С. 81–85. Полканов Ю.А. Минералы Крыма. – Симферополь, 1989. – 160 с.

## Geological time and stratigraphic boundaries of local units on the example of the Chernomysian Regional Stage and the Ledyanya Gavan' Formation on the Novaya Zemlya Archipelago

Vladimir P. Matveev

Saint-Petersburg Mining University, St-Petersburg, Russia; wmatveev@mail.ru

## Геологическое время и стратиграфические границы местных подразделений на примере черномысовского горизонта и ледяногаванской свиты на архипелаге Новая Земля

Матвеев В.П.

Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия; wmatveev@mail.ru

Основная информация о геологическом строении Новой Земли получена по результатам геологической съемки среднего масштаба. При составлении листов государственных геологических карт мелкого масштаба она не всегда удачно обобщается. Реальные трудности в выполнении данной работы связаны со сложным строением геологической площади и определенными этапами в истории геологического развития территории. В каменноугольном периоде таким этапом является черномысовское время. Оно отвечает раннему визе, на протяжении которого происходило формирование черномысовского горизонта. В местной стратиграфической схеме он разделен на следующие слои с фауной: *Eoparastaffella simplex lata; Siphonodendron caespitosum* и *Uralodiscus rotundus-Ammarchaediscus eospirilinoides* (Матвеев, 1998).

Черномысовский горизонт на острове Северный представлен латеральным рядом фаций – от гемипелагических глубоководных до сублиторальных прибрежноморских. Его выделению помогают горизонты-маркеры, прослеженные по всей площади архипелага. У кровли подстилающего близнецовского горизонта залегает толща окремненных известняков с линзами и прослоями кремней, а в глубоководной части троговой впадины – аргиллиты кремнистые и фтаниты. На склонах впадины среди окремненных аргиллитов постоянно встречаются крупные карбонатные конкреции. Их возраст по биозональной конодонтовой шкале соответствует зоне Scaliognathus anchoralis косьвинского времени (верхнее турне). В шельфовых фациях косьвинский горизонт установлен по фораминиферам и кораллам. В местной стратиграфической схеме он отвечает слоям с Tournayella moelleri – Palaeospiroplectammina diversa; Scaliognathus anchoralis. Кровля черномысовского горизонта фиксирует начало тульского времени позднего визе. В местной стратиграфической схеме это основание карского горизонта – слои с Archaediscus krestovnikovi – Globosoproductus mirus. С данного момента на всей площади архипелага начинается карбонатное осадконакопление. Весь интервал черномысовского горизонта – это перестройка черносланцевого типа осадконакопления в троговом прогибе на карбонатное и обмеление бассейна, фиксируемое в шельфовых фациях.

На площади острова Северный, в Северноновоземельской структурнофациальной зоне (СФЗ), черномысовскому горизонту отвечают верхние части мики-

товской (в Русскогаванской подзоне) и споронаволокской свит (в одноименной подзоне). В обеих подзонах они перекрыты ледяногаванской свитой. Взаимоотношения свит описаны в шести разрезах: по три в каждой из подзон. Возраст пограничных отложений установлен по комплексам фораминифер, которые определяли М.Ф. Соловьева и Т.И. Степанова. В Споронаволокской СФЗ разрезы выстраиваются с северо-востока на юго-запад, в сторону углубления морского бассейна, практически вкрест линии границы суша – море (Матвеев и др., 1989). Они располагаются на шельфе карбонатной платформы. В стратотипе на реке Спокойная, в разрезе присутствуют две пачки кремней: косьвинские и пестерьковские, разделенные пачкой переслаивания известняков и аргиллитов. Выше кремней пестерьковского времени залегают известняки биоспаритовые с обломками фауны и известняка. В ее кровле определены фораминиферы дружининского времени. В Русскогаванской СФЗ, в разрезе на реке Капризная, пачку кремней косьвинского времени микитовской свиты перекрывают известняки градационно слоистые и биокластические, пестерьковского возраста. Таким образом, определенно можно говорить о скольжении нижней границы ледяногаванской свиты в пределах пестерьковского времени. В разрезе по реке Каньонная ледяногаванская свита залегает на споронаволокской свите с незначительным размывом. В кварц-карбонатных конгломератах свиты в цементе определен комплекс фораминифер раннего визе. В залегающих выше песчанистых известняках комплекс микрофауны указывает на тульское время позднего визе, т. е. амплитуда скольжения границы свиты увеличивается более существенно в северо-восточном направлении, в сторону берега, вкрест простирания фаций.

В более мелководных разрезах в Споронаволокской СФЗ, где «пачка кремней» отсутствует, переход от глинистой части разреза к карбонатной – постепенный, что затрудняет точное определение положения подошвы ледяногаванской свиты. При картировании ее нижняя граница непроизвольно «подтягивается» к яркому рубежу – известнякам от серых до светло-серых, водорослевым. На реке Широкая, в основании свиты, комплекс фораминифер отвечает алексинскому времени позднего визе. На полуострове Горякова в Русскогаванской СФЗ, в подошве подобных известняков, определены фораминиферы тульского века. Так проявляются объективные и субъективные причины, поясняющие процесс изменения возраста границы местного подразделения.

Теоретическое обоснование скольжения границы литологического тела уже более 150 лет назад было предложено А.Н. Головкинским. Автор тезисов показывал структурную позицию разрезов, в которых можно регистрировать данное явление (Матвеев, 2009). Важно, что они образуются при формировании слоистости миграционного типа и связаны с изменением уровня бассейна (Романовский, 1985). Фациальный анализ изученных разрезов позволяет установить регрессивную тенденцию в изменении уровня бассейна осадконакопления в черномысовское время. Она подтверждается и литолого-петрографическим изучением шлифов.

Для верификации принципа Головкинского необходимо комплексное изучение палеопространства и времени в геологических исследованиях. Как отмечалось автором ранее и подтверждается сейчас, для этого необходимо следующее: 1) палеоструктура – авлакогеосинклиналь с несколькими изученными разрезами; 2) разрезы должны быть расчленены на уровне региональных горизонтов; 3) желательно иметь в разрезе наиболее полный ряд латеральных фаций; 4) изменение фаций лучше прослеживается при демиссионном режиме развития бассейна осадконакопления; 5) к разряду субъ-

ективных факторов нужно отнести желание геолога-съемщика увидеть и зафиксировать границу «реального геологического тела» (Мейен, 1976).

#### Список литературы

- *Матвеев В.П.* Стратиграфия и брахиоподы каменноугольных отложений острова Северный архипелага Новая Земля: автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), 1998. – 19 с.
- *Матвеев В.П.* Некоторые аспекты понятия «граница» в стратиграфии. Верхний палеозой России: стратиграфия и фациальный анализ. – Казань: Издательство Казанского университета, 2009. – С. 256–258.
- Матвеев В.П., Соболев Н.Н., Устрицкий В.И., Черняк Г.Е. Каменноугольные и пермские отложения района Ледяной Гавани (Северный остров Новой Земли) // Стратиграфия и палеонтология палеозоя Советской Арктики. Л.: ПГО «Севморгеология», 1989. С. 32–41.

Мейен С.В. Введение в теорию стратиграфии. – М.: ВИНИТИ, 1976. – 186 с.

Романовский С.И. Динамические режимы осадконакопления. Циклогенез. – Л.: Недра, 1985. – 263 с.

# Specific sedimentation features of the Upper Devonian delta system (eastern slope of the Middle Urals, Kodinka Formation)

Oleg Yu. Melnichuk

A.N. Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russian Academy of Sciences; o.u.melnichuk@gmail.com

## Особенности седиментации верхнедевонской дельтовой системы (кодинская свита, восточный склон Среднего Урала)

Мельничук О.Ю.

Институт геологии и геохимии им. академика Заварицкого УрО РАН, Екатеринбург, Россия; o.u.melnichuk@gmail.com

Кодинская свита представляет собой достаточно мощный стратон (более 1000 м), сложенный глинистыми породами и песчаниками, в меньшей степени алевролитами, псефитовыми разностями и известняками. Наиболее мощный разрез свиты обнажается в долине реки Исеть, на ее левом и правом берегах, западнее города Каменск-Уральский, на всем протяжении от деревни Кодинка до села Щербаково и, частично, выше последнего. Свита разделяется нами на 8 толщ (Мельничук, 2018). Нижняя из них (толща I) залегает на неровной и бугристой кровле известняков (около 63 м), которые в некоторых исследованиях (например, Чувашов и др., 1997) фигурируют под названием «кодинская органогенная постройка» и не включаются нами в состав кодинской свиты.

Разрез свиты нарушен рядом тектонических разломов, тем не менее элементы залегания пластов в целом сохраняются. Складки, указанной в работах (Наседкина, Зенкова, 1999; Смирнов и др., 1974), здесь нет, что подтверждают и данные по брахиоподам. В интервале от карбонатной («органогенной») постройки до толщи V имеет место закономерная эволюция брахиоподовых комплексов (Мизенс, 2012; Мизенс, Мизенс, 2019), благодаря которым рассматриваемые отложения датированы верхним франом (верхняя часть губинского горизонта – конодонтовые зоны Late rhenana – linguiformis). Конодонты были определены В.А. Наседкиной и Г.Г. Зенковой (1999) в толщах I и V по нашему расчленению. Среди них установлены *Polygnatus* cf. *politus* Ovn., *Po.* cf. *aequalis* Klap. et Lane, *Po. ettremae* Pick.

Ранее автором были выделены в разрезе свиты фации мелководно-морской равнины (проксимальные – толща I, отчасти толща III и IV, медиальные – толща V, дистальные – часть толщи III), фронтальной части дельты (толщи II, IV, VII) и продельты (толщи VI и VIII) (Мельничку, 2018), которым свойственны несколько общих черт:

1. Небольшие биогермы, аналогичные существовавшим во время накопления карбонатной толщи (Мельничук и др., 2018), по всей видимости, существовали и во время формирования карбонатно-песчано-глинистой толщи I и аналогичных пачек толщи III. В их составе видны продукты разрушения этих биогермов – полибиокластовые известняки, участвующие в строении специфических слоевых ассоциаций.

2. Вероятно, при седиментации толщи II дельтовая система эволюционировала от песчаного типа гравийно-песчаному, в соответствии с классификацией (Orton, Reading, 1993), во время формирования существенно песчаной толщи VII. Об этом свидетельствуют как особенности строения фронтальной части дельты, так и гипер-

пикнитов (Мельничук, 2019), встречающихся в разрезе толщ II (медиальной/дистальной части фронта дельты), VII (медиальной части фронта дельты) и, реже, IV (медиальной/проксимальной части фронта).

3. Пески фронтальной части дельты и глинистые отложения продельты накапливались под преобладающим влиянием речной активности (толщи II, VII и верхняя часть толщи VIII) либо речных течений в сочетании с волновой, в том числе штормовой, активностью (толщи IV, VI и нижняя часть толщи VIII).

4. Седиментация происходила при постоянном прогибании дна бассейна (опускании участка земной коры?). Скорости накопления осадков (лавинные) и прогибания были в той или иной мере сопоставимы. Например, одна и та же фация может слагать толщу, имеющую мощность от десятков (45 м, толща V) до сотни и более метров (200 м, толща VI, и 150 м, толща VII).

5. Осадконакопление имело цикличный характер – в разрезе выделяются циклиты различных порядков, начиная от элементарных и мезоциклитов (циклитов третьего порядка) и заканчивая макроцилитами, составными элементами которых являются отдельные толщи. Их формирование связано как с автоциклическими, так и с аллоциклическими факторами, такими, как миграция и отмирание распределительных каналов, в том числе их субаквальных частей, а также разномасштабные эвстатические колебания.

6. Дельтовая система проградировала достаточно далеко в бассейн, о чем свидетельствует наличие в продельте (толща VIII) отложений мутьевых потоков [2]. Она же, вероятно, отмечает максимальный уровень трансгрессии.

Исследования выполнены в рамках темы № АААА-А18-118052590031-9 (комплексная программа фундаментальных исследований УрО РАН 18-5-5-11).

- *Мельничук* О.Ю. Гиперпикниты в разрезе кодинской свиты (верхний девон, восточный склон Среднего Урала) // Экзолит-2019: научные чтения памяти Г.Ф. Крашенинникова. М.: МГУ, 2019. В печати.
- *Мельничук* О.Ю. Позднедевонская дельтовая система на востоке Среднего Урала // Вестник Пермского университета. Геология. 2018. Т. 17. № 1. С. 18–32.
- Мельничук О.Ю., Дуб С.А., Закирьянов И.Г. Верхнефранские известняки кодинского разреза органогенная постройка? (Средний Урал): материалы IX Сибирской конференции молодых ученых по наукам о Земле. Новосибирск: СО РАН, 2018. С. 371–373.
- *Мизенс А.Г.* Брахиоподы и биостратиграфия верхнего девона Среднего и Южного Урала. Екатеринбург: РИО РАН, 2012. – 324 с.
- *Мизенс А.Г., Мизенс Л.И.* Новые данные по позднефранским брахиоподовым сообществам ровного дна из стратотипа кодинской свиты (восточный склон Среднего Урала): ежегодник-2018 // Труды ИГГ УрО РАН. – 2019. – Вып. 167. – В печати.
- *Наседкина В.А., Зенкова Г.Г.* Биостратиграфия верхнего девона на восточном склоне Среднего и Северного Урала // Проблемы стратиграфии и палеонтологии Урала. Екатеринбург: Комприроды по Свердловской области, 1999. С. 51–74.
- *Смирнов Г.А., Смирнова Т.А., Клюжина М.Л., Анфимов Л.В.* Материалы к палеогеографии Урала. М.: Наука, 1974. Очерк 5: Франский век. 218 с.
- Чувашов Б.И., Шуйский В.П., Пилосова О.Э. Основные типы органогенных построек верхнего девона Урала: ежегодник-1996. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 1997. С. 22–27.
- Orton G.J., Reading H.G. (1993) Variability of deltaic processes in terms of sedimentary supply, with particular emphasis on grain size. Sedimentology 40, pp. 475–512.
## Palynological characteristics of the Urmugteyul Formation (Lower Carboniferous) of the Orchon Depression (Northern Mongolia)

Olga R. Minina<sup>1</sup>, Alena V. Kurilenko<sup>1</sup>, Ludmila N. Neberikutina<sup>2</sup>, Tatyana V. Stukova<sup>3</sup>, Larisa I. Vetluzhskikh<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Geological Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Irkutsk, Russia; yaksha@rambler.ru <sup>2</sup>Voronezh State University, Voronezh, Russia <sup>3</sup>Branch of LLC Lukoil-Engineering «PermNIPIneft», Perm, Russia

## Палинологическая характеристика урмугтэйульской свиты (нижний карбон) Орхонского прогиба (Северная Монголия)

Минина О.Р.<sup>1</sup>, Куриленко А.В.<sup>1,</sup> Неберикутина Л.Н.<sup>2</sup>, Стукова Т.В.<sup>3</sup>, Ветлужских Л.И.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Геологический институт СО РАН, Иркутск, Россия; yaksha@rambler.ru <sup>2</sup>Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия <sup>3</sup>Филиал ООО «Лукойл-Инжиниринг» «ПермьНИПИнефть», Пермь, Россия

Нижнекаменноугольные отложения распространены в Орхонском наложенном прогибе (Тотигодоо, 2005). Стратотипический разрез нижнекаменноугольной урмугтэйульской свиты находится в бассейне реки Шарын-Гол и охарактеризован морской фауной (Моссаковский, 1969; Геология МНР, 1973 и др.). Свита здесь, по нашим данным, включает четыре пачки, связанные постепенными переходами. Первая пачка – грубообломочная (до 280 м) – сложена среднезернистыми полимиктовыми конгломератами; вторая – песчаниковая (110 м) – зеленовато-серыми мелкозернистыми полимиктовыми песчаниками; третья – алевролито-песчаниковая (550 м) – представлена серыми полимиктовыми песчаниками с маломощными прослоями алевролитов; четвертая – алевролитовая (650 м) – сложена чередованием табачно-серых песчаников и темно-серых алевролитов с прослоями и линзами аргиллитов (Гордиенко и др., 2008). Нами проведены дополнительные сборы фауны, во второй пачке установлены макромерные растительные остатки, в третьей и четвертой – криноидеи. Палинологическая характеристика получена для второй, третьей и четвертой пачек.

В составе палиноспектров второй и третьей пачек, кроме форм, распространение которых ограничивается ранним карбоном, установлены типичные турнейские виды (до 45 %): *Reticulatisporites trivialis* (Kedo) Oshurk., *R. tenellus* Byvsch., *Diaphanospora submirabilis* (Kedo) Byvsch., *Lophozonotriletes bellus* Kedo, *L. involutus* Naum., *Leiotriletes angularis* (Kedo) Byv., *L. inermis* (Waltz) Isch., *Hymenozonotriletes lepidus* (Waltz) Isch., *Knoxisporites multiplicabilis* (Kedo) Oshurk., *Densosporites gibberosus* (Kedo et Jushko) Byvsch., *Simozonotriletes intortus* (Waltz) Pot. et Kr., *Monilospora subcrenata* (Waltz) Byvsch. и др. Вид *Tuberculispora exigua* (Naum.), часто встречающийся в палиноспектрах, является видом-индексом палинозоны Tuberculispora exigua–Triquitrites batillatus косьвинского горизонта верхней части турнейского яруса Русской платформы (Стукова, 2009). Состав палинокомплекса определяет раннекаменноугольное, позднетурнейское время накопления отложений. В палиноспектрах четвертой пачки преобладают (до 55 %) Reticulatisporites cancellatus (Waltz) Playf., R. trivialis (Kedo) Oshurk., Cyclobaculisporites atratus (Naum.) Oshurk., Chaetosphaerites pollenisimilis (Horst) Butt. et Will., pacпространение которых ограничивается визейским и серпуховским веками, виды Hymenozonotriletes lepidus (Waltz) Isch., Cingulizonates radiatus Byvsch., N.Umn. et Vor., Tetraporina contrugosa Tet., T. horologia (Staplin) Playf., Lycospora pusilla (Ibr.) Som. являются типично визейскими, а Cingulizonates bialatus (Waltz) Smith et Butt. – видом-индексом палинозоны тульского горизонта верхневизейскиго яруса (Стукова, 2009). Миоспоры ограничивают время накопления отложений четвертой пачки поздним визе. В составе палиноспектров, кроме миоспор, присутствуют акритархи рода Leiosphaeridia Eisenack.

Анализ палинофаций позволил выделить в отложениях второй и третьей пачек урмугтэйульской свиты палинофации экзинитового типа, характеризующиеся большим числом и разнообразием спор наземных растений (до 90 %), обилием кутикул и трахеид (Habib, 1979; Ровнина, 1984). Эти палинофации характерны для дельтовых отложений. Палинофации четвертой пачки отнесены к трахеальному типу. Этот тип сходен с экзинитовым, но отличается преобладанием мелких простых, просто скульптированных форм, меньшим количеством палинодебриса, присутствием морского микрофитопланктона, и характерен для прибрежно-морских условий.

Таким образом, новые сборы органических остатков (криноидей, брахиопод, флоры, мшанок) и впервые проведенные палинологические исследования подтверждают раннекаменноугольный возраст урмугтэйульской свиты. Палинофлора позволила уточнить время формирования и генезис этих отложений: нижняя часть разреза (вторая и третья пачки) датируется поздним турне, а время накопления верхней (четвертая пачка) части ограничивается поздним визе.

Работа выполнена по плану НИР ГИН СО РАН, номер гос. рег. АААА-А17-117011650013-4, а также при финансовой поддержке РФФИ, гранты № 18-05-00234 и 19-05-00986.

#### Список литературы

Геология Монгольской Народной Республики. – М.: Недра, 1973. – Т. І. – 584 с.

Гордиенко И.В., Минина О.Р., Ветлужских Л.И., Медведев А.Я., Одгэрэл Д. Хэнтэй-Даурская складчатая система Монголо-Охотского пояса (магматизм, седиментогенез, геодинамика) // Геодинамика и тектонофизика. – 2018. – Т. 9. – № 3. – С. 1063–1097.

Моссаковский А.А., Томуртогоо О. Верхний палеозой Монголии. – М.: Наука, 1976. – 125 с.

- *Ровнина Л.В.* Классификация органического вещества осадочных пород на основе палинологического метода // Проблемы современной палинологии. Новосибирск: Наука, 1984. С. 31–34.
- Стукова Т.В. Палинозоны позднетурнейских-ранневизейских разнофациальных терригенных отложений Пермского Прикамья // Верхний палеозой России: материалы 2-й Всероссийской конференции. – Казань: Издательство Казанского университета, 2009. – С. 157– 158.
- Tomurtogoo O. (2005). Tectonics and structural evolution of Mongolia. SEG-IAGOD Field Trip, 8 Bieninal SGA Meeting. London, pp. 5-12.
- Habib D. (1979). Sedimentary origin of North Atlantic Cretaceous palynofacies. Deep Drill Res. in Atlantic Ocean: Continental margin and palaeoenvironment, pp. 420–437.

# The updated zonal scale of the Middle and Upper Permian of Eastern Europe based on the ichthyofauna

Alla V. Minich, Maxim G. Minich Saratov State University, Saratov, Russia; a.v.minih@mail.ru

## К вопросу об обновленной зональной шкале средней и верхней перми Восточной Европы по ихтиофауне

Миних А.В., Миних М.Г.

Саратовский государственный университет им. Н.Г. Чернышевского, Саратов, Россия; a.v.minih@mail.ru

В последние годы расширились представления о былом разнообразии средне- и позднепермской ихтиофауны Восточной Европы, ее комплексах и характере распределения в разрезах. В связи с этим созданная авторами тезисов зональная шкала по ихтиофауне (Миних, Миних, 1999) получила импульс к существенному изменению. Год назад вышла статья А.В. Миних и М.Г. Миних (2018), посвященная обновленной зональной шкале по ихтиофауне средней и верхней перми бассейна Северной Двины. В ней были рассмотрены новые комплексы рыб из практически непрерывного опорного разреза верхней части биармийского и татарского отдела перми рек Сухоны и Северной Двины с притоками, показано их стратиграфическое распределение и представлена обновленная зональная ихтиофаунистическая схема для этого региона. Наиболее значимые изменения в зональной схеме связаны с ее уржумской и нижнесеверодвинской частями.

Согласно ранее существовавшей зональности, терминальным отложениям уржумского яруса (нижнеустьинская свита) и нижней части северодвинского яруса (сухонская свита) татарского отдела перми соответствовала зона Platysomus biarmicus – Toyemia tverdochlebovi. По новым данным, этим подразделениям соответствует надзона Platysomus – Uranichthys с зонами (снизу вверх по разрезу) Platysomus biarmicus и Uranichthys pretoriensis. Оба вида широко распространены в вышеназванных свитах. Зона Platysomus biarmicus охватывает нижнеустьинскую свиту уржумского яруса средней перми. На данный момент в составе ее комплекса в бассейне Северной Двины из лучеперых рыб установлены: *Platysomus biarmicus* Eichwald, *Lapkosubia uranensis* A.Minich, *Kichkassia furcae* Minich и *Uranichthys pretoriensis* А. Minich, обнаруженный в верхах свиты. Зона Uranichthys pretoriensis характеризует сухонскую свиту северодвинского яруса татарского отдела. В составе ее комплекса из лучеперых рыб, кроме типового вида, присутствуют: *Platysomus biarmicus, Lapkosubia uranensis, Kichkassia furkae, Strelnia* sp., *Varialepis* sp., *Geryonichthys* sp., Discordichthyidae gen. indet., a из акуловых рыб – *Xenosynechodus* sp.

Следует заметить, что данный комплекс ихтиофауны характерен для аманакской свиты уржумского яруса (Миних, Миних, 2008) на юго-востоке Восточно-Европейской платформы (бассейн среднего течения Волги). Это подтверждается и совместным нахождением уржумских рыб с богатейшим комплексом остракод уржумского возраста в указанном регионе (Молостовская, Гришанов, 2008). Иначе говоря, сухонская свита по комплексу ихтиофауны напрямую коррелируется с верхней половиной уржумского яруса юго-восточной части Восточной Европы. Таким образом, не исключена вероятность принадлежности сухонской свиты верхней половине уржумского яруса. Подобное мнение было высказано еще много лет назад Е.М. Люткевичем (1955). Этот вариант был принят в 1975 году редакционным советом ВСЕГЕИ в легенде для геологических карт Мезенской серии и бассейнов Сухоны и Северной Двины, где уржумский горизонт должен был включать нижнеустьинскую и сухонскую свиты.

Выделенная авторами в бассейне Северной Двины (Миних, Миних, 2018) вышележащая надзона Toyemia – Isadia соответствует большей части полдарсской свиты, а именно верхней половине северодвинского яруса и практически всему вятскому ярусу. Эта надзона подразделяется на две зоны: нижнюю Toyemia tverdochlebovi – Isadia suchonensis, охватывающую почти всю верхнюю половину северодвинского яруса, и верхнюю – Toyemia blumentalis – Isadia aristoviensis, характеризующую вятский ярус верхней перми.

В составе комплекса зоны Toyemia tverdochlebovi – Isadia suchonensis, помимо индекс-видов, присутствуют: *Mutovinia stella* Minich, *Strelnia certa* A.Minich, *Geryonichthys longus* A.Minich, *Varialepis stanislavi* A. Minich, *Sludalepis spinosa* A.Minich, *Isadia opokiensis* A. Minich et Andrushkevich и *Plotnikovichthys gorodokensis* A.Minich. В низах полдарсской свиты продолжают встречаться единичные чешуи платисомусов и уранихтисов, зубы акул *Xenosynechodus* sp., а также эндемичный вид лучеперой рыбы *Suchonichthys molini* A.Minich.

Верхняя в этой схеме зона Toyemia blumentalis – Isadia aristoviensis характеризует вятский ярус. Помимо индекс-видов, в составе комплекса зоны присутствуют *Mutovinia stella* Minich, *Mutovinia sennikovi* A. Minich, *Strelnia* sp., *Geryonichthys* sp. Tepминальные слои перми бассейна Северной Двины охарактеризованы подзоной Toyemia blumentalis – Mutovinia sennikovi, в которой определяющими являются *Isadia arefievi* A.Minich и типовые для подзоны виды лучеперых рыб. Присутствуют здесь и типичные для комарицкой пачки саларевской свиты таксоны рыб.

В ближайшее время предполагается опубликовать более полную (обобщенную) зональную схему по ихтиофауне средней и верхней перми Восточной Европы, куда, помимо вышеприведенных, войдут комплексы ихтиофауны бассейна Волги с притоками, включая области ее среднего и нижнего течения.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект № 17-04-01937).

# The taxonomic composition and lithological features of the Bagryash locality of the Kazanian flora

Vladimir P. Morov<sup>1,2,3</sup>, Alyona A. Morova<sup>2,3</sup> <sup>1</sup>Institute of Ecology of the Volga River Basin, Russian Academy of Sciences, Togliatti, Russia; moroff@mail.ru <sup>2</sup>Samara State Technical University, Samara, Russia <sup>3</sup>Samara Paleontological Society, Samara, Russia

## Таксономический состав и литологические особенности Багряшского местонахождения флоры казанского века

Моров В.П.<sup>1,2,3</sup>, Морова А.А.<sup>2,3</sup>

<sup>1</sup>Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, Россия; moroff@mail.ru <sup>2</sup>Самарский государственный технический университет, Самара, Россия <sup>3</sup>Самарское палеонтологическое общество, Самара, Россия

В 2018 году, в ходе поисковых работ, членами Самарского палеонтологического общества было обнаружено новое местонахождение пермской флоры в Исаклинском районе Самарской области у села Багряш (Моров, 2019). Разрез представляет собой песчаную аллювиальную толщу, мощностью около 9,5 м, залегающую поверх карбонатной толщи лагунного генезиса. Последняя, судя по ближайшим разрезам, соответствует барбашинской (красноярской) толще немдинского горизонта. Аллювий перекрыт лагунно-континентальной глинисто-карбонатной толщей небольшой видимой мощности. Возраст верхней толщи и, по-видимому, собственно аллювия – поволжский (верхнеказанский). Пески и песчаники – желтовато-серые, мелко-среднезернистые, поли-и мезомиктовые, на глинисто-карбонатном, участками карбонатном, базально-поровом, поровом цементе, с пропластками песчаников и внутриформационных конгломератов с более прочным карбонатным базально-поровым цементом. В подошве песчаной толщи залегает тонкий прослой конгломерата из мелких пестрых галек, аналогичный костеносному конгломерату местонахождения Аксаково (Бакаев и др., 2018). В нем единичны неопределимые косточки позвоночных и чешуйки рыб.

В песчаниках нижней части аллювиальной толщи имеется флороносный горизонт, представленный литологически не выраженными отдельными линзами, размером в плане – первые метры и мощностью не более 0,5 м. Флороносной толще сопутствует, а чаще подстилает ее крупноразмерная брекчия из обломков бурой глины. Флороносный горизонт относительно карбонатной толщи расположен наклонно, в наблюдаемой части разреза от 1,5 до 0 м. Среди флористических остатков преобладают Paracalamitina striata, Permocallipteris wangenheimii, Rufloria sp. Редко отмечаются *Calamites* sp., *Kuvakospermum pedatum, Compsopteris salicifolius, Psygmophyllum cuneifolium*. Сохранность остатков в основном хорошая, в виде отпечатков, объемных ядер, нередко в виде пустот. В изобилии присутствуют фрагменты коры неопределенных голосеменных, в меньшей степени – сильно разрушенная древесина.

Таким образом, в целом флора местонахождения Багряш по своему таксономическому составу и соотношению компонентов растительности очень близка к известной флоре местонахождения Новый Кувак, хотя особенности захоронения заметно отличаются. Она, несомненно, относится к новокувакскому флористическому комплексу (Моров и др., 2016). Как и в случае Нового Кувака, здесь можно предполагать мезофильную растительную ассоциацию с элементами ксерофильной. Обнаружение и изучение данного разреза расширяет географию уникальной новокувакской флоры.

#### Список литературы

- Бакаев А.С., Голубев В.К., Буланов В.В., Моров В.П., Морова А.А. Фауна позвоночных местонахождения Аксаково (средняя пермь, Самарская область) // Фундаментальная и прикладная палеонтология: материалы LXIV сессии Палеонтологического общества при РАН (Санкт-Петербург, 2–6 апреля 2018 г.). – СПб.: ВСЕГЕИ, 2018. – С. 173–174.
- Моров В.П., Наугольных С.В., Варенов Д.В., Варенова Т.В., Морова А.А., Сидоров А.А. Ископаемые растения казанского яруса Среднего Поволжья // Фиторазнообразие Восточной Европы. – 2016. – Т. Х. – № 1. – С. 34–67.
- Моров В.П. Новое местонахождение новокувакской флоры в Самарской области // Трешниковские чтения-2019. Современная географическая картина мира и технологии географического образования: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием. – Ульяновск: Ульяновский государственный педагогический университет, 2019. – С. 298–299.

## Paleosols and pedostratigraphy of the Urzhumian (Middle Permian) deposits of the Kazan Volga region

Fedor A. Mouraviev<sup>1</sup>, Michael P. Arefiev<sup>1,2</sup>, Vladimir V. Silantiev<sup>1</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia; fedor.mouraviev@kpfu.ru <sup>2</sup>Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

The Urzhumian sedimentary basin in the Kazan Volga region is represented by a fluvial-lacustrine red beds bearing multy-order cyclicity. The boundaries of the high order cycles (HOC) are often identified by paleosols, which indicate the gaps in sedimentation and intervals of subaerial exposure of sediments. Two reference sections of the Urzhumian are located on the right bank of Volga river: the Cheremushka Ravine (Silantiev et al., 2018) in the vicinity of Kazan and the Monastery Ravine (Mouraviev et al., 2018a), 100 km to the south. Both sections are well-studied by paleontological, geochemical and paleomagnetic methods, the study of paleosols and cyclicity has begun in recent years (Mouraviev et al., 2018b, 2019). Here, we represent an attempt of correlation of this sections based on paleosols.

The Monastery Ravine section contains 14 paleosol profiles, and the Cheremushka Ravine section contains 17 paleosol profiles; most of them are confined to the upper part of the sections. The paleosols were identified based on horizonation, ped structure and root structures (Retallack, 1988) and classified according to Mack et al. (1993). The stage of development of the paleosols under study was recognized based mostly on the stages of carbonate accumulation in paleosols (Retallack, 1988). Most of the paleosols in both sections are weakly and moderately developed (stages I - II); the more developed paleosols with calcrete horizons occur in the narrow interval within the Mid-Upper Urzhumian, where they form stacking paleosol, or pedocomplex, of 3.5-4.0 m thick. Each of them consists of 3-4 paleosol profiles which are sequentially overlapped, where the uppermost profiles are the most developed. Comparing the main pedofeatures, mineral composition, bulk and isotope geochemistry (Table 1) and other signs of these pedocomplexes showed their great similarity.

Table 1

Pedocomplex	Thickness,	Stage	Type of	HOC	Clayey fraction	d <sup>13</sup> C,	d <sup>18</sup> O,
	m	of develop-	paleosol	from		%	%
		ment		the		(PDB)	(SMOW)
				base			
Cheremushka Ravine	3.7	III–IV	Calcisol	8	Smectite>illite>chlorite	-5.2	21.1
Monastery Ravine	3.5	11–111	Calcisol	11	Smectite>illite>chlorite	-5.2	20.9

Comparative characteristics of two studied pedocomplexes

The above pedocomplexes are the only ones in the entire Urzhumian succession of both sections, and their belonging to different sedimentary cycles can be explained by the eroded base of the Cheremushka section. Such the stacking paleosols form in the settings of tectonic stability regime and relief leveling, when the rate of pedogenesis exceed the rate of sediment deposition (Kraus, 1999). The presence of slickensides and low chroma mottles in the most developed paleosols from pedocomlexes together with muddy host rocks and carbonate nodules, and calcretes indicate the settings of floodplains in semi-arid climate with strong seasonality of precipitation (Tabor, Myers, 2015). The mean annual precipitation (MAP) estimated from major oxide geochemistry of B horizon of the most developed paleosol from the Monastery Ravine pedocomplex (Mouraviev et al., 2019) is 390 mm/yr. The same estimation, made for Cheremushka Ravine pedocomplex, showed very close result – 374 mm/yr.

Thus, the most developed paleosol profiles, especially within the stacking paleosols, can serve as potential stratigraphic markers for intra-basinal correlation in Urzhumian fluviallacustrine basin of Volga-Ural region. For pedostratigraphic using of these paleosols, more detailed studies are needed.

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.

#### References

- Kraus M.J. (1999). Paleosols in clastic sedimentary rocks: their geologic applications. Earth-Science Reviews 47, pp. 41-70.
- Mack G.H., James W.C., Monger H.C. (1993). Classification of paleosols, Geological Society of America Bulletin 105 (2), pp. 129-136.
- Mouraviev F., Arefiev M., Silantiev V., Balabanov Yu., Bulano, V., Bakaev A., Zharinova V. (2018a) Stratotype of the Urzhumian Regional Stage in the Monastery Ravine, Kazan Volga Region, Russia. In Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting, 2017: Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources (Barclay, M., Nikolaeva, S., Silantiev, V., Eds). Filodiritto International Proceedings, Bologna, Italy, pp. 188-196.
- Mouraviev F.A, Silantiev V.V, Gareev B.I, Batalin G.A., Vybornova I.B. (2018b). Paleosols from the Urzhumian (Middle Permian) reference section, Kazan Volga region, Russia. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM.18 (1.1.), pp. 387-394.
- Mouraviev F.A., Arefiev M.A., Silantiev V.V., Eskin A.A., Kropotova T.V. (2019). Paleosols and host rocks from the Middle–Upper Permian reference section of the Kazan Volga region, Russia: a case study. Paleoworld. [in press]
- Silantiev V., Arefiev M., Mouraviev F., Bulanov V., Ivanov A., Urazaeva M., Bakaev A., Zharinova V. (2018). The Parastratotype of the Urzhumian Stage in the Vyatka-Kazan Region, East-European Platform. In Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting, 2017: Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources (Barclay, M., Nikolaeva, S., Silantiev, V., Eds). Filodiritto International Proceedings, Bologna, Italy, pp. 206-215.
- Retallack G.J. (1988). Field Recognition of Paleosols. In Paleosols and Applications (Reinhardt, J., Sigleo, W.R., Eds). Geological Society of America, Special Paper, 216, pp. 1-21.
- Tabor N.J., Myers T.S. (2015). Paleosols as indicators of paleoenvironment and paleoclimate. Annual Review of Earth and Planetary Sciences 43, pp. 333-361.

# The stratigraphic subdivision of the Lower Carboniferous multifacial terrigenous sediments: principles and experience

Rustam Z. Mukhametshin Kazan Federal University, Kazan, Russia; geoeng111@yandex.ru

## Стратиграфическое расчленение разнофациальных отложений нижнего карбона: приниципы и опыт

Мухаметшин Р.З.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия; geoeng111@yandex.ru

В нефтяной геологии детальная корреляция продуктивной части разреза дает возможность: а) расчленять толщу пород; б) выделять синхронные пласты и их индексировать их; в) определять степень макро-, или объемной, неоднородности. В совокупности это позволяет осуществлять выделение объектов разведки и разработки. Как показывают экспертные оценки (Мухаметшин, 2013, 2016), при составлении геологогидродинамических моделей объектов (без которых не обходится ни один подсчет запасов и технологический документ на разработку месторождения) именно в этой части нередко совершаются грубые ошибки.

Наиболее сложными в плане детальной корреляции разрезов являются продуктивные толщи, представленные разнофациальными образованиями. Рассмотрим это на примере терригенной толщи нижнего карбона (TTHK) месторождений юго-востока Татарстана. Достаточно сложная обстановка осадконакопления здесь существовала на протяжении турнейского века (несмотря на формирование в целом карбонатных илов) и в первой половине кожимского времени. Это связано, во-первых, с эвстатическими колебаниями уровня моря, а во-вторых, с развитием эрозионно-аккумулятивных процессов в результате деятельности речных потоков (Мухаметшин, 2006). Выполненные в 60–80-е годы прошлого столетия исследования образцов пород методом споровопыльцевого анализа из не осложненных эрозионными процессами разрезов нижней половины TTHK показано (М.И. Мороко, ТатНИПИнефть), что на нефтеносных землях республики наибольшим развитием пользуются отложения радаевского, в меньшей степени – бобриковского горизонта. В них были выделены соответственно пласты Б-1 и Б-2 алевропесчаников, которые позднее, по предложению И.С. Гутмана (1982), были трансформированы в трехчленную систему (Мухаметшин, 2006).

Наряду с течениями на распространение пластов-коллекторов радаевско-бобриковского нефтегазоносного подкомплекса, для которых характерны весьма сложные формы залегания, имел влияние и рельеф дна мелководного бассейна. Среди специалистов принято считать, что верхний пласт BB<sub>1</sub><sup>3</sup> относится к бобриковской части разреза, а пласты BB<sub>1</sub><sup>2</sup> и BB<sub>1</sub><sup>1</sup> – к радаевской. В разрезах скважин они встречены в разных сочетаниях. Поля их распространения могут не совпадать в плане ввиду частого замещения коллекторов глинистыми разностями пород. Все это касается нормальных разрезов.

Для песчано-алевритовых пород в рукавообразных эрозионных зонах характерны более грубый гранулометрический состав и резкое преобладание рыхлой укладки зерен кварца, что обусловливает их сверхвысокие коллекторские свойства, вплоть до появления суперколлекторов (Мухаметшин, 2006; Мухаметшин, Десятков, 2005), что, в свою очередь, обусловливает повышенную продуктивность добывающих скважин. Вскрытые в эрозионных врезах дополнительные алевропесчаные тела нами предложено относить к пластам группы BB<sub>0</sub>: BB<sub>0</sub><sup>1</sup>, BB<sub>0</sub><sup>2</sup> и т. д. (сверху вниз) (Мухаметшин, 2006). Число пластов, а также их суммарная толщина зависят в первую очередь от глубины размыва карбонатов турне, которая достигает 50–60 и даже более 100 м. В платформенных условиях такое явление объясняется наложением друг на друга разновременных врезов: в литературе описаны случаи четырех-пятикратного возрождения древних речных долин в среднем карбоне северной окраины Донбасса и трехкратного – в Волгоградском Поволжье. В известной монографии (Конибир, 1979) приведен пример наложения друг на друга заполненных песчаниками русел в отложениях свиты грейам верхнепенсильванской серии Сиско во впадине Бразос (Texac), где суммарная толщина аллювия составляет около 150 м (рис. 1). Такое явление характерно и для современных аллювиальных осадков.



Рис. 1. Разрез русловых песчаников в отложениях свиты Грейам пенсильванского возраста серии Сиско во впадине Бразос, Техас (по Lee W., 1938)

Алгоритм расчленения и корреляции разрезов скважин в условиях проявления эрозионной деятельности представляется в следующем виде:

1. Детальная корреляция разрезов продуктивной части нижнего карбона. В последнем выделяется несколько реперных пачек пород: а) кровля ТТНК; б) «тульский известняк»; в) подошва нижнего пласта Т-1 тульского горизонта; г) глины (аргиллиты) косьвинского горизонта (в «нормальных» разрезах); д) кровля турне C<sub>1</sub>-5 (5); е), ж) заглинизированные интервалы карбонатного разреза C<sub>1</sub>-3 и C<sub>1</sub>-1 в подошве соответственно верхнего и нижнего турне.

2. Пласты-коллекторы в эрозионных врезах (по существу турнейского возраста!) можно коррелировать с учетом палеоглубины их залегания и использованием в качестве маркирующих горизонтов пачек углей и углисто-глинистых сланцев (Мухаметшин, 2006).

Основополагающим принципом служит факт выдержанности по мощности интервала разреза от кровли ТТНК до подошвы нижнего турне.

#### Список литературы

*Мухаметшин Р.3.* Нужен ли регламент на инновационное проектирование разработки нефтяных месторождений // Нефть. Газ. Новации. – 2013. – № 2. – С. 70–86.

- *Мухаметшин Р.3.* Традиционные» ошибки при геометризации продуктивных пластов в эрозионных врезах // Инновации в разведке и разработке нефтяных и газовых месторождений: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100летию со дня рождения В.Д. Шашина. – Казань, 2016. – Т. 2. – С. 66–68.
- *Мухаметшин Р.3.* Палеоврезы и их роль в освоении трудноизвлекаемых запасов нефти. М.: Геоинформарк, 2006. 80 с.
- *Мухаметшин Р.З., Десятков В. М.* Суперколлекторы в терригенных отложениях // Нетрадиционные коллекторы нефти, газа и природных битумов. Проблемы освоения: материалы Научной конференции. Казань, 2005. С. 206–209.
- *Конибир Ч.Э.Б.* Палеогеоморфология нефтегазоносных песчаных тел / пер. с англ. / под ред. М.М. Грачевского и Е.В. Кучерука. М.: Недра, 1979. 256 с.

# Lithological and stratigraphic studies and some of their practical applications

Rustam Kh. Musin

Kazan Federal University, Kazan, Russia; Rustam.Musin@kpfu.ru

### Литолого-стратиграфические исследования и некоторые их практические приложения

Мусин Р.Х.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия; Rustam.Musin@kpfu.ru

Стратиграфические, литолого-стратиграфические исследования имеют огромное значение практически во всех областях геологии. В данной работе рассматриваются литолого-стратиграфические особенности нижнеказанского подъяруса и их роль в формировании гидрогеологических условий Восточно-Закамского региона Республики Татарстан.

Восточно-Закамский регион имеет площадь ~20000 км<sup>2</sup>. Он широко известен в связи с интенсивной разработкой нефтяных месторождений, из которых Ромашкинское и Ново-Елховское являются уникальными. Наиболее продуктивным элементом разреза в отношении пресных подземных вод здесь является нижнеказанский водоносный комплекс, выделяемый в отложениях одноименного подъяруса. Длительное изучение привело к довольно детальному стратиграфическому расчленению этих образований. В настоящее время в составе нижнеказанского подъяруса выделяют обычно три толщи – байтуганскую, камышлинскую и красноярскую (Геология, 2003; Сводная..., 1997). Эти толщи представляют собой результат трех ритмов осадконакопления. Каждый ритм начинается обычно с песчаных или глинистых пород и заканчивается карбонатными (глинисто-карбонатными) породами. Их мощности составляют 15-40 м, при общей толщине подъяруса – 50–100 м. Ранее в составе нижнеказанских отложений выделяли следующие пачки: «гудронные песчаники», «нижнеспириферовый известняк», «лингуловые глины», «среднеспириферовый известняк», «глинисто-мергелистая», «песчаномергелистая», «глинисто-песчаная», «верхнеспириферовый известняк», «известковоглинистая» (Игнатьев, 1978; Солодухо, 1977). Некоторые пачки имеют очень яркие характеристики и довольно легко диагностируются в обнажениях и по керну скважин.

Автором проведено доизучение нижнеказанских отложений в нефтяном регионе Татарстана и локализованных в них подземных вод. Фактическим материалом послужили разрезы 2308 скважин и 79 обнажений, результаты опытно-фильтрационного опробования 552 гидрогеологических скважин, данные 122 лабораторных определений фильтрационной способности основных разновидностей горных пород и результаты 1217 химических анализов подземных вод. На основе переинтерпретации стратиграфических данных по каждому обнажению и скважине были собрана следующая информация: абсолютные отметки залегания подошвы и кровли нижнеказанского подъяруса, его мощность, мощность пачки «лингуловые глины», строение этой пачки и надлингуловой части разреза, полная и эффективная мощность нижнеказанского водоносного комплекса и его водопроводимость. Строение отдельных частей разреза отражалось долей основных разновидностей терригенных и сульфатно-карбонатных пород. Нижнеказанский водоносный комплекс охватывает надлингуловую часть разреза одноименных отложений.

Обработка данных опытно-фильтрационных опробований позволила выявить основные факторы фильтрационной анизотропии песчаников и известняков, являющихся основными водовмещающими породами в нижнеказанском комплексе. Эти факторы обусловили возможность расчета коэффициентов фильтрации нижнеказанских песчаников и известняков для любых условий их геоморфологического, гипсометрического и структурного положения в пределах всего Восточно-Закамского региона (Мусин, 2009, 2015). Полученные данные позволили определить водопроводимость нижнеказанского комплекса по всем негидрогеологическим скважинам. В свою очередь, составленная карта водопроводимости нижнеказанского водоносного комплекса, увязанная с гидрогеохимическими данными, позволила оценить его естественные ресурсы, выявить модули подземного стока, рассчитать количество растворенного вещества, выносимого подземными потоками, получить некоторые водно-балансовые характеристики и оценить масштаб геологической деятельности подземных вод.

Так, авторская величина естественных ресурсов пресных подземных вод нижнеказанского комплекса в рассматриваемом регионе составляет 1050,54 тыс. м<sup>3</sup>/сут, а средневзвешенный по площади модуль стока в современные речные долины – 1,29 л/с\*км<sup>2</sup>. Для сравнения, соответствующие характеристики по результатам площадных работ, проведенных в конце 1990-х – начале 2000-х годов сотрудниками ТГРУ ПАО «Татнефть» (В.В. Кузнецов и др., 2002), составляют соответственно 1005,97 тыс. м<sup>3</sup>/сут и 1,32 л/с\*км<sup>2</sup>. О масштабе геологической деятельности в нефтяном регионе Татарстана только подземных вод нижнеказанского комплекса свидетельствуют следующие данные – при ежесуточном выносе растворенного в них вещества массой 1292,25 т, преобладающей минерализации атмосферных осадков 20–30 мг/л, площади развития рассматриваемого комплекса 17421,4\*10<sup>6</sup> м<sup>2</sup>, плотности выщелачиваемых пород 2,5 г/см<sup>3</sup> для снижения земной поверхности на 10 м потребуется всего 0,9 млн лет (скорость подземной химической денудации).

#### Список литературы

Геология Татарстана. Стратиграфия и тектоника. – М.: ГЕОС, 2003. – 402 с.

- Игнатьев В.И. Эволюция представлений о геологии казанского яруса Русской платформы. Казань: Издательство Казанского университета, 1978. – 104 с.
- *Мусин Р.Х., Мусина Р.З.* Гидрогеологические исследования в нефтяном регионе Татарстана // Нефть. Газ. Новации. – 2009. – № 9. – С. 28–38.
- *Мусин Р.Х., Мусина Р.З.* (2015). Фильтрационная неоднородность верхней части геологического разреза Восточно-Закамского региона Татарстана // Нефтяное хозяйство. 2015. № 1. С. 28–32.
- Сводная геологическая карта доплейстоценовых отложений Республики Татарстан масштаба 1:200000. Пояснительная записка. Казань: Арника, 1997. 118 с.
- Солодухо М.Г., Тихвинская Е.И. Обоснование подразделения казанского яруса на горизонты // Материалы по стратиграфии верхней перми на территории СССР. – Казань: Издательство Казанского университета, 1977. – С. 187–219.

## The Urma Formation (Lower Permian, Artinskian) of the Urals, Russia, and its paleontological characteristics

Serge V. Naugolnykh

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; naugolnylh@list.ru Kazan Federal University, Kazan, Russia

The Urma Formation (Urminskaya Suite in Russian stratigraphical terminology) was established by M.V. Kruglov (1933). The stratotype section is disposed near the village Roscha (Shalya District of Sverdlovsk Region, Russia), in series of outcrops located on the right bank of the Sylva River between the mouths of the rivers Small Urma (local name is Malaya Urma) and Large Urma (local name is Bolshaya Urma), including outcrops just downstream of the mouth of the Small Urma, and the representative outcrop just upstream of the mouth of Large Urma. General thickness of the Urma Formation is about 200–500 m. The Urma deposits consist of sandstones, siltstones, argillites, and marles. The Urma Formation lies on the Belokatay and Shalya formations, covered by the Leck Formation (Licharev, 1977). Paleobotanical characteristics of the Urma Formation based on the new data is given by the present author (Naugolnykh, 1998, 2007) on the basis of study the outcrops Urma-1, Urma-2, Shaidury (Shaidurovo) and others.

Marine fauna of the Urma Formation consists of the taxa well-adapted for fast changing of depositional conditions. These conditions were characterized by highly dynamic adding of the clastic particles from the uplifted Paleo-Urals to the Cis-Ural basin. These conditions lead to the paleoecological effects resulted in the fact, that some groups of sedentary organisms are practically absent in the Urma deposits, for example, sponges (porifers) and corals (both tetracorals and tabulates). The benthic fauna is represented by fusulinids Pseudofusulina lutugini Schellw. (outcrops 147 and 173 of upstream of the Sylva river, after: Chuvashov, Djupina, 1973, p. 68), brachiopods Chonetes variolatus d'Orbigny, Spiriferella saranae Vern., Linoproductus cora f. riphaecus Stepanov, Waagenoconcha irginae Stuckenberg, and others (Chuvashov, Djupina, 1973, p. 69), pelecypods Aviculopecten sp., etc; nautiloids Metacoceras artiense Kruglov, Orthoceratites siphonocentralis Krotow, numerous ammonoids including Neopronorites permicus (Tchernov), Sakmarites vulgaris Karpinsky, Artinskia artiensis (Grünew.), Medlicottia orbignyana (Vern.)., Paragastrioceras jossae (Vern.), Waagenina subinterrupta (Krotow), Uraloceras spp. (Licharev, 1977; Chuvashov, Djupina, 1973), trilobites Ditomopyge artinskiense (Weber), chondrichthian fishes Ctenopetalus sp. and Helicoprion aff. bessonowi Karpinsky.

The floristic assemblage of the Urma Formation includes equisetophytes *Paracalamites decoratus* (Eichwald) Zalessky, *P.* aff. *frigidus* Neuburg, *P.* cf. *similis* Zalessky, *Paracalamites* spp., *Calamites gigas* Brongniart; ferns *Convexocarpus* sp., *Pecopteris uralica* Zalessky, peltaspermalean pteridosperms *Permocallipteris* cf. *retensoria* (Zalessky) Naugolnykh, ginkgophytes *Psygmophyllum expansum* (Brongniart) Schimper, *P. intermedium* Naugolnykh, conifers *Shaidurodendron columnaris* Naugolnykh, *Archaeovoltzia* sp., *Tylodendron* cf. *speciosum* Weiss, *Walchia* cf. *bardaeana* Zalessky, *Cardiocarpus cordatus* (Eichwald) Schmalhausen, vojnovskyans *Rufloria duvanica* Vladimirovich, *Rufloria* spp.

We should underline that the plant assemblages of two main facies of the Urma Formation (dark-grey siltstones and greenish-grey to yellowish "tobacco" sandstones) are different in taphonomical terms. The "tobacco" sandstones are normally characterized by the plant assemblage with dominant equisetophytes, mostly *Paracalamites decoratus* (Eichwald) Zalessky and *P.* aff. *frigidus* Neuburg, in contrast to the plant assemblage of the siltstones, which is characterized by taxonomically richer assemblage including peltasperms, gink-gophytes, conifers and vojnovskyans.

This work was funded by the subsidy of the Russian Government to support the Program of Competitive Growth of Kazan Federal University among World's Leading Academic Centers and the State Program № 0135-2019-0044 of the Geological Institute of Russian Academy of Sciences.

### References

- Chuvashov B.I., Djupina G.V. (1973). Upper Palaeozoic terrigenic deposits of the western slope of the Middle Cis-Urals. Moscow: Nauka, 208 p. (In Russian)
- Kruglov M.V. (1933). Geological map of the Suksun factory area of the western slope of the Middle Urals, pp. 0-40-XI-SW). Leningrad: Annales of the All-Union Geological Society, Vol. 279). (In Russian)
- Licharev B.K. (1977). The Urminskaya Suite // Stratigraphical Dictionary of the USSR. Catboniferous and Permian. Leningrad: Nedra, 396 p. (In Russian)
- Naugolnykh S.V. (1998). Kungurian flora of the Middle Cis-Urals. Moscow: Geos, 201 p. (Transactions of the Geological Institute of Russian Academy of Sciences, Vol. 509). (In Russian)
- Naugolnykh S.V. (2007). Permian floras of the Urals. Moscow: Geos, 322 p. (Transactions of the Geological Institute of Russian Academy of Sciences, Vol. 524). (In Russian)

## New insights on the conifers of voltzialean affinity from the Kuedinskie Kluchiki locality (Kazanian, Wordian) of the Urals

### Sergey V. Naugolnykh

Geological Institute of Russian Academy of Sciences, Russia; naugolnykh@list.ru

The first conifers were represented by one family Walchiaceae (=Utrechtiaceae, Lebachiaceae, Lebachiellaceae) and its close evolutionary derivatives, taxonomical status of which is a subject of permanent paleobotanical discussions. A new family with significant morphological innovations, belonging to a new order of conifers, appeared in the second half of Permian period, i.e. the family Voltziaceae Arnold of the order Voltziales Andreanszky. Voltzialean conifers even became dominants in many Late Permian and Triassic floras throughout the world. Despite large number of publications devoted to this plant groups, the origin of the family Voltziaceae is not quite clear. It is obvious, that the flatten seed-scales, which are typical of this conifer group, were formed after fusion of the sterile scales and seed-stalks of the conifers belonging to Walchiaceae. This conclusion with high explicitly was expressed by S.V. Meyen (1987), who underlined that Voltziaceae is different from Walchiaceae in forming of seed-scales by fusion of "monosperms" (seed-stalks) on the adaxial surface of lateral "polysperm".

But which genera and species can be interpreted as intermediate forms between advanced Walchiaceae and most primitive Voltziaceae? This question can be answered by studying the Urals conifers from the uppermost Lower Permian and the Middle Permian deposits of the Cis-Urals and adjacent regions.

Conifers conditionally assigned to the genus *Voltzia* were described in several works based mostly on the sterile leafy branches from the Permian deposits of the Urals. The main reason for such attribution was general (gross) morphology of the long linear leaves, similar to the leaves of Voltziaceae from the Upper Permian and Triassic deposits of Europe. Exact taxonomical position of most Urals conifers of "voltzialean habit" was uncertain because of absence of the male and/or female reproductive organs, which can be attributed to the same parent plants. Some of them might belong to the family Bartheliaceae Rothwell et Mapes.

Re-study of several fertile specimens of the Lower Permian (Kungurian) conifers of the Cis-Urals shows that some of them should be attributed to a new genus *Archaeovoltzia* Naugolnykh. This genus is different from the closely related genus *Voltzia* Brongniart by having more numerous seeds per a seed-scale (three or more) and much more well-developed bracts. Thus, it was discovered that the voltzialean s.s. (the family Voltziaceae) conifers had already existed in the Cis-Urals in Artinskian and Kungurian time. This statement supports initial ideas expressed by M.D. Zalessky on the possible presence of Voltziaceae in the Lower Permian (e.g. Kungurian, or =Bardian, according to M.D. Zalessky) of the Cis-Urals.

Additional collecting of the plant fossils from the stratigraphically younger deposits of the Cis-Urals, being precise, the Kuedinskie Kluchiki locality, shows that the closely related conifers existed in this region in the Middle Permian (Kazanian, =Wordian) as well. The Kuedinskie Kluchiki locality is disposed nearby the City of Kueda (Chernushka district of the Perm region), and is characterized by rich paleofloristic and paleofaunistic assemblages. The fossil flora of this locality includes equisetophytes of the family Equisetaceae, peltaspermalean pteridosperms, ginkgophytes, vojnovskyaleans, and conifers. The conifers of the Kuedinskie Kluchiki locality are represented by several forms, including at least one species attributable to the genus *Archaeovoltzia* Naug. According to the author's viewpoint, this plant should be described as a new species of that genus.

## Changes in structural group composition of asphaltenes and carbene-carboids of the Domanik shale in suband supercritical water: FT-IR spectroscopy data

Zuhra R. Nasyrova<sup>1</sup>, Galina P. Kayukova<sup>1,2</sup>, Yaroslav V. Onishchenko<sup>1</sup>, Nafis A. Nazimov<sup>3</sup>, Alexey V. Vakhin<sup>1</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal University, Russia; nzr95@ya.ru; vakhin-a\_v@mail.ru, <sup>2</sup>Arbuzov Institute of Organic and Physical Chemistry, Russia; kayukova@iopc.ru <sup>3</sup>PJSC "TATNEFT", Russia

Asphaltenes are important components of various fossil fuels, including heavy oils, coal, and oil shale. In Russia, the Bazhenov Formation in West Siberia and the Domanik formations of the Volga-Ural petroleum province are the analogues of shale rocks. The horizons of Mendimskoe, Domanik (Semilukskoe) and Sargaevskoe from the Volga-Ural petroleum basin corresponds to the Domanik shale. The Domanik shale rock is dark siliceous clayey bitumen limestone, with a content of organic matter (OM) up to 20 %. A significant part of OM is insoluble kerogen. The organic matter of shale rocks transforms under the hydrothermal influence and generates mobile hydrocarbons. A highly informative method to study the structural group composition of high molecular weight components of oil and OM rocks is IR Fourier Spectroscopy. This method allows evaluation of the conversion of various hydrocarbon and functional groups in both natural and man-made processes.

This paper is a IR Fourier Spectroscopy study of chemical conversions of asphaltenes and coaly matters as a result of Domanik shale transformations in sub-and supercritical conditions (the temperature of which was 320, 374 and 420°C). This study focuses on the Domanik shale rock from the Chishminskoe area of Semilukskoe-Mendimskoe horizon of the Volga-Ural petroleum province. The investigations performed on the transformation products of high-organic Domanik shale rocks from Semilukskoe-Mendimskoe deposits of the Volga-Ural petroleum province using the IR-Fourier spectroscopy method revealed their composition and structure. With an increase in temperature to supercritical water conditions (374 and 420°C), the formation of polymerization and condensation products of hydrocarbons (carbene-carboids) is observed. These carbonaceous substances, characterized by a high degree of aromaticity, are formed from asphaltenes or kerogen fragments as a result of the breaking of heteroatomic bonds with the separation of substituents. The highest content of carbenes and carboids is observed in the composition of the products of experiments obtained at 374°C, apparently associated with intensive decomposition of kerogen of Domanik rock. With an increase in the experimental temperature to 420°C, the formation of coaly matters is accompanied by oxidative destruction processes, which leads to a decrease in their content in the composition of liquid hydrocarbons. The results of IR spectroscopy indicate the occurrence of oxidative cracking of hydrocarbons under supercritical water conditions: asphaltenes become more oxidized, and carbeno-carboids more aromatic.

### Upper Devonian conodont biofacies of the Voronezh Anteclise: a model

Valentina M. Nazarova, Elena M. Kirilishina, Lyudmila I. Kononova, Sergey S. Dem'yankov Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia; vm516@yandex.ru

### Модель формирования конодонтовых биофаций (на примере верхнего девона Воронежской антеклизы)

Назарова В.М., Кирилишина Е.М., Кононова Л.И., Демьянков С.С. Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; vm516@yandex.ru

Конодонты – глобально распространенная группа морских палеозойских и триасовых ископаемых. Помимо широкого стратиграфического применения они имеют значение для восстановления обстановок палеосреды. Анализ палеообстановок начинается с выделения конодонтовых биофаций – одновозрастных ассоциаций конодонтовых элементов в осадочной породе с преобладанием определенных родов и видов, которые позволяют предположить условия обитания и седиментации.

Чтобы объяснить разницу в распространении девонских конодонтов, предлагались различные модели (Druce, 1970; Seddon, Sweet, 1971; Druce, 1973; Klapper, Barrick, 1978; Кирилишина, Кононова, 2004 и др.). Предполагалось, что на состав комплексов конодонтов влияют удаленность от берега (Druce, 1970), глубина бассейна (Merrill, 1962; Seddon, Sweet, 1971), сочетание этих двух критериев (Druce, 1973, Klapper, Barrick, 1978), соленость и степень подвижности воды (Merrill, 1962).

В настоящем исследовании, проведенном на материале из верхнего девона Воронежской антеклизы, мы предлагаем усовершенствованную модель формирования биофаций (рис. 1), приняв во внимание достоинства и недостатки предыдущих моделей.

Согласно этой модели существовало три области обитания конодонтов: М<sub>1</sub> – прибрежная крайне мелководная (преобладание представителей рода *lcriodus*); М<sub>II</sub> – приповерхностная эпипелагическая, представленная видами-космополитами родов *lcriodus* и *Polygnathus*; М<sub>II</sub> – пелагическая область, захватывающая также и придонные местообитания, содержащая ряд уровней, различных по глубине, с преобладанием представителей определенных родов. Следует отметить, что на каждом глубинном уровне ближе ко дну обитало максимальное число особей.

В осадочных породах эта модель отражается присутствием семи конодонтовых биофаций (по мере удаленности от берега): 1)  $B_1$  – соответствует прибрежной крайне мелководной области  $M_1$ , в ней преобладают представители рода *lcriodus*, в том числе эндемичные, могут присутствовать *Polygnathus* и редкие *Pelekysgnathus* и *Belodella*; 2)  $B_2$  – помимо эндемиков, характерных для биофации  $B_1$ , содержит представителей видов-космополитов, преимущественно родов *lcriodus* и *Polygnathus*, т. е. формируется из представителей местообитаний  $M_1$  и  $M_{11}$ ; 3)  $B_3$  – с преобладанием гладких или слабоскульптированных представителей рода *Polygnathus*; 4)  $B_4$  – с преобладанием скуль-

птированных представителей рода *Polygnathus*; 5)  $B_5 - c$  преобладанием представителей рода *Mesotaxis*; 6)  $B_6 - c$  преобладанием представителей рода *Ancyrodella*; 7)  $B_7 - c$  преобладанием представителей рода *Palmatolepis*. Биофации  $B_3$ ,  $B_4$ ,  $B_5$ ,  $B_6$ ,  $B_7$  включают в себя таксоны с нескольких глубинных уровней пелагических местообитаний, но преобладающими таксонами в них будут те, которые на данной глубине существовали вблизи дна, и именно они будут определять тип биофации. Таким образом, представители более мелководных биофаций (кроме биофации  $B_1$ ) могут быть встречены в небольшом количестве в более глубоководных биофациях, но остатки глубоководных таксонов не встречаются в более мелководных биофациях. Во время трансгрессий глубоководные формы могут проникать туда, где ранее было мелководье, но это приводит к изменению типа биофации. Следует также отметить, что все рассмотренные уровни находятся в эвфотической зоне в пределах шельфа.



Рис. 1. Модель формирования конодонтовых биофаций: В1, В2, В3, В4, В5, В6, В7 – конодонтовые биофации в осадке; М<sub>I</sub> – прибрежно-мелководное местообитание конодонтов; М<sub>II</sub> – приповерхностное местообитание конодонтов; М<sub>III</sub> – приповерхностное местообитание конодонтов; М<sub>III</sub> – приповерхностное местообитание конодонтов в пелагической области

#### Список литературы

- Кирилишина Е.М., Кононова Л.И. Конодонтовые биофации во франском бассейне юго-запада Московской синеклизы // Вестник Московского университета. Серия 4: Геология. – 2004. – Вып. 2. – С. 32–40.
- Druce E.C. (1970). Upper Paleozoic conodont distribution. Abstr. Proc. 4th. Ann. Meet. N. Cent. Sect. Geol. Soc. Amer., pp. 386.
- Druce E.C. (1973). Upper Paleozoic and Triassic conodont distribution and the recognition of biofacies. Geol. Soc. Amer. Spec. Pap. 141, pp. 191–237.

Klapper G., Barrick J.E. (1978). Conodont ecology: pelagic versus benthic. Lethaia 11 (1), pp. 15-23. Merrill G.K. (1962). Facies relationships in Pennsylvanian conodont faunas. Texas. J. Sci. 4. pp. 418. Seddon G., Sweet W. (1971). An ecologic model for conodonts. J. Paleont. 45 (5), pp. 869-880.

## Interregional correlation of the base of the Serpukhovian Stage: problems and prospects

Svetlana V. Nikolaeva<sup>1,2,3</sup>, Alexander S. Alekseev<sup>2,4</sup>, Elena I. Kulagina<sup>5</sup>, Yury A. Gatovsky<sup>4</sup>, Galina Yu. Ponomareva<sup>6</sup>, Nilyufer B. Gibshman<sup>2</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia; s.nikolaeva@nhm.ac.uk <sup>2</sup>Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia <sup>3</sup>Natural History Museum, Cromwell Road, London SW7 5BD, UK <sup>4</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia <sup>5</sup>Institute of Geology, Ufa Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia <sup>6</sup>Perm State University, Perm, Russia

### Межрегиональная корреляция основания серпуховского яруса: проблемы и перспективы

Николаева С.В.<sup>1,2,3</sup>, Алексеев А.С.<sup>2,4</sup>, Кулагина Е.И.<sup>5</sup>, Гатовский Ю.А.<sup>4</sup>, Пономарева Г.Ю.<sup>5</sup>, Гибшман Н.Б.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский федеральный университет, Казань, Россия; s.nikolaeva@nhm.ac.uk
 <sup>2</sup>Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия
 <sup>3</sup>Музей естественной истории, Лондон, Соединенное Королевство
 <sup>4</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия
 <sup>5</sup>Институт геологии Уфимского федерального научного центра РАН, Уфа, Россия
 <sup>6</sup>Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

Нижняя граница серпуховского яруса до сих пор является предметом дискуссий. В типовой местности в Подмосковье граница традиционно проводилась в основании тарусского горизонта (Makhlina et al., 1993) по поверхности регионального субаэрального несогласия (Gibshman et al., 2009; Kabanov et al., 2016). Основание тарусского горизонта традиционно коррелируется с основанием пендлейского яруса (E1) Великобритании и основанием нижнего намюра Бельгии и Германии. Но эта литологическая граница не может быть принята в качестве международного стандарта GSSP. Поэтому для обоснования и корреляции этой границы за пределами типовой области необходимо выявить маркерные таксоны и выбрать новый разрез, в котором в непрерывном разрезе прослеживался бы уровень первого появления (FAD) выбранного маркера в эволюционной линии какой-либо группы ископаемых. Маркеры предлагаются среди конодонтов, аммоноидей и фораминифер. Нужно отметить, что известно мало непрерывных разрезов, в которых присутствовали бы все три группы (Nikolaeva et al., 2019).

В качестве кандидатов на стандартный разрез GSSP в России предлагается разрез Верхняя Кардаиловка на восточном склоне Урала (Пазухин и др., 2010); в Китае – разрез Нацин (Qi et al., 2005, 2014), в Германии – разрез Венне (Wang et al., 2018). Подробно изучен и предложен в качестве дополнительного разрез Вегас Сотрес (Испания) (Сózar et al., 2016).



Среди конодонтов в качестве маркера более 20 лет назад предложен *Lochriea ziegleri* в филогенетическом ряду *L. nodosa* → *L. ziegleri*. В филогенезе рода *Lochriea* прослеживается усложнение скульптуры (Higgins, 1961, etc.). Проблема заключается в присутствии многочисленных морфотипов, многие из которых ошибочно определяются как взрослые *L. ziegleri* (Barham et al., 2015). Для уверенного определения маркера необходимо переизучение разнообразия морфотипов видов рода *Lochriea*, возможно, с выделением новых видов или подвидов. По последним данным, этот вид (морфотип с развитой скульптурой) появляется в низах веневского горизонта Подмосковья (пачка VN2), в богдановическом горизонте восточного склона Южного Урала, в известняке Мидл (P1d, P1c?), в бригантском ярусе (Великобритания), в пачке Берге свиты Венемен (сл. 31) Рейнского Массива (Германия), в верхах пачки Каналон свиты Альба (Испания).

Среди фораминифер в разных разрезах в качестве маркеров используются, в зависимости от фаций, Janischewskina delicata, Endothyranopsis plana, Planoendothyra ex gr. aljutovica, Eostaffellina decurta, Neoarchaediscus postrugosus, Eolasiodiscus donbassicus. К наиболее распространенным маркерам относятся Janischewskina delicata (Gibshman et al., 2018) и Eostaffellina decurta (Gibshman, 2019) – для мелководных разрезов и представители отряда Archaediscida – для более глубоководных (Kulagina, 2017).

Среди аммоноидей на роль маркера основания серпухова предлагались *Cravenoceras leion* и *Edmooroceras pseudocoronula*. Эти виды в их типовой области (Великобритании) известны с основания пендлейского яруса (см. Nikolaeva, Kullmann, 2003). Эти виды неизвестны за пределами Западной Европы, но виды рода *Cravenoceras* встречены в России и в Западном Казахстане.

Появление маркерных таксонов аммоноидей и фораминифер относительно первого появления предлагаемого маркерного вида конодонтов *L. ziegleri* проанализировано по 11 разрезам России, Западной Европы, Китая и Северной Африки (Nikolaeva et al., 2019, рис. 1). Для установления точного положения и корреляции этой границы данных пока недостаточно и требуются дополнительные таксономические работы.

Исследования С.В. Николаевой выполнены в рамках государственной программы повышения конкурентоспособности Казанского (Приволжского) федерального университета среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

#### Список литературы

- Barham M., Murray J., Sevastopulo G.D., Williams D.M. (2015). Conodonts of the genus Lochriea in Ireland and the recognition of the Viséan–Serpukhovian (Carboniferous) boundary. Lethaia 48, pp. 151–171.
- Cózar P., Somerville I.D., Sanz-Lopéz J., Blanco-Ferrera S. (2016). Foraminiferal biostratigraphy across the Visean/Serpukhovian boundary in the Vegas de Sotres section (Cantabrian Mountains, Spain). Journal of Foraminiferal Research 46 (2), pp. 171–192.
- Gibshman N. B. (2003). Foraminifers from the Serpukhovian Stage Stratotype, the Zabor'e Quarry (Moscow Region). Stratigraphy and Geological Correlation 11, pp. 39–63.
- Gibshman N.B. (2019). Morphological evolution and detailed biostratigraphy of the genus *Eostaffellina* Reitlinger, 1963 (Foraminifera), the Serpukhovian of the Moscow Basin. In: Morfologicheskaya evolyutsiya i stratigraficheskie problemy. Materialy 65 sessii Paleontologicheskogo Obshchestva, 1-5 April, 2019. St. Petersburg: Kartfabrika VSEGEI, pp. 39–41. [in Russian]
- Gibshman N.B., Kabanov P.B., Alekseev A.S., Goreva N. V., Moshkina M.A. (2009). Novogurovsky Quarry Upper Viséan and Serpukhovian. In: Alekseev, A.S., Goreva, N.V. (Eds.), Type and Reference Carboniferous Sections in the South Part of the Moscow Basin. Field Trip Guide-

book of International Field Meeting of the I.U.G.S. Subcommission on Carboniferous Stratigraphy, August 11–12, 2009. Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, pp. 13–44.

- Gibshman N.B., Vevel', Ya A., Zaytseva Ye.L., Stepanova T.I. (2018). Foraminifers of the genus Janischewskina Mikhailov, 1935 emend. Mikhailov, 1939: morphology, biostratigraphy of the Viséan and Serpukhovian stage and Distribution. In: M.S. Afanasieva and A.S. Alekseev (Ed.), Trudy XVII Vserossiyskogo mikropaleontologicheskogo soveshchaniya «Sovremennaya mikropaleontologiya – problemy i perspektivy» (Kazan', 24–29 sentyabrya 2018 g.) Moscow: Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences [in Russian].
- Higgins A.C. (1961). Some Namurian conodonts from North Staffordshire. Geological Magazine 98 (3), pp. 210–224.
- Kabanov P.B., Alekseev A.S., Gibshman N.B., Gabdullin R.R., Bershov A.V. (2016). The upper Viséan– Serpukhovian in the type area for the Serpukhovian Stage (Moscow Basin, Russia): Part 1. Sequences, disconformities, and biostratigraphic summary. Geological Journal 51, pp. 163–194.
- Kulagina E.I. (2017). Evolution of Asteroarchaediscidae A. Miklukho-Maclay, 1957 in the Carboniferous. Paleontological Journal 51 (7), pp. 18–28.
- Makhlina M.Kh., Vdovenko M.V., Alekseev A.S., Byvsheva T.V., Donakova L.M., Zhulitova V.E.,Kononova L.I., Umnova N.I., & Shik E.M. (1993). Lower Carboniferous of the Moscow Syneclise and Voronezh Anteclise. Moscow: Nauka, 221 pp. [in Russian].
- Nikolaeva S.V., Alekseev A.S., Kulagina E.I., Gatovsky Yu.A., Ponomareva G.Yu., Gibshman N.B. (2019). An evaluation of biostratigraphic markers across multiple geological sections in the search for the GSSP of the base of the Serpukhovian Stage (Mississippian). Palaeoworld DOI: 10.1016/j.palwor.2019.01.006
- Nikolaeva S.V., Kullmann J. (2003). A global review of the Serpukhovian ammonoid biostratigraphy. Newsletters on Stratigraphy 39, 101–123.
- Pazukhin V.N., Kulagina E.I., Nikolaeva S.V., Kochetova N.N., Konovalova V.A. (2010). The Serpukhovian Stage in the Verkhnyaya Kardailovka section, South Urals. Stratigraphy and Geological Correlation 18 (3), pp. 269–289.
- Qi Y.P., Nemyrovska T.I., Wang X.D., Chen J.T., Wang Z.H., Lane H.R., Richards B.C., Hu K.Y., Wang Q.L. (2014). Late Viséan–early Serpukhovian conodont successions at the Naqing (Nashui) section in Guizhou, South China. Geological Magazine 151, pp. 254–268.
- Qi Y.P., Wang X.D., Wang Z.H., Lane H.R., Richards B.C., Katsumi U., Groves J.R. (2009). Conodont biostratigraphy of the Naqing (Nashui) section in South China: candidate GSSPs for both the Serpukhovian and Moscovian stages. Permophiles 53, pp. 39–40.
- Wang Q.L., Nemyrovska T., Korn D. (2018). Correlation of conodont and ammonoid successions across the Viséan–Serpukhovian boundary — a review of occurrences in the South Urals, Cantabrian Mountains, western Ireland and the Rhenish Mountains. Palaeoworld 27 (3), pp. 309–321.

# The age and composition of rocks of the eastern frame of the Pechenga structure, Kola region

Elena A. Nitkina, Nikolay E. Kozlov, Natalia E. Kozlova, Tatiana V. Kaulina Geological Institute, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia; nitkina@rambler.ru

Archaean rocks developed within the north-western part of the Pechenga region (Fig. 1) in the Central Kola Terrane (Balagansky, 2002) were selected for the research. The terrain is composed of granite-gneisses and migmatites with the relics of biotite-plagioclase, biotite-amphibole-plagioclase gneisses, amphibolite, garnet-biotite-plagioclase gneisses (Belyaev et al., 1977). The Central Kola terrane is characterized by the iron ore presences, with the sed-imentary-metamorphic genesis of the ore have being established (Goryainov, Balabonin, 1988). Also there are several points of view to the ore origin.



Fig. 1. Geological scheme of the Kola Region (Balaganskiy, 2002) with the authors' changes

The gneisses of the northwestern Kola region are the basement for both the Pechenga ore and the Litsevsky uranium ore regions and therefore their study seems to be relevant. As well as the previous investigations (Kozlov et al., 2007) considered the gneisses as alleged homologs of Kola superdeep borehole rocks.

The garnet-biotite gneisses (12 kg), the oldest rocks of the area (Kozlov et al., 2006), and the metagabbro (27.7 kg) associated with the first stage of magmatism, were picked for U-Pb dating correspondingly in the southern and central part of the Pereval outcrop. The quartz

metasomatites (25.3 kg) were selected in the north-western part of the Poligony outcrop along the contact of amphibolite and garnet-biotite gneisses. Plagioaplite (2.5 kg) and pegmatites (3.2 kg) were selected from the cutting veins at the Nemetskaya bay.

The garnet-biotite gneiss has a schisty texture and a lepidogranoblast structure and consists of quartz (40 %); biotite (20 %); plagioclase grains (20 %); garnet (10 %); clusters of prismatic kyanite crystals (3 %) and staurolite (3 %), as well as muscovite scales (3 %); and ore mineral (1 %). The metagabbro with a massive texture and nematoblastic structure is folded with amphibole (85 %); and plagioclase (15 %). Quartz metasomatite has a schisty texture and granoblast structure and consists of quartz (60 %); cummingtonite (15 %) replaced by amphibole 2; orthopyroxene (10 %); ore mineral (5–10 %). Fine-grained plagio-aplits have an allotriomorphic-grained structure and consist of quartz (40 %), plagioclase (55 %), biotite (5 %). Pegmatites with porphyroblastic structure consisting of quartz (65 %), plagioclase (35 %) and potassium feldspar.

Three points of metamorphic zircon from the biotite plagiogneisse yielded the age of 2810±150 Ma. This age is preliminary and evaluated for 3 points only, interpreted as the time of metamorphism of the grant-biotite gneisses. The discordia for three data points of magmatic zircon from the metagabbro (Fig. 1) has an upper intercept with the Concordia at 2587±5 Ma, corresponds to the time of gabbro emplacement. U-Pb upper intercept age for metamorphic zircon (three data points) (Fig. 2) is equal to 2507±7 Ma and correspond to the time of metamorphism of gabbro. Three data points for metamorphic zircon and three data points for metasomatic zircon from the quartz metasomatite (Fig. 1) yielded the ages correspondently 2503±67 Ma and 2522±53 Ma interpreted as the time of quartz metasomatites origin. The age of 2636±41 Ma is obtained for five zircon fractions from plagioaplite (Fig. 1) and probably corresponds to the plagioaplite emplacement. The age of zircon from pegmatite (Fig. 1) is equal to 2620±16 Ma and corresponds to the time of the aplite vein crystallization.



Thus the outcrops contain the most ancient rocks of the area such as garnet-biotite and biotite gneisses with the age of metamorphism 2.8 Ga; and granodiorite with the crystallization age of 2722±9 Ma (Kozlov et al., 2007); the ages of plagioaplite and pegmatite formed during the second stage of deformations are correspondingly 2620±16 Ma and 2636±41 Ma and mark the final stages of the Archean evolution of the area. The bodies of metagabbro have the 2587±5 Ma age of crystallization, and are currently represented by metamorphosed and boudinaged bodies of amphibolites, with the age of metamorphism of 2507±7 Ma; quartz metasomatite have the ages of 2522±53 Ma and 2503±67 Ma interpreted as the time of gabbro metamorphism and deformations yielded the metasomatite formation.

Authors are grateful for the outcrop geology review to Dr. N. Kozlov and N. Kozlova. The work was carried out by GI KSC RAS Program № 0226-2019-0052 and PRAN "Fundamental geological and geophysical research of the lithosphere processes".

#### References

- Balagansky V.V. (2002). The main stages of the tectonic development of the North-East of the Baltic Shield in the Paleoproterozoic. Diss. ... Dr. geol.-min. sciences. S.Pb. 32 p.
- Belyaev O.A. (1976). Progressive zonal metamorphism of the early Proterozoic of the north-west of the Kola Peninsula. Metamorphism of Precambrian complexes (Kola Peninsula). Apatity. Ed. KFAN USSR. pp. 31-49.
- Goryainov P.M., Balabonin N.L. (1988). Structural-material parageneses of iron ores of the Precambrian of the Kola Peninsula. L: Nauka. 144 p.
- Kozlov N.E., Sorokhtin N.O., Glaznev V.N., Kozlova N.E., Ivanov A.A., Kudryashov N.M., Martynov E.V., Tyuremnov V.A., Matyushkin A.V., Osipenko L.G. (2006). Geology of the Archean Baltic Shield. SPb .: Nauka, 329 p.
- Kozlov N.E., Martynov E.V., Kozlova N.E., Kaulina T.V., Smirnov Yu.P. (2007). Petrochemical systematics of amphibolites of the Archean part of the Kola superdeep well section. Geochemistry 2, pp. 11-22.

### Early Triassic tetrapod succession of Eastern Europe

Igor V. Novikov

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; inovik@paleo.ru Kazan Federal University, Kazan, Russia

The Early Triassic land tetrapod record of Eastern Europe comprises five major units named after their dominant temnospondyl genera. These are (in ascending order) the *Tupil-akosaurus*, *Selenocara-Syrtosuchus*, *Benthosuchus*, *Wetlugasaurus* and *Parotosuchus* faunas, the last three of which are further subdivided into two groupings. This tetrapod faunal succession is a unique in the respect to the number of recognizable stages of development in comparison with all other contemporary faunas known from other regions of the world, including South Africa.

The *Tupilakosaurus* fauna is Early Induan (Griesbachian) in age and known from the Vokhmian Horizon. It is dominated by temnospondyl *Tupilakosaurus*. Another index form is *Luzocephalus*, the only Laurasian lydekkerinid genus. Along with temnospondyls, relic of Permian anthracosaurs (*Axitectum*) is presented. Among reptiles, the spondylolestid procolophonians (*Contritosaurus*, *Phaanthosaurus*), proterosuchian archosaurs (*Vonhuenia*, *Blomosuchus*), prolacertiforms (*Blomosaurus*, *Microcnemus*), lystrosaurid dicynodonts (*Lystrosaurus*) and undeterminable relict eosuchians are known (Novikov, 2018a).

The main characteristics of the *Selenocara-Syrtosuchus* fauna, typical to the Zaplavnenskian Regional Substage, are appearance of earliest known capitosaurids (*Selenocara, Samarabatrachus*) and primitive benthosuchids-syrtosuchines (*Syrtosuchus*) among temnospondyls (Novikov, 2016). Other peculiarities of the new assemblage that differ it from *Tupilakosaurus* fauna include the presence of lonchorhynchid temnospondyls (*Stoschiosaurus* (?) sp.) and qantasid (*Qantas* sp.) temnospondyls, as well as a rarity of *Tupilakosaurus* remains. Based on the presence of *Selenocara*, lonchorhynchids and rarity of *Tupilakosaurus* the <u>f</u>auna is similar to the amphibian assemblage known from Late Induan (Dienerian) deposits (*Myalina kochi* beds of *Anodontophora fassaensis* Zone; Wordie Creek Formation) of East Greenland (Novikov, 2018a, b).

The Benthosuchus and Wetlugasaurus faunas are Early Olenekian in age. The former is typical for the Rybinskian Regional Substage. Apart the wide distribution of Benthosuchus, it is characterized by the earliest record of archosaurs *Tsylmosuchus* and *Chasmatosuchus* as well as by the replacement of the spondylolestids by the procolophonids among procolophonians (Novikov, 2018a). The lower grouping includes the primitive representative of Benthosuchus (B. gusevae), trematosauroid Qantas, rare relict syrtosuchines, Chasmatosuchus, *Microcnemus* and procolophonid Samaria. The upper subdivision (B. sushkini grouping) is characterized by the presence of advanced species of Benthosuchus (B. sushkini, B. korobkovi), capitosaurid Wetlugasaurus, trematosaurids (Prothoosuchus, *Thoosuchus*) and rare anthracosaurs (Dromotectum). Along with amphibians it also includes *Chasmatosuchus, Tsylmosuchus, Microcnemus*, procolophonid *Tichvinskia* and sphenodontid Scharschengia among the reptiles.

The lower and upper groupings of the *Wetlugasaurus* fauna are named after dominant species - *W. angustifrons* and *W. malachovi* respectively (Novikov, 2018a). Both groupings are characterized by trematosaurid *Angusaurus* and reptiles inherited from the preceding fauna (*Microcnemus, Chasmatosuchus, Tsylmosuchus*). The lower grouping is typical for the Sludkian Horizon. Apart from rare *Benthosuchus* and *Qantas* it also includes capitosaurid *Poryolosuchus*, trematosaurids *Prothoosuchus* and *Trematotegmen*, the procolophonids *Tichvinskia* and *Insulophon* and proterosuchian *Exilisuchus*. The *Wetlugasaurus malachovi* grouping, specific to the Ustmylian Regional Substage, comprises the capitosaurid *Vladlenosaurus*, yarengiid temnospondyl *Vyborosaurus*, procolophonids *Orenburgia*, *Timanophon* and *Lestanshoria*, prolacertiform *Boreopricea*, while the rauisuchid *Tsylmosuchus* appears to predominate among archosaurs.

The Late Olenekian Parotosuchus fauna consists of Inflectosaurus and Trematosaurus groupings that correspond to the Fedorovkian and Gamskian regional substages respectively (Shishkin, Novikov, 2017; Novikov, 2018a). Among temnospondyls both groupings are characterized by «brachyopid» Batrachosuchoides, rhytidosteid Rhytidosteus and plagiosaurid Melanopelta. The Parotosuchus fauna shares with the preceding one only a few genera (Axitectum, Dromotectum, Tichvinskia, Orenburgia, Tsylmosuchus). The revival of the Gondwanan influence is documented by the record of the rhytidosteids, plagiosaurids and erythrosuchid archosaurs (Garjainia). Apart from the presence of the trematosaurine Inflectosaurus the lower grouping is marked by the presence of undeterminable lonchorhynchids and primitive procolophonids (Tichvinskia, Burtensia). The upper grouping includes trematosaurine Trematosaurus, yarengiid Yarengia, relict anthracosaurs Dromotectum and Vyushkoviana, advanced procolophonids (Kapes, Burtensia), rauisuchians (Vytchegdosuchus, Tsylmosuchus, Scythosuchus, Jaikosuchus, Bystrowisuchus), relict proterosuchid Gamosaurus, trilophosaurids (Coelodontognathus, Vitalia, Doniceps), kannemeyerid dicynodont Putillosaurus, prolacertiforms (Augustaburiania, Vritramimosaurus) and theriodont Silphedosuchus. Notable is the presence of the sauropterygian Tanaisosaurus and undeterminable ichthyopterygians in the south of the East European Platform.

This work is based on the research supported by the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University.

#### References

- Novikov I.V. (2016). New temnospondyl amphibians from the basal Triassic of the Obshchii Syrt Highland, Eastern Europe. Paleontological Journal 50 (3), pp. 297-310.
- Novikov I.V. (2018a). Rannetriasovye amfibii Vostochnoy Evropy: evolutsia dominantnykh grup i osobennosti smeny soobschestv. RAS, Moscow, 358.
- Novikov I.V. (2018b). New stage of recovery of East European tetrapod community after Permian-Triassic crisis. Paleontological Journal 52 (7), pp. 791-795.
- Shishkin M.A., Novikov I.V. (2017). Early stages of recovery of the East European tetrapod fauna after the end-Permian crisis. Paleontological Journal 51 (6), pp. 612-622.

# Application of machine learning techniques in oil exploration based on the results of geochemical surveys

Ekaterina V. Nugmanova<sup>1</sup>, Ilmir I. Nugmanov<sup>1</sup>, Sergey A. Mikhailov<sup>2</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia; Ekaterina.Eronina@kpfu.ru <sup>2</sup>LLC "SIGMA", Kazan, Russia

## Применение методов машинного обучения при поисковых работах на нефть по результатам геохимической съемки

Нугманова Е.В.<sup>1</sup>, Нугманов И.И.<sup>1</sup>, Михайлов С.А.<sup>2</sup> <sup>1</sup>Казанский федеральный университет, Казань, Россия; Ekaterina.Eronina@kpfu.ru <sup>2</sup>ООО «СИГМА», Казань, Россия

Просачивания углеводородов (УВ) на поверхности или вблизи от нее могут принимать многие формы – от повышенных концентраций УВ в почвах и водах до комплексных химических, минералогических, микробиологических и ботанических изменений (Jones, 1983; Klusman, 1993; Saunders, 1999). Столь различные проявления этого процесса на поверхности привели к развитию и продвижению столь же многообразного количества наземных методов разведки. Так, полевые геохимические методы исследования включают в себя широкий спектр различных работ – от исследований поверхностного слоя пород или донных отложений до анализа выбуренного керна из глубоких скважин. Наиболее простым и менее затратным методом является газовая геохимическая съемка. Изучение углеводородных газов можно проводить следующими способами: сорбирование непосредственно в породе или донных осадках исследуемой территории, либо закладка специальных веществ, обладающих высочайшей сорбционной емкостью. Отобранные донные отложения или пробы породы содержат в себе как сорбированные газы, так и различные микроорганизмы и органические соединения, и имеют определенный химический (элементный) и минеральный состав, что позовляет по косвенным признакам судить о нефтегазоносности данной территории (Saeed, 1996; Schumacher, 2000).

Геохимическая съемка выполнена на территории Солдатского месторождения, расположенного в Самарской области. Объект исследования представляет собой локальную антиклинальную структуру третьего порядка, оконтуренную стратоизогипсой «-268 м» по поверхности артинского яруса в пределах юго-западного склона Южно-Татарского свода. Геохимическая съемка выполнена в площадном варианте, в общем объеме 144 пунктов опробования. В каждом пункте отобраны пробы донных подпочвенных осадков и сорбентные пробы.

Состав адсорбированных флюидов анализировался следующими методами:

1. Анализ углеводородов от метана (C<sub>1</sub>) до гексана (C<sub>6</sub>) включительно (грунтовые датчики и сорбентные датчики первого типа) проводился методом термовакуумной десорбции сорбентов и последующей газовой хроматографии на хроматографах «Кристаллюкс-4000».

2. Анализ углеводородов от пентана (C<sub>5</sub>) до эйкозана (C<sub>20</sub>) включительно (сорбентные датчики второго типа) выполнялся методами термодесорбции, газовой хроматографии и масс-спектрометрии (TD/GC/MC) с использованием термодесорбера "Perichrom PR1350", хроматографа «Хроматек Кристалл-5000.2» и масс-спектрометра "Thermo Scientific" (модель "Trace DSQ II").

Объемная доля газов исследуемой пробы вычислялась путем сравнения пиков соответствующих компонент на хроматограммах исследуемого газа и градуировочной газовой смеси. Идентификация хроматографических пиков производилась при помощи программного обеспечения, разработанного на заводе-изготовителе прибора. При анализе использовалась аттестованная газовая смесь.

Результаты лабораторного определения компонентного состава и концентраций использовались в качестве исходной информации для кластеризации с использованием алгоритмов машинного обучения без учителя. Были апробированы два алгоритма: DBSCAN (density-based spatial clustering of applications with noise – плотностной алгоритм пространственной кластеризации с присутствием шума) и метод t-SNE (t-distributed stochastic neighbor embedding – распределенное стохастическое соседнее вложение). Первый оперирует плотностью данных посредством матрицы близости и двух параметров – радиуса окрестности и количества соседей (Ester, 1996), и позволяет устранить «выбросы» исходных данных. Второй представляет собой один из методов множественного обучения, используемых для визуализации, например, отображения пространства высокой размерности в двух- или трехмерное пространство (van der Maaten, 2008).

Заключительная часть исследований состояла в картографическом отображении выделенных кластеров и оконтуривании участков по перспективности на поиск углеводородов. При создании прогнозных карт нефтеперспективности использовались данные эталонных опробований на скважинах с подтвержденной нефтеносностью.

Работа была поддержана субсидией, выделенной Казанскому федеральному университету в рамках государственной программы по повышению его конкурентоспособности среди ведущих мировых центров науки и образования.

#### Список литературы

- Jones V.T. (1983). Predictions of oil or gas potential by near-surface geochemistry. . AAPG Bulletin 67. pp. 932–952.
- Klusman R.W. (1993). Soil gas and related methods for natural resource exploration. John Wiley & Sons, New York, 483.
- Saeed M.A. (1996) Comparison of light hydrocarbon microseepage mechanisms. In Hydrocarbon Migration and Its Near-Surface Expression (Schumacher, D., Abrams, M. A., Eds). AAPG Memoir 66, pp. 157–168.
- Saunders D.F. (1999) Model for hydrocarbon microseepage and related near-surface alterations. AAPG Bulletin 83, pp.170–185.
- Schumacher D. (2000) Surface geochemical exploration for oil and gas: New life for an old technology. The Leading Edge 19(3), pp. 258-266.
- P. van der Maaten L.J., Hinton G. E. (2008). Visualizing High-Dimensional Data Using t-SNE. Journal of Machine Learning Research 9, pp. 2579-2605.
- Ester M., Kriegel H. P., Sander J., Xiaowei Xu. (1996) A Density-Based Algorithm for Discovering Clusters in Large Spatial Databases with Noise. Proceeding of 2nd International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining (KDD-96), Portland, OR, 226–231.

## Well log sequence stratigraphy of the Visean Stage on the southern margin of the Melekess Basin

Nuriia G. Nurgalieva Kazan Federal University, Kazan, Russia; nurlit@yandex.ru

More than 200 fields produce from the Viséan sandstone and siltstone reservoirs distributed across the entire Volga-Ural Province, including the eastern slope of Melekess Depression. Oil-productive intervals were mainly found in the Bobrikian and Tulian regional substages of the lower Viséan (Nurgalieva, Nuriev, 2011). The Viséan stage is a lower stratigraphic unit of the Second Paleozoic cycle. This cycle comprised a 50 m to about 800 m sequence of terrigenous clastic sediments of early and middle Viséan age, followed by fossilferous marine carbonates of late Viséan, Serpukhovian and Bashkirian ages (Nurgalieva, Nuriev, 2011). In present work the sequence stratigraphic frame was built for Tournaisian-Viséan succession on well log data for typical well section of the eastern slope of Melekess Depression.

In well sections sequence-stratigraphic framing is processing on base of log and core data in stratigraphic context. Classification of geophysical logs signatures and their interpretation in terms of facies analysis is considered as one of the tools to get sequencestratigraphic frame. Well section can be presented in sequence-stratigraphic composition by following procedures:

- identification of sequence-stratigraphic internal and external surfaces;

- interpretation of vertical sequence and parasequence composition.

SB (sequence boundary), mfs (maximum flooding surface), TS (transgressive surface) are found in either clastic, or carbonate systems. In many cases SB relates to bottom of coarse sandstones overlaid eroded surface of underlying deposits of HST (high stand system tract) of previous sequence. These coarse sediments started the filling of erosion cuts and incised valleys. Simultaneously with the surfaces revealing grain sizes cycles and system tracts are configured.

Incised valley's section is characterized by specific signatures of system tracts. Low stand system tract (LST) is composed of braided river sediments with low values of gammaray (GR) intensity, coarse grain aggradation signature. Transgressive system tract (TST) consists of meandered river sediments (bell shape signatures). TS is marked by resistivity peak. Greatest value of GR intensity signs mfs and transition from TST to HST, composing of sediments of floodplain and swamp environments.

In a taken well sequence-stratigraphic composition of the Lower Viséan section is characterized by the following features. The lower SB is due to erosion processes on Tournaisian carbonates. The overlying succession is represented by clastic alluvial-lake and rivernearshore sequences in either the Bobrikian or the Tulian. Similar vertical regularity was observed in adjacent area and can be considered as typical incised valley's section in Volga-Ural province.

Relative sea-level fall forces the sea to regress and rivers to adjust their gradient to the lowered base level. Valley incision induced by sea-level fall operates headward. It can affect the river courses far away from the highstand coastline, depending on the stream power, the time available for erosion and the erodibility of the underlying bedrock. Incised valleys on land and on continental shelves are filled with sediment during the subsequent sea-level rise (Nurgalieva, Nuriev, 2011; Einsele, 2000).

Many ancient incised valleys provided habitats for the formation of coal. During the LST the valley is commonly filled with deposits of braided rivers. With the onset of transgression (initial transgressive surface), the accommodation space for sediment aggradation increases and the gradient of the river decreases. As a result, the bed-load channels of the formely braided rivers tend to evolve into the medium-gradient mixed-load channel within fine-grained floodplain deposits. Futher upsection, such systems may be replaced by muddominated channel-floodplain conditions. Coal seams developed during this phase of valley filling are normally thin and not very extensive. At the transition to HST, wide areas outside of the valleys are flooded. This is time period in which thick coal deposits can form, either somewhat below or above the mfs. The sedimentary facies of this time interval vary from lakes and swamps to deltaic, estuarine, tidal to shallow-marine conditions. When the relative sea level starts to fall again during the HST, the sediment accommodation space is reduced, channel units become more truncated and form sheet sandstone bodies. Coal seams again become thin and limited in their lateral extent (Nurgalieva, Nuriev, 2011; Einsele, 2000).

In the studied Lower Viséan section basal sequence corresponds to the idealized cross-section (Carboniferous valley fills in Kansas), where the valley was cut down to the top of the previous marine limestones (Nurgalieva, Nuriev, 2011; Einsele, 2000). All the coal seams formed during transgression. The major coal seam is affected by a second period of valley incision. This phenomenon is common when coal seams occur close to the maximum flooding surface. In these cases, the frequency and amplitude of the eustatic sea-level change was high in comparison to a moderate rate of subsidence, where only the lowermost part of TST is preserved.

In the studied section the lower sequence, overlying the Tournaisian eroded carbonates, reflects the features, described above: coal seams in incised valleys mainly form in the late TST and at the transition from TST to HST. Their full or partial preservation depends on the accommodation space which is left after subsequent sea-level fall again causing erosion and cutting. Middle and upper sequences can be considered as close to Kansas model cycles of river and lake or sea littoral deposits with no phase of significant coal seams development.

At the eastern slope of Melekess Depression the Lower Viséan sedimentary succession (Bobrikian and Tulian) consists of three sequences. Generally, they correspond to Kansas incised valley's filling model [1, 2]. Sequences formation was characterized by decreasing of the frequency and amplitude of the sea-level change upward and transition from high to moderate rate of subsidence where only the lowermost part of TST is preserved.

This work is supported by Russian Foundation for Basic Research (grant 18-55-53051). The work is also performed according to the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University.

#### References

Einsele G. (2000). Sedimentary basins, 2nd ed., Springer-Verlag Berlin New York, 792 p. Nurgalieva N.G., Nuriev A.G. (2011). Sequence-stratigraphy of oil-saturated Visean "incised-valley" sequences of Eastern Slope of Melekess depression. Neftyanoe Khozyaystvo / Oil Industry 9, pp. 94–98.

# Standards of Gibbs-Roseboom triangles for mapping lithological section types and facial analysis

Vladimir P. Ozhgibesov Perm State National Research University, Perm, Russia; Ozhgibesov@psu.ru

# Стандарты треугольников Гиббса-Розебома для построения карт литологических типов разреза и фациального анализа

Ожгибесов В.П.

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия; Ozhgibesov@psu.ru

Применение так называемых литологических треугольников для решения различных геологических задач основано на использовании треугольника Гиббса-Розебома. Этот треугольник стал применяться в физической химии и металлургии благодаря работам двух выдающихся ученых. Джозайя Уиллард Гиббс (Josiah Willard Gibbs) и Хенрик Виллем Бакхейс Розебом (Roozeboom) предложили два различных подхода для количественной характеристики трехкомпонентной смеси, общее количество компонентов которой равно 100 %. Метод основан на использовании теорем планиметрии о свойствах высот равностороннего треугольника.

Однако способы начертания и использования треугольника приводят к ошибкам, так как изображения треугольников часто не сопровождается информацией о маркировке вершин треугольника, направлениях шкал на сторонах треугольника и направлениях проекции координат точек во внутреннее поле треугольника. В этих случаях возможна реализация от 2 до 24 вариантов изображения точек во внутреннем поле треугольника, что существенно затрудняет прочтение процентного соотношения всех трех компонентов (Вишняков, 1933; Hiltanen, 1961; Блох, 1971).

На рисунке 1 изображены литологические треугольники, которые учитывают требования теорем о высотах во внутреннем поле треугольника и правила номографии. Это способствует реализации требования взаимно однозначного соответствия исходных данных, результатов их анализа и может быть использовано при построении карт литологических типов разреза.



Рис. 1. Литологические треугольники

#### Список литературы

Блох Л.С. Практическая номография. – М.: Высшая школа, 1971. – 328 с.

- Вишняков С.Г. Карбонатные породы и полевое исследование их пригодности для известкования почвы // Карбонатные породы Ленинградской области, Северного края и Карельской АССР. – 1933. – № 2. – С. 3–22.
- Hiltanen A A. (1961). Proposal for clarifying the issue of plutonic calc-alcanic rock names // U.S. Geol. Surv. Prof. Paper 424-D, pp. 340–442.

## The Ordovician regional stratigraphic chart of the West Siberian Plain

Leonid G. Peregoedov<sup>1</sup>, Nikolay P. Kulkov<sup>1</sup>, Victor I. Krasnov<sup>1</sup>, Leonid S. Ratanov<sup>1</sup>, Svetlana N. Makarenko<sup>2</sup>, Sergei A. Rodygin<sup>2</sup>, Natalia I. Savina<sup>2</sup>, Gennady M. Tatyanin<sup>2</sup>, Georgi D. Isaev<sup>3</sup>; Vladimir S. Bochkarev<sup>4</sup> <sup>1</sup>Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Novosibirsk, Russia; plg@sniiggims.ru <sup>2</sup>Tomsk State University, Tomsk, Russia <sup>3</sup>Research Centers «Sibgeonaft», Novosibirsk, Russia <sup>4</sup>SibNAC, Tumen, Russia

### Региональная стратиграфическая схема ордовикских отложений Западно-Сибирской равнины

Перегоедов Л.Г.<sup>1</sup>, Кульков Н.П.<sup>1</sup>, Краснов В.И.<sup>1</sup>, Ратанов Л.С.<sup>1</sup>, Макаренко С.Н.<sup>2</sup>, Родыгин С.А.<sup>2</sup>, Савина Н.И.<sup>2</sup>, Татьянин Г.М.<sup>2</sup>, Исаев Г.Д.<sup>3</sup>, В.С. Бочкарев<sup>4</sup> <sup>1</sup>Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья, Новосибирск, Россия; plg@sniiggims.ru <sup>2</sup>Томский государственный университет, Томск, Россия <sup>3</sup>НИЦ «Сибгеонафт», Новосибирск, Россия <sup>4</sup>СибНАЦ, Тюмень, Россия

Первая региональная стратиграфическая схема палеозойских отложений Западно-Сибирской равнины (ЗСР) утверждена Межведомственным стратиграфическим комитетом России в качестве рабочей в 1999 году (Решения..., 1999). К настоящему времени накоплено достаточно кернового материала из глубоких скважин ЗСР для создания отдельной РСС ордовикских отложений. Установлены четыре структурно-фациальные зоны (СФЗ): 1) Арктическая СФЗ включает в себя Новопортовскую структурно-фациальную подзону (СФПЗ); 2) Урало-Обская СФЗ – Тагильскую, Березово-Сартыньинскую, Шеркалинскую и Красноленинскую СФПЗ; 3) Обь-Тазовская СФЗ – Уватскую, Ишимскую, Тевризскую, Варьеганскую, Нюрольскую СФПЗ; 4) Приенисейская СФЗ – Вездеходную, Тыйскую и Ермаковскую СФПЗ (рис. 1). Очевидно, что для установления валидных региональных горизонтов кернового материала недостаточно. Тем не менее, авторы полагают, что для совершенствования стратиграфической схемы ордовика Западно-Сибирской равнины такие подразделения будут играть положительную роль. И в дальнейшем, по мере накопления фактического материала, будут совершенствоваться. Установлено три региональных горизонта: няргинский соответствует тремадокскому и флоскому ярусам нижнего ордовика, яротинский – дапинскому и дарривильскому ярусам среднего ордовика, павловский – сандбийскому, катийскому и хирнантскому ярусам верхнего ордовика (рис. 1).

Актуальной задачей дальнейшего усовершенствования схемы является разработка методики более точного определения возраста вторично измененных, метаморфических и эффузивных пород, датированных широким возрастным диапазоном ордовик – силур.

#### Список литературы

Решения межведомственного совещания по рассмотрению и принятию региональной стратиграфической схемы палеозойских образований Западно-Сибирской равнины. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1999. – 79 с.

Т		π.							
<b>6</b> 3		Ермаковская СФПЗ	13	Малохегская голца толомиты, плинистые доломиты, известияки, известияки, ока. > 6.27 м инт.похегская 1800.61 м.		۰. ا			
енисейская С		Тыйская СФПЗ	12	Пекосская толща переосская переослаявание Пекосская 10,0,0,1,0,25,5,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,1,	¢.	1			
ИОЦ		Вездеходная СФПЗ	11	<i>د.</i>	¢.	Народностраната С С С С С Сустивене, служавно- минт. 2956,03- инт. 2956,03- инт. 2956,03- инт. 2956,03- инт. 2956,03- инт. 2956,03- инт. 2056,03- инт. 2056,03-			
	I have a sume	нюрольская СФПЗ	10	Павлювская свита свита свита свита свита облагопораты, конодонты левестияки тонкозернистые ракоппиты, конодонты левестиаки брахиоподы, конодонты левестияки брахиоподы, конодонты .2759.00 м. .2759.65 м.	¢.	I			
age Co3		Варьеганская СФП3	6	Полуденная толиденная толща то то толща толща то то то то то то то то то то то то то	<b>(</b> )	С.П. П.			
56 - Tagonoria	њ - Тазовска Гевризская СФПЗ				Алдандар Калдандар Ка Октор Калдандар Калда Силин Калдандар Калда Калдандар Калдандар К	Скв. Оконешниковская-2, инт. 2422,0 - 2470,0 м.			
90	۲ 	Ишимская СФПЗ	7	∨ Nавестковистые песчаники, В кремнисто-глинистые сланцы ≊		с. І			
	;	Уватская СФПЗ	9	одани базальтового, С андезибазальтового, С андезибазальтового, С андезибазальтового, С андезибазальтового,	Сланцы, аргиллиты, алевролиты, песчаники, кварциты, известняки, прослои эффузивов основного и среднего составов	2000 M			
		Красноленинская СФПЗ	5	ا ۱۹ ۱۹	тальсебезаны, натаседнА 9нанневодикитодилс манневодикитилодидив 9нанневодикитилодидив 2	1			
жая СФЗ		шеркалинская СФПЗ	4	Филипповская толща	Серые, зеленовато-серые, серые, тонкистые, плинистые, у с расланцованными контомерато- в соптомктоеунтастые сланцы отореоллями, карацитовидными опломктовыми песчаниками олисомктовыми песчаниками	тиловые разрезы в Скв.4: 5: 9: 9040 Скр.4: 5: 9: 9040 площади			
Урало-Обс	Eeneanan-	Сартыныинская СФПЗ	е	е сланцы Ахтынтурская 10ла яр., толица 	Яшмы, кремникто-глиникты с радиоляриями: Сепозрћаега sp., Garpospha Druppula sp., Stylosphaera si Comellipsis sp., Doruppula sp S Ceneilipsis sp., S zaphostulus sp. z Xiphostulus sp.	1			
	,	Тагильская СФПЗ	2	странистые сланцы, линзы с Базальты, туфоконгломераты, с Креминстые сланцы, линзы В известняков В возпестняков					
Арктическая	C03	новопортовская СФПЗ		~	Эротиков Станцы, слинаеми 2014 - Станцы, слинаеми 201				
IATH	юеи	do」		Павловский	йихэнитодR	Паргинский			
900	Карадокский Ашгиллский Ярус, 2006		Карадокский Ашгиллский	иский Лланвирнский	тремадокский Арени				
-	D SydR			сандоилский Катийский Хирнантскии	Напинский Дарривильский	іремадокский флоский			
35	Отдел 2			ла претисти br>Притисти претисти прети Притисти претисти прети	с среднии	йинжиН			
ΝČ	вметоио		КБЛЛИ ******* 0	aol/dO	×				
Ордовикская Система									

## The Lower Devonian Samagaltayian Regional Stage of the Eastern Altai-Sayan folded area

Leonid G. Peregoedov<sup>1</sup>, Sergei A. Rodygin<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Siberian Research Institute of Geology, Geophysics and Mineral Resources, Novosibirsk, Russia; plg@sniiggims.ru
<sup>2</sup>Tomsk State University, Tomsk, Russia

## Самагалтайский горизонт нижнего девона восточной части Алтае-Саянской складчатой области

Перегоедов Л.Г.<sup>1</sup>, Родыгин С.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Сибирский НИИ геологии, геофизики и минерального сырья, Новосибирск, Россия; plg@sniiggims.ru <sup>2</sup>Томский государственный университет, Томск, Россия

В утвержденной Межведомственным стратиграфическим комитетом региональной стратиграфической схеме девона восточной части Алтае-Саянской области (АСО) (1979), в самой нижней ее части, находился хондергейский горизонт (Решения..., 1982). На основании того, что в породах горизонта присутствуют, кроме раннедевонских, и позднесилурийские ископаемые, на Всероссийском стратиграфическом совещании в Новосибирске в ноябре 2012 году было принято решение об отнесении хондергейского горизонта в полном объеме к пржидольскому ярусу силура (Сенников и др., 2011).

Имеются и альтернативные точки зрения, указанные в официально утвержденной в 2013 году региональной стратиграфической схеме восточной части АСО, опубликованной в 2018 году, а именно о девонском возрасте верхней части хондергейского горизонта (Краснов и др., 2012, 2018). Вероятнее всего, хондергейский горизонт соответствует лохковскому ярусу нижнего девона, а не пржидольскому ярусу силура. В этом случае установление перерыва, приходящегося на локховский ярус, является совершенно не обоснованным.

В образовавшемся пробеле предлагается восстановить самагалтайский горизонт, упраздненный при разработке региональной схемы 1979 года, на основании утверждения, что он является фациальным аналогом хондергейского горизонта. Самагалтайский горизонт установлен В.И. Красновым и Н.Н. Предтеченским в 1964 году. Название горизонту дано по одноименной свите Тувинской котловины. Стратотипический разрез самагалтайской свиты вблизи поселка Самагалтай является и типовым разрезом горизонта. В типовом разрезе горизонт представлен переслаиванием красноцветных песчаников, алевролитов и мергелей с большим количеством туфогенного материала. Мощность – до 1000 м.

В породах горизонта содержится ихтиофауна: *Tuvaspis margaritae* Obr., *Tannuaspis levenkoi* Obr., *Elegestolipes grossi* Kar.-Tal., Pteraspididae, Acantodii. Горизонт в полном объеме отнесен к лохковскому ярусу нижнего девона. На подстилающих отложениях верхнего силура залегает согласно. В типовом разрезе Самагалтайского грабена отложения горизонта перекрываются нерасчлененными верхнедевонскими отложениями джарганской,
кохайской и бегрединской свит, с перерывом в объеме пражского и эмсского ярусов нижнего девона и эйфельсского и живетского ярусов среднего девона.

#### Список литературы

- Краснов В.И., Перегоедов Л.Г., Ратанов Л.С. Региональная стратиграфическая схема девонских образований восточной части Алтае-Саянской области. – Новосибирск: СНИИГ-ГиМС, 2012. – 52 с.
- Краснов В.И., Перегоедов Л.Г., Ратанов Л.С. (2018). Региональная стратиграфическая схема девонских образований восточной части Алтае-Саянской области // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2018. – № 7. – С. 54–101.
- Решения Всесоюзного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем докембрия, палеозоя и четвертичной системы Средней Сибири. Новосибирск: НИИ ГГиМС, 1982. Ч. 2: Средний и верхний палеозой. 130 с.
- Сенников Н.В., Изох Н.Г., Алексеенко А.А. Пограничные силурийско-девонские разрезы Алтае-Саянской складчатой области (литологические особенности палеобиот, палеогеографические признаки) // Материалы по палеонтологии и стратиграфии Урала и Западной Сибири. – Екатеринбург: УрО РАН, 2011. – С. 190–216.

## The Turonian and Coniacian Stages of the south-west of Ulyanovsk-Saratov Trough

Evgeny M. Pervushov, Vladimir B. Seltser, Evgeny A. Kalyakin, Ilya P. Ryabov, Egor I. Ilinskiy Saratov State University, Saratov, Russia; pervushovem@mail.ru

### Турон-коньяк юго-запада Ульяновско-Саратовского прогиба

Первушов Е.М., Сельцер В.Б., Рябов И.П., Калякин Е.А., Ильинский Е.И. Саратовский государственный университет, Саратов, Россия; pervushovem@mail.ru

Изучены и опробованы разрезы, в которых доступен визуально полный интервал карбонатных и карбонатно-терригенных пород турона – коньяка, включая подошву и кровлю. Предварительные результаты комплексных исследований некоторых из них – Озерков, Каменного Брода, Нижней Банновки, Вишневого – опубликованы ранее, а данные по разрезам Каменный Брод, Сплавнуха и Карамышка представлены впервые. В литологически однообразном интервале карбонатных пород, заключенном между сеноманскими терригенными и сантонскими карбонатно-кремнистыми толщами, на основании изучения распределения бентосных фораминифер (БФ), выделены зоны и подзоны. Положение и границы детальных биостратиграфических подразделений прослежены на юго-западе Ульяновско-Саратовского прогиба и соотнесены с данными по вертикальному распределению кремневых губок, иноцерамов, белемнитов и аммонитов, иглокожих и брахиопод.

Мощность карбонатных пород турона и коньяка и стратиграфическая полнота рассматриваемого интервала возрастают в южном направлении, главным образом за счет доминирования нижне- и среднеконьякских образований. В северном направлении, ближе к Елшано-Сергиевскому и Степновскому валам, породы турона – коньяка обогащаются терригенным материалом, и их мощность резко сокращается вследствие предконьякского и предсантонского эрозионных срезов. Присутствие терригенно-карбонатных пород нижнего турона мощностью первые метры возможно лишь в единичных пунктах.

Литологически выраженные признаки границ ярусов и подъярусов порой не совпадают с биостратиграфическими реперами по бентосным фораминиферам, иноцерамам и белемнитам. В разрезах карбонатных пород с визуально установленными скрытыми поверхностями несогласий (Каменный Брод, Нижняя Банновка) и в литологически однородных интервалах (Сплавнуха) подошва коньяка определяется только на основании изучения распределения БФ. Борисоглебская толща – фациально обособленное тело, образование которого обусловлено условиями мелководной среды и воздействием штормовой динамики, характеризуется более широким стратиграфическим диапазоном, чем считалось ранее (Олферьев, Алексеев, 2005). Подошва и кровля борисоглебской толщи диахронны, и формировалась она с позднетуронского по раннесантонское время.

В разрезах терригенно-карбонатного типа (Вишневое, Вольск) подошва сантона, по биостратиграфическим данным (белемниты, иноцерамы), отмечается на 1–1,5 м ниже принятой литологически выраженной подошвы фосфоритового («губкового») горизонта и соответствующей кровли «твердого дна». Детальное изучение базальных

отложений сантонского интервала на основе зональной схемы по БФ подтверждает представления о диахронности начала осадконакопления и формирования «губкового» горизонта в сантонское время. Отмеченные в ряде разрезов особенности вертикального распределения иноцерамов группы pachti/cardissoides позволяют предположить, что зона cardissoides занимает более широкое стратиграфическое положение, чем было принято ранее. Зона охватывает терминальную часть верхнего коньяка и нижнюю часть нижнего сантона, что соответствует подзоне БФ LC8b (Беньямовский, 2008), однако акмезона этой группы иноцерамов приурочена к нижнему сантону.

Выявлены закономерности в изменении разнообразия бентосных и планктонных (ПФ) фораминифер, кремневых губок, иноцерамов и цефалопод, иглокожих и брахиопод на протяжении турона – раннего сантона. В частности, вариации соотношения БФ/ПФ отражают изменение глубины бассейна седиментации, достигавшей максимума в раннеконьякское время. Кремневые губки проникли в морские бассейны, покрывавшие территорию современного Поволжья, в среднем и позднем сеномане и существовали здесь на протяжении позднего мела и палеоцена. Первые фазы сукцессии губкового сообщества, известного как раннесантонское, проявились в конце среднеконьякского времени как реакция на регрессивные тенденции развития бассейна седиментации. Сообщества иглокожих массово распространились в регионе в среднем и в начале позднего турона. Об этом свидетельствуют скопления многочисленных фрагментов их скелетов. Уровень концентрации иглокожих прослежен в нижней части разрезов Каменный Брод, Чухонастовка, Мирошники и Сплавнуха и может рассматриваться как репер в структуре среднетуронских образований юго-запада Ульяновско-Саратовского прогиба. Среди известных на территории европейской части России комплексов комплекс иглокожих является наиболее представительным для турона.

Особенности площадного распространения иглокожих (за исключением морских ежей), мшанок и белемнитов в породах турона – коньяка позволяют наметить существование двух палеобиохорий на уровне подпровинций: южной (Волгоградской) и северной (Саратовской). Условное соприкосновение этих палеобиохорий приурочено к широте разрезов Сплавнуха – Нижняя Банновка. Иноцерамы и морские ежи рассматриваются в данном случае как космополитные формы, распространившиеся по всему региону.

В Карамышской впадине и на юго-западе Ульяновско-Саратовского прогиба максимальная фаза трансгрессии проявилась в раннем коньяке, что нашло отражение в литологическом составе и мощности пород этого возраста, в соотношении БФ/ПФ. Эта часть Ульяновско-Саратовского прогиба в туронское – коньякское время представляла обособленную структурно-фациальную зону. Это заметно при рассмотрении этапности развития элементов северо-восточной части этого прогиба (Вольской и Хвалынской впадин), которые активно формировались уже в позднекампанское – маастрихтское время.

#### Список литературы

Беньямовский В.Н. Схема инфразонального биостратиграфического расчленения верхнего мела Восточно-Европейской провинции по бентосным фораминиферам. Статья 2. Сантон – маастрихт // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2008. – Т. 16. – № 5. – С. 62–74.

Олферьев А.Г., Алексеев А.С. Стратиграфическая схема верхнемеловых отложений Восточно-Европейской платформы. Объяснительная записка. – М.: ПИН РАН, 2005. – 203 с.

## An assessment of origin and oil source of Domanik Formation by logging data

Sergei I. Petrov<sup>1</sup>, Rinat N. Abdullin<sup>2</sup>, Rustam Z. Mukhametshin<sup>1</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia; sergey.petrov@kpfu.ru <sup>2</sup>Scientific and technical management Ltd «TNG-Group», Bugulma, Russia

## Оценка нефтематеринского потенциала доманиковой формации и условий ее накопления по данным ГИС

Петров С.И.<sup>1</sup>, Абдуллин Р.Н.<sup>2</sup>, Мухаметшин Р.З.<sup>1</sup> <sup>1</sup>Казанский федеральный университет, Казань, Россия; sergey.petrov@kpfu.ru <sup>2</sup>Научно-техническое управление ООО «ТНГ-Групп», Бугульма, Россия

Способность материнских пород к генерации углеводородов (УВ) определяется содержанием органического углерода (С<sub>орг</sub>), что, наряду с другими, является одним из важных показателей, характеризующих степень зрелости органического вещества (ОВ) (Баженова, 1998). Одним из источников нефти на востоке Русской платформы является толща верхнедевонских доманикитов.

Западными исследователями разработано несколько методик оценки С<sub>орг</sub> с помощью методов ГИС. Широко используемой является методика К. Пасси (Passey et al., 1990), в которой применяется нормализация показаний методов пористости (акустического, нейтронного или плотностного) и сопротивления пород. Перемасштабирование кривых выполняется таким образом, что их совпадение наблюдается в интервалах пород с различной пористостью, но с низким содержанием ОВ, в то время как превышение кривой сопротивления над нормализованной кривой пористости отмечается в интервале нефтематеринских пород.

Содержание органического углерода пропорционально приращению *ΔLogR* (*R* – удельное сопротивление пород) и определяется выражением, учитывающим степень метаморфизма OB (показатель LOM) нефтематеринской породы:

$$C_{opr} = \Delta LogR * 10^{(2,297-0,1688*LOM)}$$
(1)

Значение LOM может быть определено, если известны отражательная способность витринита, характерная для изучаемого OB, либо температурный режим залежи углеводородов. Пределы изменения показателя LOM, в зависимости от степени зрелости породы, находятся в следующем диапазоне значений: LOM = 6 для незрелого OB (породы молодые или неглубоко залегающие, отсутствие генерации УВ); LOM = 8–10 для зрелого OB (происходит генерация нефти или газа); LOM = 12 для перезрелого OB (все УВ «выгорели»).

Другим способом, позволяющим выполнять оценку  $C_{opr}$  по материалам ГИС, является методика Д.Р. Айсслера и др. (Issler et al., 2002), позволяющая рассчитать содержание  $C_{opr}$  по палеткам путем непосредственного сопоставления плотности  $\delta_n$  либо интервального времени  $\Delta$ Tn и сопротивления пород  $\rho_n$ .

Нами использован альтернативный подход для нахождения C<sub>opr</sub> (TOC), базирующийся на данных гамма-спектрометрии:

Для доманиковых отложений выведена следующая зависимость:

На рисунке 1 приведены данные ГИС и результаты расчетов содержания ОВ по различным методикам. Скважина 12026 Ромашкинского месторождения вскрыла отложения семилукского и саргаевского горизонтов девона в интервалах 1718–1752 м и 1752–1780 м соответственно. По данным БК, семилукские отложения характеризуются существенно более высокими значениями относительно саргаевских (УЭС меняется от 100 до 9000 Ом\*м), в саргаевских отложениях – УЭС порядка 10 Ом\*м. По данным гамма-спектрометрии, семилукские отложения характеризуются повышенным содержанием урана, а саргаевские – калия и тория. Расчеты С<sub>орг</sub> выполнены по Пасси и по Айсслеру.



Рис. 1. Сопоставление оценок содержания С<sub>орг</sub> в доманикитах по методикам (К. Пасси, Д.Р. Айсслер)

1. Опробованы методики К.Р. Пасси и Д.Р. Айсслера для оценки содержания OB. Оценки содержания С<sub>орг</sub> по этим методикам можно использовать лишь на качественном уровне, так как в различных геологических условиях получены отличающиеся друг от друга результаты, что свидетельствует о необходимости адаптации зависимостей к реальным геологическим условиям.

2. С помощью использования ГК-С установлены взаимосвязи содержания ОВ с концентрациями тория, урана и ГК в отложениях доманиковой формации. Алгоритм расчетов позволяет вести оценки ТОС, или С<sub>орг</sub>, с абсолютной погрешностью 1,6 %.

3. Выявление в доманикитах интервалов с высокими значениями С<sub>орг</sub> позволяет, путем корреляции разрезов скважин, уточнять их стратификацию.

#### Список литературы

- *Баженова Т.К.* Смешанные породы, содержащие некарбонатный углерод. Систематика и классификация осадочных пород и их аналогов. – СПб.: Недра, 1998. – С. 265–269.
- Passey Q.R., Creaney S., Kulla J.B. et al. (1990). A Practical Model for Organic Richness from Porosity and Resistivity Logs. The AAPG Bulletin 74 (17), pp. 1777–1794.
- Issler D.R., Hu K., Bloch J.D., Katsube T.J. (2002). Organic carbon content determined from well logs: examples from Cretaceous sediments of Western Canada. Geological Survey of Canada. Open-File 4362.

## The Upper Serpukhovian – Lower Bashkirian deposits in the Pacha-Shor Section (Northern Urals, Ilych River): lithology, biostratigraphy and chemostratigraphy

Evgeny S. Ponomarenko<sup>1</sup>, Rimma M. Ivanova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Institute of Geology, Komi Science center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia; esponomarenko@geo.komisc.ru <sup>2</sup>Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia

## Верхнесерпуховско-нижнебашкирские отложения в разрезе Пача-Шор (Северный Урал, река Илыч): литология, био- и хемостратиграфия

Пономаренко E.C.<sup>1</sup>, Иванова Р.М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт геологии имени академика Н.П. Юшкина Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия; esponomarenko@geo.komisc.ru

<sup>2</sup>Институт геологии и геофизики им. акад. А.Н. Заварицкого УрО РАН, Екатеринбург, Россия

В районе устья сухого ручья Пача-Шор на реке Илыч обнажается разрез от протвинского горизонта серпуховского яруса до аскынбашского горизонта башкирского яруса. Особый интерес вызывает тот факт, что здесь находится непрерывная последовательность, характеризующая границу двух отделов каменноугольной системы в биогермных фациях. Целью этой работы является рассмотрение взаимосвязи литологических, био- и хемостратиграфических критериев расчленения этих отложений.

### Биостратиграфия

По фораминиферам выделяются протвинский и староуткинский горизонты серпуховского яруса, а также богдановский, сюранский, акавасский и аскынбашский горизонты башкирского яруса (Пономаренко, Иванова, 2017). Протвинский горизонт (25.8 м; слои 1-7) выделяется условно по положению ниже фаунистически охарактеризованного староуткинского горизонта. Ассоциация псевдогломоспир, толипаммин, брэдиин и глобивальвулин не противоречит этому возрасту (Пономаренко, Иванова, 2017). Староуткинский горизонт (12.5 м; слои 7–10) установлен по многочисленным Tolypammina, псевдогломоспирам, нескольким представителям родов Globivalvulina, Bradyina (в первую очередь B. cribrostomata), а главное – по плектоштаффеллам Plectostaffella varvariensis Brazhn. et Pot. Богдановский горизонт (10.5 м; слои 11–16) характеризуется комплексом фораминифер, среди которых имеются представители вида-индекса Plectostaffella ex gr. bogdanovkensis Reitl. N P. bogdanovkensis Reitl., a также P. varvariensiformis tenuissima N Millerella umbilicata, чье появление связано с началом башкирского века (Иванова, 2008). Сюранский горизонт (2.0 м; слой 17) выделяется по появлению зонального вида фораминифер Semistaffella variabilis Reitl. Выше находится не обнаженный интервал (сл. 18), соответствующий примерно 25 м по мощности. Акавасский горизонт (5.3 м; слои 19-22) характеризуется широким разнообразием фораминифер с зональными видами Pseudostaffella cf. antiqua (Dutk.) и Ps. grandis Schlyk. Аскынбашский горизонт (3.7 м; слои 23-25) охарактеризован фауной фораминифер с Ps. praegorskyi Raus.

### Литология

В изученном разрезе выделяется два комплекса пород. <u>Протвинско-сюранский</u> комплекс представляет собой биогермное образование. В его строении выделяется зона непосредственно самой постройки, сложенной линзовидно чередующимися биогермными пятнистыми брахиоподово-микробиальными известняками и неявнослоистыми органогенными песчаниками массивного сложения. Зона фланкирующих слоев представлена толщей массивных светло-серых биокластовых брахиоподовых известняков и цементолитов; в северной части комплекса большую роль играют сгустковые известняки. <u>Акавасско-аскынбашский комплекс</u> сложен серыми плитчатыми биокластовыми и биоморфными водорослевыми известняками мелкого открытого моря.

### Изотопы углерода и кислорода

Изотопный анализ проводился на базе ЦКП «Геонаука» ИГ Коми НЦ УрО РАН, на аналитическом комплексе "Flash EA", соединенном с масс-спектрометром "Delta V Advantage" (аналитик И.В. Смолева). Значения приведены в промилле:  $\delta^{13}$ С относительно стандарта PDB, δ<sup>18</sup>O – SMOW. Все изученные значения (22 образца) падают в пределах  $\delta^{13}$ C = 0.35–2.71 ‰,  $\delta^{18}$ O = 25.77–28.28 ‰. В их распределении можно выделить два общих тренда. Тренд 1 (протвинско-сюранский) характеризуется постепенным, практически линейным, облегчением изотопного состава углерода от 2.00-2.10 ‰ в нижней части разреза до 0.35–0.5 ‰ в верхнебогдановско-сюранском интервале. Отмечаются лишь незначительные колебания (в пределах 1.12-1.53 ‰) в нижнебогдановском интервале, непосредственно выше границы нижнего и среднего отделов каменноугольной системы. Кривая б<sup>18</sup>О также, в целом, показывает тренд к облегчению (от 28.28-26.15 ‰), но с большими вариациями. Так, например, в нижней части богдановского горизонта б<sup>18</sup>О утяжеляется до 27.46–27.56 ‰ на характерном для этого интервала фоне в пределах 26.27-26.72 ‰. Тренд 2 (акавасско-аскынбашский) характеризуется резким утяжелением изотопного состава углерода в нижней его части ( $\delta^{13}$ C = 2.71 ‰) и его, в целом, постепенным облегчением до 1.36 ‰, с редкими пиками до  $\delta^{13}$ С = 1.3 ‰. Кривая изотопного состава кислорода имеет более сложную конфигурацию и варьируется в пределах 25.77-27.97 ‰.

Работа выполнена в рамках темы № АААА-А17-117121270034-3 ИГ Коми НЦ УрО РАН, № АААА-А18-118052590025-8 государственного задания ИГГ УрО РАН, при частичной финансовой поддержке Программы фундаментальных исследований УрО РАН, проект № 18-5-5-31, и Комплексной программы фундаментальных исследований УрО РАН № АААА-А18-118052590031-9.

#### Список литературы

Иванова Р.М. Фузулиниды и водоросли среднего карбона Урала (зональная стратиграфия, палеобиогеография, палеонтология). – Екатеринбург: УрО РАН, 2008. – 204 с.

Пономаренко Е.С. Иванова Р.М. Литология и стратиграфия верхнесерпуховсконижнебашкирских отложений в разрезе Пача-Шор (река Илыч, Северный Урал) // Вестник Института геологии Коми НЦ УрО РАН. – 2017. – Вып. 7. – С. 28–37.

## The relationship between the rate of microbial processes and the methane content in the bottom sediments of the Sea of Japan

Anna L. Ponomareva<sup>1</sup>, Alena I. Eskova<sup>2</sup>, Renat B. Shakirov<sup>1</sup>, Anatoly I. Obzhirov<sup>1</sup> <sup>1</sup>V.I.II`ichev Pacific Oceanological Institute, Vladivostok, Russia <sup>2</sup>Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia; alena-esya@mail.ru

Marine sediments are generally characterized by the absence of oxygen and so microbial processes will be dominated by the activity of anaerobic bacteria. Carbon turn over in the presence of electron acceptors therefore involves interaction of the carbon, nitrogen and sulphur cycles (Case et al., 2017, Paul et al., 2017). Investigation of the methane turnover microbial processes, occurring in bottom sediments, is the major issue concerning microbial biogeochemistry in the seas (Savvichev, 2008).

The aim of this study was to study correlation between rate of denitrification, sulfate reduction, destruction of  $C_{org}$ , methanotrophy processes and methane content in the bottom sediments of the Sea of Japan.

### Material and methods

The study area covered from  $43^{\circ}30^{\prime} - 46^{\circ}30^{\prime}N$ , and stretched from coast off Primorye in the west to the border of the economic zone Russia in the east. The area subdivided on Southern, located within the north of Central (Japan) Basin; the Northern covers the southern part of the Tatar Trough aboard the Laperuz Strait.

Denitrification measurements were the inhibition acetylene method (Castellano-Hinojosa et al., 2017). Sulfate reduction and destruction of  $C_{org}$  was determined by in the titromitric way. Sulfate reduction and destruction of  $C_{org}$  was determined the titromitric way (Santegoeds et al., 1998). Detecting microbial methane production and consumption was gas chromatography (Aldridge et al., 2016). Growth experiments with bacteria were conducted using metabolic inhibitors. Methane content in the bottom sediments fixed up to 13% vol. All statistical analyses were performed with R ver. 3.1.0 software (R Core Team). We used the corrplot 0.84 package.

### Results

At the southern polygon, the concentration of methane in bottom sediments is negatively related to the depth of sampling. Also in this area there is a weak positive correlation of methane with the rate of sulfate reduction. The remaining microbial processes are relatively independent of each other, which may indicate that methane is not the leading C source in the biogeochemical cycles of the area.

At the northern polygon, the change in methane concentration had a stronger effect on microbial processes. The closest connection in this area of research was observed between the growth of bacterioplanctone in bottom sediments and the balance between the processes of methanotrophy and metagenesis. An increase in methane concentration in bottom sediments is combined with high rates of organic matter destruction and suppression of sulfate reduction. As the sampling depth increases, the denitrification rate increases, and a weak negative relationship is observed with the growth of bacteria. In the bottom sediments of the northern landfill, the destruction Corg and sulphate reduction are in insignificant competition relative to each other. Thus, we can conclude that in the northern polygon methane is an integral part of the biogeochemical cycle and has a significant impact on microbial ecosystems.



Fig. 1. Surveyed area (A) and correlation coefficients (B) between 1 – sampling depth (m), 7 – methane content in the bottom sediments (nM/kg) and microbial processes (2 – denitrification rate (mgNO<sub>3</sub><sup>-</sup>/h), 3 – sulphate reduction rate (mg S<sup>-</sup>/h), 4 – C<sub>org</sub> destruction rate (mg O<sub>2</sub> / (I×day)), 5 – balance between methanotrophy and metagenesis (nM/(I×day)), 6 – gross growth rate of bacteria (h<sup>-1</sup>))

The paper presents the primary results of complex microbial and gasgeochemical studies in the north of Sea of Japan, in the 81-st cruise of the R/V "Akademik M.A.Lavrentiev".

#### References

- Aldridge J.T., Catlett J.L., Smith M.L., Buan N.R. (2016). Methods for detecting microbial methane production and consumption by gas chromatography. Bio Protoc. 6(7), e1779.
- Case D.H., Ijiri A., Morono Y., Tavormina P., Orphan V.J., Inagaki F. (2017): Aerobic and anaerobic methanotrophic communities associated with methane hydrates exposed on the seafloor: a high-pressure sampling and stable isotope-incubation experiment. Front Microbiol. 8:2569. doi:10.3389/fmicb.2017.02569.
- Castellano-Hinojosa A., Correa-Galeote D., Carrillo P., Bedmar E.J., Medina-Sánchez J.M. (2017). Denitrification and biodiversity of denitrifiers in a high-mountain Mediterranean Lake. Front Microbiol. 01911.
- Paul B.G., Ding H., Bagby S.C., Kellermann M. Y., Redmond M. C., Andersen G. L., Valentine D. L. (2017). Methane-oxidizing bacteria shunt carbon to microbial mats at a marine hydrocarbon seep. Front Microbiol. 8, p.186. doi:10.3389/fmicb.2017.00186.
- Savvichev A.S., Rusanov I.I., Zakharova E.E., Veslopolova E.F., Mitskevich I.N., Kravchishina M.D., Lein A.Yu., Ivanov M.V. (2008). Microbial processes of the carbon and sulfur cycles in the white sea microbiology 77 (6), pp. 734–750.
- Santegoeds C.M., Ferdelman T.G., Muyzer G., de Beer D. (1998) Structural and functional dynamics of sulfate-reducing populations in bacterial biofilms. Appl Environ Microbiol. 64(10), pp. 3731–3739.
- R Core Team. R (2014). A language and environment for statistical computing. Available from: http://www.r-project.org/.
- Weisse T. (1989) The microbial loop in the Red Sea: dynamics of pelagic bacteria and heterotrophic nanoflagellates. Mar. Ecol. Prog. Ser. 55, pp. 241–250.

## Classification of recent and fossil (late Permian) Conchostraca using Fourier shape analysis

Pavel A. Prosuzhikh<sup>1,2</sup>, Veronika V. Zharinova<sup>1</sup>, Frank Scholze<sup>3</sup> Joerg W. Schneider<sup>1,2</sup>, Vladimir V. Silantiev<sup>1</sup>, Elvira F. Sabirova<sup>1,2</sup>, Ilja Kogan<sup>1,2</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia; PaAProsuzhih@stud.kpfu.ru <sup>2</sup>TU Bergakademie Freiberg, Freiberg, Germany <sup>3</sup>Hessisches Landesmuseum Darmstadt, Darmstadt, Germany

Conchostraca is a group of invertebrates promising for the high-resolution biostratigraphy of continental sediments. Several methods of species determination based on the variation of biometric parameters as well as using the microsculptural ornament have been proposed (Molin, Novojilov, 1965; Stoyan et al., 1994; Chunikhin, 2009; Scholze & Schneider, 2015).

The variety of methodologies often hampers reliable species determination. Measurements of the same biometric parameters may deviate due to the different authors and instruments applied. In order to minimize the "human factor", the Fourier shape analysis (eigenshape analysis), a tool for morphometric investigation of two-dimensional geometric shapes, can be used. Previous authors already applied Fourier shape analysis to the shape of conchostracan carapaces, focusing on the detection of intraspecific sexual dimorphism (Astrop et al., 2012; Hethke et al., 2017a) as well as on the discrimination of conchostracan species (Hethke et al., 2017b; Morton et al., 2017).



Fig. 1. Modern and fossil conchostracans of the present study: A) Middle Permian to late Permian *Pseudestheria* from the Monastery Ravine section (55°01'40.3"N; 48°53'05.1"E), Volga-Kama Region, European Russia; B) Late Permian *Pseudestheria* from the Babiy Kamen' section (54°23'04.7"N, 87°32'06.3"E), Kuznetsk Basin, West Siberia; C) A modern, taxonomically undetermined species from a mass-occurrence in the Azraq playa in Jordan

In this study, we investigated conchostracans from three localities: 50 specimens from the Monastery Ravine section (European Russia, Urzhumian and Severodvinian regional stages, middle–late Permian) (Fig. 1A); 50 specimens from the Babiy Kamen' section (West Siberia, Kuznetsk Basin, lower member of Maltsevo Fm., late Permian) (Fig. 1B); and 57 recent individuals from the Azraq playa (Jordan) (Fig. 1C).

For determining species- or genus-level differences in the material studied, covariance matrices for the principal components 1 and 2 of the eigenshape analysis have been calculated. The PC1 and PC2 covariance matrices describe 37.5% and 15.7%, respectively, of the total dispersion (Fig. 2).

Two distinct clusters can clearly be seen on the PC1 plot. Positive values characterize conchostracan specimens from the Azraq playa. This group clusters densely near the x axis. The carapace variation can be traced along the y axis: negative values correspond to ovoid shapes of carapace valves, positive values to roundish ones. Negative values of the PC1 plot correspond to the fossil specimens from the Monastery Ravine and the Babiy Kamen' sections. This material belongs to the genus *Pseudestheria* Raymond, 1946, thus the morphometric parameters of the carapaces are similar, which caused some overlap near the x axis. Furthermore, during digitization of palaeontological samples, parts of the carapace sometimes need to be reconstructed, which also may have led to the overlap as described by other working groups (i.e., Morton et al., 2017).

Considering values of the PC2 plot, negative values belong to specimens from the Babiy Kamen' section, which have carapaces of ovoid shape. Positive values correspond to carapaces of roundish shape from the Monastery Ravine section. It must be noted that specimens with a salient (supramarginal), convex umbo correspond to negative values on the plot and those with a weakly convex umbo correspond to positive values, which reflects the interspecific variability between conchostracans from the Monastery Ravine and the Babiy Kamen' sections.



Fig. 2. Results of the Fourier shape analysis. The resulting clustering is based on the shape of the outlines of each investigated conchostracan valve

#### References

- Astrop T.I., Park L.E., Brown B. et al. (2012). Sexual discrimination at work: spinicaudatan 'clam shrimp' (Crustacea: Branchiopoda) as a model organism for the study of sexual system evolution. Palaeontologia Electronica 15, pp. 1–15.
- Chunikhin S.A. (2009). Konkhostraki permi i triasa Zapadnoy Sibiri. Dissertatsiya na soiskanie uchonoy stepeni kandidata geologo-mineralogicheskikh nauk, Tomsk, 151 p.
- Hethke M., Fürsich F.T., Schneider S. et al. (2017a). Sex determination of the Early Cretaceous clam shrimp *Eosestheria middendorfii* (Yixian Formation, China). Lethaia 50, pp. 105–121.
- Hethke M., Fürsich F.T., Morton J.M. et al. (2017b). Analysis of morphological variability in the Clam Shrimp *Eosestheria middendorfii* (Crustacea, Spinicaudata) from the Lover Cretaceous of China, and its implications for Spinicaudatan taxonomy. Palaeontology, pp. 1–33.
- Molin V.A., Novojilov N. I. (1965). Dvustvorchatye listonogie permi i triasa severa SSSR. Nauka, 116.
- Morton J.D., Whiteside D.I., Hethke M. et al. (2017). Biostratigraphy and geometric morphometrics of conchostracans (Crustacea, Branchiopoda) from the Late Triassic fissure deposits of Cromhall Quarry, UK. Palaeontology 60, pp. 349–374.
- Scholze F., Schneider J.W. (2015) Improved methodology of 'conchostracan' (Crustacea: Branchiopoda) classification for biostratigraphy. Newsletters on Stratigraphy 48/3, pp. 287–298.
- Stoyan D., Frenz M., Goretzki M., Schneider J.W. (1994). Tests zur formstatischen Klassifikation von Conchostraken (Crustacea, Branchiopoda) mittels Prokrustesanalyse. Freiberger Forschungshefte C452, pp.153–162.

## Measurements from drawings or photographs – developing an integrated approach for conchostracan classification

Pavel A. Prosuzhikh<sup>1,2</sup>, Veronika V. Zharinova<sup>1</sup>, Frank Scholze<sup>3</sup>, Joerg W. Schneider<sup>1,2</sup>, Vladimir V. Silantiev<sup>1</sup>, Elvira F. Sabirova<sup>1,2</sup>, Ilja Kogan<sup>1,2</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia; PaAProsuzhih@stud.kpfu.ru <sup>2</sup>TU Bergakademie Freiberg, Freiberg, Germany <sup>3</sup>Hessisches Landesmuseum Darmstadt, Darmstadt, Germany

The method of conchostracan classification developed by Goretzki (2003) and improved by Scholze and Schneider (2015) is based on a set of quantitative and semiquantitative criteria derived from morphometric measurements of conchostracan carapaces. This method involves drawings made using a stereomicroscope with mirror tube (camera lucida) attached. This method is labour-intensive and time-consuming. This study was aimed to test the possibility of deriving the same parameters from digital photographs.

Conchostracans from two localities formed the study material. The Monastery Ravine section is located on the right bank of the Volga River near the town of Tetyushi (East European Platform). The section exposes sediments of the Urzhumian and Severodvinian regional stages (Middle–Late Permian). The Babiy Kamen' section is located on the right bank of the Tom' river (Kuznetsk basin, West Siberia) and comprises deposits of Late Permian and Early Triassic.

For statistical analysis of four arrays of data, the official licensed program STATISTI-CA v12 has been used. Data arrays were the collections of biometric parameters of conchostracan carapaces, which included quantitative and semi-quantitative characters. The quantitative parameters are (Fig. 1): length (L), height (H), length of the dorsal margin (I), height of the larval valve (h), valve shape (H/L), length of the dorsal margin (I/L), and size of the larval valve (h/H). Semiquantitative parameters comprise the coefficients of the maximal curvature at the dorsal margin (e/l), at the anterior margin (a/b) and at the posterior margin (c/d) (Scholze, Schneider, 2015).



Fig.1. Measurements parameters for a conchostracan valve in lateral view (Scholze, Schneider, 2015)

To detect correlation among arrays of data, normality tests need to be conducted for each parameter. If the distribution deviates from normal, the nonparametric Spearman's rank correlation coefficient ( $r_s$ ) is applied; for normal distribution, the Pearson's linear correlation

coefficient (r<sub>p</sub>) was used. Normal distribution was tested with Shapiro-Wilk and Kolmogorov-Smirnov tests (Grzybowski et al., 2017).

The Gaussian curve of normal distribution has the characteristic bell shape, which allows to detect the characteristic valve shape for each species. *Pseudestheria novacastrensis* (Mitchell, 1927) is characterized by an ovoid valve shape with a long dorsal margin, while the valve of *Pseudestheria exigua* (Eichwald, 1860) is roundish with a long dorsal margin.

Valve parameters taken from drawing and photograph measurements have a moderate or high correlation. A high correlation of H, L, I, h, d and H/L occurs in both species. In *Pseudestheria exigua* (Eichwald, 1860), a high correlation of h/H is noted. The parameters H, L, I and h are stationary. Their detection and measurement is nearly always unchanged and does not depend on the accuracy of the drawing or the quality of the photograph.

Most taxonomically relevant parameters for classification and species determination are the H/L and I/L coefficients (Scholze & Schneider, 2015). The H/L parameters shows a strong correlation although it is somewhat lowered due to error. The I/L parameter shows moderate correlation, although I and L exhibit high correlation. This may perhaps be explained by the fact that when I/L is determined by division of the highly correlative I through L the measurement error increases, leading to a decrease in correlation.

The h/H parameter of *Pseudestheria exigua* (Eichwald, 1860) shows a high correlation due to the high correlation coefficients of the h and H parameters.

The valve curvature parameters a, b, c, d, e and their derivatives, the semiquantitative parameters a/b, c/d, e/l exhibit moderate correlation, with the exception of the parameter d. The measurement of these parameters depends on the frame construction. Minimal translations of the frame position lead to considerable changes of these parameters (Scholze, Schneider, 2015). The value of the e parameter is often very low. Therefore, even small measurement errors (1–2 mm) cause large inaccuracies when converted to scale units.

The measurement accuracy of the main valve parameters H, L, I and h from photographs is high, but the potential of this approach is somewhat limited. This method can be applied to well-preserved material. Using a microscope with camera lucida, lost parts of a conchostracan valve can be reconstructed rather reliably, but this is more difficult when working with photographs, which leads to inaccurate measurements. Problems also occur when determining the edges of the dorsal margin from low-quality photographs. Thus, the measurement error increases.

The main advantage of a photograph-based approach is the rapidity of measurements. In summary, the best procedure is measuring selected specimens from a collection using a micro-scope with camera lucida, and photograph-based measuring of the remaining material.

#### References

- Goretzki J. (2003). Biostratigraphy of Conchostracans: A key for the interregional correlations of the continental Palaeozoic and Mesozoic—Computer-aided pattern analysis and shape statistics to classify groups being poor in characteristics. Ph.D. thesis, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Freiberg; 243 pp., 64 pls.
- Grzybowski A.M., Ivanov S.V., Gorbatova M.A. (2017) Correlation analysis of data using software STATISTICA and SPSS software. Methodology of scientific research. Science and Health 1, pp. 7–36.

Scholze F., Schneider J. W. (2015). Improved Methodology of conchostracan (Crustacea: Branchiopoda) Classification for Biostratigraphy. Newsletters on Stratigraphy 48 (3), pp. 287–298.

## The palynostratigraphy of the alluvial formation of the Barguzin River valley

Sergey V. Rasskazov<sup>1</sup>, Tamara F. Tregub<sup>2</sup>, Maksim A. Volkov<sup>2</sup> <sup>1</sup>Irkutsk State University, Irkutsk, Russia; rassk@crust.irk.ru <sup>2</sup>Voronezh State University, Voronezh, Russia

## Палиностратиграфия отложений аллювиальной формации долины реки Баргузин

Рассказов С.В.<sup>1</sup>, Трегуб Т.Ф.<sup>2</sup>, Волков М.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Иркутский Государственный Университет, Иркутск, Россия; rassk@crust.irk.ru <sup>2</sup>Воронежский Государственный Университет, Воронеж, Россия

В связи с проблемой стратиграфического расчленения отложений аллювиальной формации в области Байкальской рифтовой зоны, в низовье реки Баргузин, была пробурена скважина. Изучение состава палинокомплексов из разреза (скважина 545) позволило выделить на спорово-пыльцевой диаграмме четыре палинозоны и обосновать возраст накопления отложений (рис. 1).



в долине реки Баргузин (Т.Ф. Трегуб, 2018)

Палинозона I включает пробы, взятые с глубин 188,5 и 181,5 м. Главным признаком выделения зоны является наличие в составе голосеменных пыльцы рода *Podocarpus,* а среди покрытосеменных – рода *Comptonia*. Пыльца родов *Cedrus* и Sterculia вероятнее всего присутствовала в составе спектров уже в качестве реликтов. Пыльца данных родов исчезает на границе позднего олигоцена и раннего миоцена. На основании вышеизложенного отложения палинозоны I можно рассматривать как отвечающие последнему этапу олигоцена.

Палинозона II включает пробы, взятые с глубин 167, 154 и 141,5 м. Состав пыльцы покрытосеменных и его вариации позволил выделить в данной зоне две подзоны – а и b. В целом для палинозоны характерно возрастание доли участия в составе спектров пыльцы теплолюбивых пород (*Magnolia, Engelgardtia, Carya, Pterocarya, Juglans, Quercus, Fagus, Ulmaceae, Momipites, Myrica, Carpinus*). В составе голосеменных появляется пыльца рода *Larix* и пыльца семейства *Taxodiaceae*. Состав выделенных палинофлор позволяет рассматривать возраст отложений в интервале 180–134,5 м в объеме раннего миоцена. Подзона а выделяется на основе максимального содержания пыльцы *Taxux* родов как *Carya, Pterocarya, Juglans, Myrica, Carpinus*, а так же появления пыльцы *Momipites* и исчезновения пыльцы *Comptonia* в составе палиноспектров. Кроме этого, в этой подзоне отмечены зерна реликтов *Liquidambar, Moraceae, Ilex*, которые выше по разрезу не зафиксированы. Подзона **b** фиксирует появление пыльцы Taxodiaceae, *Quercus и Magnolia*. Отмечается возрастание количества пыльцы *Picea* sect. *Eupicea* и *Pinus* s/g *Diploxylon*.

Палинозона III объединяет пробы, взятые с глубин 125,0, 117,5 и 100,8 м. Зона характеризуетя доминированием пыльцы голосеменных, но в отличие от первых двух палинозон, здесь количество пыльцы *Podocarpus, Tsuga, Keteleeria* заметно уменьшается и они исчезают в конце зоны. Главным показателем является пик пыльцы родов *Fagus и Quercus*, которые характеризуют теплый и довольно сухой климат. Травянистые представлены разнотравьем достигая максимума своего развития. В составе спор отмечается максимум представителей семейств Polipodiaceae и Osmundaceae, но к концу зоны их ареал сокращается вплоть до полного исчезновения. Вышеописанный состав палиноспектров хорошо коррелируется со спектрами стратотипических разрезов, как Западной Сибири, так и Восточно-Азиатского региона и характерен для начальных фаз среднего миоцена.

В палинозоне III на основе изменения состава палиноспектров выделены две подзоны **v** и **g**. Подзона **v** выделяется на основании максимальной доли пыльцы *Quercus* и *Fagus*. Так же увеличивается количество пыльцы мелколиственных древесных пород (*Alnus* и *Betulaepollenites*). Снижаются значения пыльцы голосеменных пород, а именно *Pinus*. Подзона **g** выделяется условно на основе резкой деградации группы покрытосеменных растений с постепенным выпадением из состава практически всех теплолюбивых элементов. Количество пыльцы голосеменных возрастает в начале подзоны, с последующим уменьшением, до полного исчезновения *Podocarpus*, *Tsuga*, *Keteleeria*. Возможно, данный этап отразил заключительные фазы миоцена.

Палинозона IV выделена условно на глубине 45,6 м. Она характеризуется резким сокращением роли теплолюбивых элементов. Пыльца покрытосеменных представлена минимальным количеством. В виде единичных зерен отмечены *Mirica*, Ulmacea, *Fagus*, *Carya*, *Magnolia*. Подобный состав палинокомплексов описан для позднего миоцена-раннего плиоцена.

## Late Moscovian and Kasimovian calcareous algae from "Malaya Pokayama" section (Volonga River, North Timan)

Svetlana T. Remizova Herzen University, St. Petersburg, Russia; stremizova@yandex.ru

### Позднемосковские и касимовские известковые водоросли в разрезе «Малая Покаяма» (река Волонга, Северный Тиман)

Ремизова С.Т.

Российский государственный педагогический университет им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург, Россия; stremizova@yandex.ru

Разрез карбона «Малая Покаяма» на реке Волонге является опорным для Северного Тимана. Верхнемосковские и касимовские карбонатные отложения представлены переслаиванием детритовых, органогенно-обломочных, водорослевых известняков и вторичных доломитов. Территория Тимана в каменноугольное время представляла собой часть мелководного эпиконтинентального моря с богатыми и разнообразными сообществами организмов. Наиболее детально изучены и монографически описаны брахиоподы и фораминиферы (Лебедева, 1966; Гроздилова, 1966; Бархатова, 1970; Ремизова, 2004). Известковые водоросли в разрезах Северного Тимана, несмотря на их широкое распространение и значительную роль в палеосообществах, до сих пор остаются слабо изученными.

Анализ распределения водорослей в разрезе проведен в соответствии с биозональными подразделениями по фораминиферам (Ремизова, 2004). В отложениях, соответствующих фораминиферовой зоне Beedeina elegans, доминирующими среди альгофлоры являются представители зелёных водорослей семейства Beresellaceae (*Beresella polyramosa* Kulik). Встречаются также скопления пластинчатых зеленых водорослей *Eugonophyllum johnsoni* Konishi et Wray и единичные экземпляры дазикладовых *Antracoporella*.

В конце московского века (зона Praeobsoletes burkemensis) в морском бассейне на территории Северного Тимана широкое распространение получили органогенные водорослевые постройки (биогермы и биостромы). Каркасостроителями являлись пластинчатые водоросли *Eugonophyllum*. Существенную роль в формировании органогенных построек играли ветвистые зеленые водоросли *Beresella* и *Dvinella*, образующие их основания. В это время отмечается существенное повышение биоразнообразия водорослевых сообществ. Увеличивается количество представителей зеленых водорослей (*Antracoporella*, *Uraloporella*), а также, впервые в разрезе появились красные водоросли *Ungdarella uralica* Maslov. Вершины органогенных построек обычно заселялись какркасообразующими водорослями *Microcodium*, указывающими на крайне мелководные условия.

В начале касимовского века (зона Protriticites pseudomontiparus – Obsoletes obsoletus) ассоциация альгофлоры изменилась незначительно. Преобладали березеллиды (*Dvinella, Beresella*) с сопутствующими унгдареллидами.

Начиная с зоны Montiparus montiparus, отмечается качественная перестройка водорослевых сообществ. На фоне продолжающих встречаться березеллид доминирующую роль в сообществах приобретают красные водоросли Ungdarella, Komia, Eoflugelia, Parachaetetes.

В нижней части зоны Rauserites quasiarcticus водорослевое сообщество вновь представлено березеллидами (*Beresella*, *Dvinella*). Однако в самом конце касимовского века на смену им приходят синезеленые *Tubiphytes*, что свидетельствует об изменении экологической обстановки.

Палеогеографическое положение Северного Тимана в познемосковское и касимовское время определило некоторые отличия в составе альгофлоры по сравнению с уральскими разрезами. Своеобразным репером для границы московского и касимовского ярусов на Урале является практически полное исчезновение березеллид в конце московского века и появление *Tubiphytes* в начале касимовского века (Иванова, 2013). Тогда как в разрезах Северного Тимана березеллиды продолжали играть существенную роль в водорослевых сообществах на протяжении всего касимовского века, особенно в его начале. Род *Tubiphytes* в акватории Северного Тимана появился в самом конце касимовского века.

Позднемосковская и касимовская альгофлора Северного Тимана имеет наибольшее сходство с флорой выделенной Б. Мамэ Арктической биогеографической провинции (Mamet, 1992; Mamet, Stemmerik, 2000).

#### Список литературы

- Бархатова В.П. Биостратиграфия карбона и нижней перми Северного Тимана // Труды ВНИГРИ. Вып. 283. Л.: Недра, 1970. 272 с.
- *Гроздилова Л.П.* Фораминиферы верхнего карбона Северного Тимана // Труды ВНИГРИ. Вып. 250. Л.: Недра, 1966. С. 254–362.
- Иванова Р.М. Известковые водоросли карбона Урала. Екатеринбург: РИО УрО РАН, 2013. 244 с.
- *Лебедева Н.С.* Фораминиферы среднего карбона Северного Тимана // Труды ВНИГРИ. Вып. 250. Л.: Недра, 1966. С. 176–253.
- *Ремизова С.Т.* Фузулиноиды Тимана: эволюция, биостратиграфия и палеобиогеография. Екатеринбург: Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, 2004. 217 с.
- Mamet B. (1992). Paleogeographie des algues calcaires marines carboniferes. Canad. J. Earth Sci. 29 (1), pp. 174–194.
- Mamet B.L. and Stemmerik L. (2000). Carboniferous algal microflora, Kap Jungersen and Foldedal Formations, Holm Land and Amdrup Land, eastern North Greenland. Geology of Greenland Survey Bulletin 187, pp. 79–101.

## Geology and geochemistry of the oil and gas-bearing Upper Paleozoic complex of the Labaganskoye Field (Arctic zone of the Timan-Pechora Province)

Nadezhda N. Ryabinkina, Olga V. Valyaeva Institute of Geology, Komi Science Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia; nnryabinkina@gmail.com

## Геология и геохимия нефтегазоносного верхнепалеозойского комплекса Лабаганского месторождения (Арктическая зона Тимано-Печорской провинции)

Рябинкина Н.Н., Валяева О.В.

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия; nnryabinkina@gmail.com

Лабаганское нефтяное месторождение территориально приурочено к валу Сорокина Варандей-Адзьвинского нефтегазоносного района Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции (ТПП) и находится в Арктической зоне России. Изучение открытых и эксплуатируемых месторождений севера ТПП и их промысловых характеристик весьма актуально для дальнейших работ и выявления новых залежей и месторождений в Арктическом секторе России. К настоящему времени на месторождении открыто 15 залежей нефти (Клещев, Шеин, 2010). В работе приведены данные только по залежи в карбонатных отложениях артинского яруса.

Мощность продуктивного горизонта меняется от 26 до 57 м (Рябинкина, Валяева, 2018). Общая мощность нерасчлененного артинско-сакмаро-ассельского интервала в пределах площади меняется от 167 до 202 м.

Артинская залежь нефти, приуроченная к карбонатным коллекторам порового и порово-трещинного типа, содержит вязкую тяжелую нефть (0.941 г/см<sup>3</sup>), средняя пористость коллекторов составляет 22 %, коэффициент извлечения – 45 %. Свойства нефти изучены по устьевой пробе скважины. Выход углеводородной фракции нефтей колеблется от 11.79 до 16.45 %. На газожидкостных хроматограммах нефтей наблюдается большой «горб» и отсутствие пиков н-алканов и изопренанов, что характерно для биодеградированных нефтей (рис. 1).

Методом хромато-масс-спектрометрии во всех изученных нефтях установлено присутствие стерановых и терпановых углеводородов. Распределение стеранов состава C<sub>27</sub>:C<sub>28</sub>:C<sub>29</sub> практически идентично. Во всех нефтях наблюдается небольшое преобладание этилхолестана (C<sub>29</sub>, 48 %). Содержание холестана (C<sub>27</sub>) – 21–23 %.

Тритерпановые углеводороды представлены гопанами – от Г<sub>27</sub> до Г<sub>35</sub>. Распределение \_\_\_\_\_\_ гопанов состава С<sub>31</sub>–С<sub>35</sub>, так называемый гомогопановый индекс (С<sub>35</sub>/С<sub>31</sub>+С<sub>35</sub>), используется геологами-нефтяниками в качестве индикатора обстановок накопления исходного ОВ. Низкие значения данного показателя (0.14–0.15) указывают на существование восстановительных условий осадконакопления исходного ОВ в раннем диагенезе. Для определения степени зрелости ОВ и нефтей часто используются показатели, рассчитанные по стеранам и гопанам. Основываясь на полученных значениях данных коэффициентов можно сказать, что зрелость нефтей соответствует началу «нефтяного окна». Однако для уточнения данных о генезисе нефтей необходимо проведение дополнительных исследований, таких, как термолиз асфальтенов.



Рис. 1. Типичные хроматограммы нефтей из отложений перми

Исследования выполнены в рамках программы НИР «Геология, условия формирования и нефтегазоносность осадочных комплексов северо-востока Европейской части России, органическая геохимия нефтей и доманикитов», ГР № АААА-А17-117121270033-6.

### Список литературы

- Клещев К.А., Шеин В.С. Нефтяные и газовые месторождения России: справочник: в 2 кн. М.: ВНИГНИ, 2010. Кн. 1: Европейская часть России. 832 с.
- *Чермых В.А., Михайлова З.П.* Новые данные по стратиграфии карбона Лабаганской площади // Фанерозой Европейского Севера России // Труды Инситута геологии Коми научного центра УрО РАН. – 1992. – Вып. 75. – С. 48–54.
- Рябинкина Н.Н., Валяева О.В. Геология и геохимия нефтей Лабаганского нефтяного месторождения (Тимано-Печорская провинция) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2018. – Т. 13. – № 4. – URL: http://www.ngtp.ru/rub/1/36\_2018.pdf. DOI: https://doi.org/10.17353/2070-5379/36\_2018/

## Carapace microsculpture of conchostracans from the Permian and Triassic sections of Eastern Europe and Western Siberia

Elvira F. Sabirova<sup>1,2</sup>, Veronika V. Zharinova<sup>1</sup>, Frank Scholze<sup>3</sup>, Joerg W. Schneider<sup>1,2</sup>,

Vladimir V. Silantiev<sup>1</sup>, Pavel P. Prosuzhikh<sup>1,2</sup>, Ilja Kogan<sup>1,2</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia; EIFSabirova@stud.kpfu.ru <sup>2</sup>TU Bergakademie Freiberg, Freiberg, Germany <sup>3</sup>Hessisches Landesmuseum Darmstadt, Darmstadt, Germany

Microsculptural ornamentation is one of the morphological features used for the taxonomic definition of conchostracan species (e.g., Novojilov, 1960; Orlova, Sadovnikov, 2006; Li, 2017). Therefore, assessing the interrelationship of microsculpture and taxonomy will enable more precise species determinations.

We studied conchostracans from Middle and Late Permian sections in the Cheremushka (55°46'48.8"N; 48°55'32.2"E) and Monastirsky ravines (55°01'40.3"N; 48°53'05.1"E), European Russia, as well as from the Late Permian–Early Triassic Babiy Kamen' section (54°23'04.7"N, 87°32'06.3"E, West Siberia, Kuznetsk Basin). Conchostracans from these sections have been described previously by Neyburg (1936), Lezhnin and Papin (1998), Silantiev et al. (2018), Mouraviev et al. (2018), Zharinova et al. (2018) and Zharinova (2019).

The study material belongs to the Stuckenberg Geological Museum of the Kazan Federal University and is stored under the collection numbers 39/P04, 39/P09, 39/M05, 39/M08, 39/M16, 39/ BK 15, 39/BK16.

Microsculptural ornamentation was studied under an AURIGA CrossBeam scanning electron microscope (Zeiss).

The microsculpture is a stabilizing skeletal structure of the thin carapace valves exhibiting a certain type of ornamentation. For characterizing the ornamentation type, micrographs of the microsculpture from several parts of a valve (from the umbo, the anterior, ventral, posterior margins, and from the valve centre) have been taken. This was necessary because different parts of the carapace have different ornamentation (e.g., Molin, Novojilov, 1965).

Based on our first results (Fig. 1A), the carapaces of *Pseudestheria* cf. *itiliana* (Novojilov, 1950) from bed P08/128 of Cheremushka Ravine section (Silantiev et al., 2015) show a mediumsized reticulate microsculptural ornamentation (cell size =  $7.5 \mu$ m) with closely spaced cells (spacing =  $2.9 \mu$ m). The microsculpture is well observable over the whole growth bands along the ventral margin; in the central part of the carapace this ornamentation is only well developed in the distal half of the growth band, in the proximal part it is indistinct. Towards the larval valve, the microsculptural ornament is hardly discernible or cannot be observed at all.

*Palaeolimnadiopsis* cf. *lundongaense* (Novojilov, 1970) has been collected from bed P04/37 of Cheremushka Ravine section (Silantiev et al., 2015). This species shows a medium-sized reticulate ornament (cell size =  $6.8 \mu$ m) with close cell spacing (spacing =  $0.9 \mu$ m). The microsculptural ornamentation is evenly distributed over the carapace (Fig. 1B).

*Pseudestheria exigua* (Eichwald, 1860) is abundant in the Monastery Ravine section (beds M05/06, M05/07 and M05/08; Mouraviev et al., 2015). This species is characterized by a medium-sized reticulate ornament (cell size =  $7.8 \mu$ m) with close cell spacing (0.6  $\mu$ m). The microscu, lptural ornamentation is evenly distributed over the valve and identical in all studied specimens (Fig. 1C).

The microsculpture of *Pseudestheria novacastrensis* (Mitchell, 1927) from the Babiy Kamen' section is small-pitted (pit size = 5  $\mu$ m) with closely spaced pits (spacing = 1  $\mu$ m). The ornamentation can be traced almost over the whole growth bands, only in the proximal part of the bands it becomes indistinct (Fig. 1, D2) The smooth valve surface without sharp growth lines, seen under the microscope, belongs to the inside of the carapace (Fig. 1, D1, left and down right). In some specimens, the shell substance is absent, and the microsculpture of the outer side of the valve is preserved as impression in the sediment. This means that the impressions reflect the ornamentation from the carapace outside (Fig. 1D3).

The ornamentation of the genus *Pseudestheria* Raymond, 1946 has been discussed controversially, either to lack characteristic ornaments (e.g., Martens, 1983) or to show a pitted ornamentation (e.g., Scholze et al., 2019). Our first results indicate some variability in mi-



Fig. 1. Carapace microsculpture of Permian–Triassic conchostracans: A) Reticulate microsculpture of *Pseudestheria* cf. *itiliana* (Novojilov, 1950) from Cheremushka Ravine section (No. 39/P09); B) Reticulate microsculpture of *Palaeolimnadiopsis* cf. *lundongaense* (Novojilov, 1970) from Cheremushka Ravine section (No. 39/P04); C) Reticulate microsculpture of *Pseudestheria exigua* (Eichwald, 1860) from Monastery Ravine section (No. 39/M05); D) Pitted microsculpture of *Pseudestheria novacastrensis* (Mitchell, 1927) from Babiy Kamen' section (No. 39/BK15), preserved as sedimentary imprint of the external side of the valve

crosculptural ornamentation within the genus Pseudestheria.

### References

- Lezhnin A.I., Papin Yu.S. (1998). Litologo-paleontologicheskaya granitsa v Kuznetskom basseyne. Paleontologiya i stratigrafiya 3, pp. 315–318. (In Russian)
- Li G. (2017). SEM plays an important role in the study of fossil clam shrimps. Journal of Environmental Geology 1 (1), pp. 22–23.

- Martens T. (1983). Zur Taxonomie und Biostratigraphie der Conchostraca (Phyllopoda, Crustacea) des Jungpaläozoikums der DDR, Teil I. Freiberger Forschungshefte C382, pp. 7–105.
- Molin V. A., Novojilov N. I. (1965). Dvustvorchatye listonogie permi i triasa severa SSSR. Nauka, pp. 116. (In Russian)
- Mouraviev F.A., Arefiev M. P., Silantiev V.V., Balabanov Yu.P., Bulanov V.V., Golubev V.K., Minikh A.V., Khaziev R.R., Fakhrutdinov E.I., Mozzherin V.V. (2015). Monastery ravine section. Stratotype of the Urzhumian and Limitotype of the Severodvinian stage. In Type and Reference sections of the Middle and Upper Permian of the Volga and Kama river regions, pp. 120–141.
- Mouraviev F., Arefiev M., Silantiev V., Balabanov Yu., Bulanov V., Bakaev A., Zharinova V. (2018). Stratotype of the Urzhumian Regional Stage in the Monastery Ravine, Kazan Volga Region, Russia. In Proceedings Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources, pp. 188–196.
- Neyburg V.F. (1936). K stratigrafii uglenosnykh otlozheniy Kuznetskogo basseyna. Izvestiya akademii nauk SSSR 33(1), pp. 79–90. (In Russian)
- Novojilov N. I. (1960). Dvustvorchaye listonogie rakoobraznye iz nizhnego triasa Yaroslavskoy oblasti. Kraevedcheskie zapiski 4, pp. 336–343. (In Russian)
- Orlova E.F., Sadovnikov G.N. (2006): Microornamentation of *Lioestheria, Mimoleaia*, and *Echino-limnadia* (Conchostraca) from the Terminal Permian of Siberia. Paleontological Journal 40 (3), pp. 276–285.
- Scholze F., Golubev V.K., Niedźwiedzki G., Schneider J.W., Sennikov A.G. (2019). Late Permian conchostracans (Crustacea, Branchiopoda) from continental deposits in the Moscow Syneclise, Russia. Journal of Paleontology 93 (1), pp. 72–97
- Silantiev V.V., Arefiev M. P., Nurgalieva 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, pp. 70–119.
- Silantiev V., Arefiev M., Mouraviev F., Bulanov V., Ivanov A. Urazaeva M., Bakaev A., Zharinova V. (2018). The Parastratotype of the Urzhumian Stage in the Vyatka-Kazan Region, East-European Platform. In Proceedings Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources, pp. 206–215.
- Zharinova V. (2019). Novye nakhodki pozdney permi i rannego triasa v razreze Babiy Kamen (Kuzbass). *In* Tezisy dokladov nauchnoy konferentsyi Paleostrat-2019, pp. 28–29. (In Russian)
- Zharinova V., Scholze F., Silantiev V., Schneider J. (2018). Permian Conchostraca from Continental Deposits in Eastern Europe (Volga-Kama Region) – First Taxonomic Results. In Proceedings Advances in Devonian, Carboniferous and Permian Research: Stratigraphy, Environments, Climate and Resources, pp. 248–254.

## Breeding experiments on conchostracans as a tool for understanding fossil conchostracan biology

Elvira F. Sabirova<sup>1,2</sup>, Veronika V. Zharinova<sup>1</sup>, Vladimir V. Silantiev<sup>1</sup>, Joerg W. Schneider<sup>1,2</sup>, Frank Scholze<sup>3</sup> Pavel P. Prosuzhikh<sup>1,2</sup>, Ilja Kogan<sup>1,2</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia; ElFSabirova@stud.kpfu.ru <sup>2</sup>TU Bergakademie Freiberg, Freiberg, Germany <sup>3</sup>Hessisches Landesmuseum Darmstadt, Darmstadt, Germany

Conchostracans are small phyllopod crustaceans with a two-valved carapace. They are known from the Devonian to present and modern species often live in small, temporary waterbodies. Their eggs can sustain extreme conditions (temperature fluctuations, habitat changes, dry seasons etc.) and survive long hostile periods by anabiosis (Scholze, Schneider, 2015). Fossil conchostracans have a high relevance for biostratigraphy of continental deposits (Kozur, Weems, 2010; Schneider, Scholze, 2018).

Studying carapace morphology of recent conchostracans (Crustacea: Spinicaudata) improves the understanding of fossil forms (Webb, 1979). We performed experiments on breeding conchostracans under laborative conditions. Conchostracans were bred in aquaria, in which modern sediments with dried conchostracan carapaces were placed (Fig. 1).



Fig. 1. Shallow water basins for breeding experiments of modern conchostracans in the Palaeontology Laboratory of the TU Bergakademie Freiberg

The material for breeding experiments belonged to the Geoscientific Collections of the TU Bergakademie Freiberg and came from present-day ponds of Königswartha (East Germany; *Limnadia lenticularis* (Linné, 1761), Fig.2A–D) as well as from modern desert sediments of Dead Vley (Namibia; Fig. 2E–G; coll. Goretzki, 2003).

A crucial precondition for conchostracan life is of course the presence of water. The investigated conchostracans lived and formed eggs in small basins of 50x30x40 cm. This implies that conchostracans can live in puddles or small ponds under shallow water conditions.

Our breeding experiments indicate the fast formation of eggs. Single eggs appear seven days after hatching of *Limnadia lenticularis*. 14 days later, an egg cluster is formed. The egg maturation takes about 3–4 weeks. After seven days, the larvae hatches.

The development of growth lines in different species corresponds to different time intervals. Among the individuals studied, new growth lines appeared after 1–3 days in the Namibian, and after 3–5 days in the Königswartha individuals. As the living conditions were equal for all conchostracans studied but the number of growth lines differed, we conclude that addition of growth lines not only depends on the living conditions, but also varies among species. The experiment has shown that the number of growth lines on the carapace cannot be used for a precise estimation of the individual age.



Fig. 2. Conchostracans bred under experimental conditions. A–D) *Limnadia lenticularis* (Linné, 1761) conchostracans from Königswartha: A) individual 12 days post-hatching, no growth lines on the carapace developed, no eggs produced; B) nodular (tuberculate) microsculpture on the valve 12 days post-hatching; C) individual 19 days post-hatching, one growth line developed; D) individual 23 days post-hatching, egg cluster formed, second growth line developed; E–F) conchostracans from Namibia, gen. indet.; E) individual 14 days post-hatching, seven growth lines developed; F) tuberculate microsculpture on the valve; G) individual 26 days post-hatching, formation of egg cluster

The fossil conchostracan species *Pseudestheria exigua* (Eichwald, 1860) from beds M05/06, M05/07 and M05/08 of the Monastery Ravine section (Mouraviev et al., 2015) show from 6 to 12 growth lines. One can thus assume a lifespan between 24 and 48 days for them, if every new growth line was constantly generated after 2–4 days. Newly studied individuals of *Pseudestheria novacastrensis* (Mitchell, 1927) from Permian deposits in the Babiy Kamen' section of W-Siberia exhibit 16–22 growth lines. They may have lived 32 to 88 days or even longer. On the contrary, in adult individuals the growth lines usually narrow towards the outer margins of the carapace, which we have observed in both fossil and modern conchostracan specimens. This particularly results in a set of densely spaced growth lines often show wider spaces. Since the number of growth lines on a valve is governed by the total number of moulting, the observed variation in growth line density serves as indicator of variable growth rates during the individual life span. The latter does particularly account for our breeding experiments with modern conchostracans under constant environmental conditions.

Our first results demonstrate the usefulness of breeding experiments, in order to better understand both the microsculptural ornaments on the valves and the implications for the taxonomy of fossil conchostracans. Future studies should focus on a documentation of different types of ornaments, varying between areas of different growth rates within a single valve.

#### References

- Goretzki J. (2003). Biostratigraphy of Conchostracans: A key for the interregional correlations of the continental Palaeozoic and Mesozoic—Computer-aided pattern analysis and shape statistics to classify groups being poor in characteristics. Ph.D. thesis, Technische Universität Bergakademie Freiberg, Freiberg; 243 pp., 64 pls.
- Kozur H., Weems R.E. (2010). The biostratigraphic importance of conchostracans in the continental Triassic of the northern hemisphere. Geological Society, London, Special Publications 334, pp. 315–417.

Molin V.A., Novozhilov N. I. (1965). Dvustvorchatye listonogie permi i triasa severa SSSR. Nauka, pp. 116

- Mouraviev F.A., Arefiev M.P., Silantiev, V.V., Balabanov Yu.P., Bulanov V.V., Golubev V.K., Minikh A.V., Khaziev R.R., Fakhrutdinov E.I. & Mozzherin V.V. (2015). Monastery ravine section. Stratotype of the Urzhumian and Limitotype of the Severodvinian stage. In Type and Reference sections of the Middle and Upper Permian of the Volga and Kama river regions, pp. 120–141.
- Schneider J.W., Scholze F. (2018). Late Pennsylvanian–Early Triassic conchostracan biostratigraphy: a preliminary approach. Geological Society, London, Special Publications 450, pp. 365–386.
- Scholze F., Schneider J. W. (2015). Improved methodology of conchostracan (Crustacea: Branchiopoda) classification for biostratigraphy. Newsletters on Stratigraphy 48 (3), pp. 287–298.
- Webb J.A. (1979). A reappraisal of the palaeoecology of conchostracans (Crustacea: Branchiopoda). Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Abhandlungen 158, pp. 259–275.

### Upper Triassic coal deposit ecozones of North Iran

### Gennady N. Sadovnikov

Russian State Geological Prospecting University, Moscow, Russia; sadovnikov.gennady@yandex.ru

## Экостратиграфия угленосных отложений верхнего триаса Северного Ирана

### Садовников Г.Н.

Российский государственный геологоразведочный университет, Москва, Россия; sadovnikov.gennady@yandex.ru

Мезозойские растения хребта Эльбурс в Северном Иране впервые описал А. Шенк (Schenk, 1887). Позднее наиболее значительный вклад в их изучение внесли П. Барнард (Barnard, 1967) и К. Кильпер (Kilpper, 1964, 1975). Наиболее полно они представлены в коллекциях, которые собрали при съемочных работах 1973-1976 годов иранские геологи и советские консультанты Национальной Иранской Металлургической Корпорации Ю.Н. Брагин, Г. Зерешке, К. Двали, А.В. Павлов, В.Н. Соловицкий, О.Н. Цимбал, автор и др. В ходе этих работ были разработаны местные стратиграфические схемы, опирающиеся на палеонтологические данные (Брагин и др., 1976, 1981, 1993; Садовников, 1980, а, б). В позднем триасе в Северном Иране пространства около бассейнов осадконакопления были слабо расчленены. Наиболее широко были распространены сообщества древесного или кустарникового ярусов склонов. Безлесных пространств было мало. Долины были слабо разработаны. Устойчивыми доминантами древесного яруса плакоров и склонов были Pagiophyllum peregrinum и разнообразные Podozamites. Устойчивыми доминантами древесного или кустарникового яруса склонов были Desmiophyllum barnardii, кустарникового яруса – Nilssonia brevis, Otozamites ashtarensis, несколько видов Pterophyllum, Ptilozamites ctenoides, P. nilssonii, Taeniopteris mikailovii, Zamites persica. Устойчивыми доминантами травянистого покрова склонов были Dictyophyllum nathorstii, Hyrcanopteris leclerei, Scytophyllum persicum. Устойчивыми доминантами травянистого покрова низин были Equisetites arenaceus, Neocalamites hoerensis, Neokoretrophyllites carcinoides.

Основываясь на эволюции флоры и растительности, с использованием методики анализа доминант (Садовников, 2011), в верхнем триасе Северного Ирана выделено восемь экозон, сопоставимых по объему с зонами общей стратиграфической шкалы: Podozamites mucronatus – Dimorphites sp., Podozamites ex gr. schenkii – Juvavites, Ptilozamites nilssonii – Equisetites arenaceus, Voltzia elegans – Neocalamites hoerensis, Podozamites ex gr. eichwaldii – Neocalamites hoerensis, Podozamites ex gr. angustifolius – Neocalamites hoerensis, Podozamites ex gr. angustifolius – ?Pleuromeia sp., Podozamites ex gr. schenkii – Neocalamites hoerensis.

#### Список литературы

Брагин Ю.Н., Венков А.В., Веселов В.В. Минерально-сырьевая база Ирана (твердые полезные ископаемые). – М.; СПб.: Всероссийский научно-исследовательский институт геологии зарубежных стран, 1981. – 299 с.

- Брагин Ю.Н., Голубев С.А., Полянский Б.В. Стратиграфия нижнемезозойской угленосной формации Ирана // Известия АН СССР. Серия геологическая. – 1981. – Вып. 8. – С. 64–77.
- Брагин Ю.Н., Голубев С.А., Джахенбакш Ф., Полянский Б.В., Садовников Г.Н. Стратиграфия триас-юрских угленосных отложений Эльбурса. Тегеран: Национальная Иранская металлургическая корпорация; Техноэкспорт, 1976. 49 с.
- Садовников Г.Н. Флора мезозойской угленосной формации Эльбурса // Известия АН СССР. Серия геологическая. 1980. Вып. 9. С. 82–96.
- Садовников Г.Н. Флора угленосной формации Эльбурса. М.: ВИНИТИ, 1980. 65 с.
- Садовников Г.Н. К методике полуколичественного и количественного анализа неморских палеоэкосистем палеозоя и мезозоя // Палеонтологический журнал. – 2011. – Вып. 1. – С. 97–104.
- Садовников Г.Н. Экозоны угленосных отложений палеозоя и мезозоя Северной и Центральной Азии // Верхний палеозой России: сборник тезисов Четвертой Всероссйской конференции (Казань, 19–23 сентября 2017 г.). Казань: Издательство Казанского университета, 2017. С. 167–168.
- Садовников Г.Н. Растительные сообщества и экостратиграфия нижней и средней юры Северного Ирана // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2019. – Т. 27. – № 7. – В печати.
- Bragin Y., Jahanbakhsh F., Golubev S., Sadovnikov G.N. (1967). Stratigraphy of the Triassic-Jurassic coal bearing deposits of Alborz. Pulad-e-Iran , Tehran: National Iran Steel Corporation, pp. 1–51.
- Barnard P.D.W. (1967). Flora of the Shemshak Formation. Pt. 2. Riv. Ital. paleontol. 73 (2), pp. 539–588.
- Kilpper K. (1964). Über die Rät/Lias-Flora aus dem nördlichen Abfall des Alburs-Gebirges in Nordiran. Teil 1: Bryophyta und Pteridophyta. Palaeontographica B. 114, pp. 1–78.
- Kilpper K. (1971). Über eine Rät/Lias-Flora aus dem nördlichen Abfall des Alburs-Gebirges in Nord-Iran. Teil 2: Ginkgophyten – Belaubungen. Palaeontographica B. 133. S. 89 – 102.
- Schenk A. (1887). Fossile Pflanzen aus dem Albours-Kettle. Bibl. botan. B. 6, pp. 1–12.

## Major discoveries of oil fields in the Timan-Pechora Province at the turn of the XX and XXI century

Almir D. Saetgaraev, Angelina A. Savelieva, Nadezhda I. Borschevskaya LLC "LUKOIL–Komi", Usinsk, Russia; Almir.Saetgaraev@lukoil.com

## Крупные открытия месторождений нефти в Тимано-Печорской провинции на рубеже XX и XXI веков

Саетгараев А.Д., Савельева А.А., Борщевская Н.И. ООО «ЛУКОЙЛ-Коми», Усинск, Россия; Almir.Saetgaraev@lukoil.com

На рубеже XX и XXI веков в Тимано-Печорской провинции было совершено несколько значимых открытий месторождений нефти: Верхневольминское, Верхневозейское, Осваньюрское и ряд месторождений Денисовской впадины.

### Верхневольминское месторождение

Все залежи нефти, открытые в Тобышско-Нерицком НГР, приурочены к полосе развития доманикового барьерного рифа. Скопления нефти локализуются в кровле доманикового карбонатного массива под зональной позднефранской глинистой покрышкой. Нефтеносность доманиковых отложений определяется надежностью покрышки.

Мощность доманиковой рифогенной формации изменяется от 100 до 150 м. Дебиты нефти достигают 96–180 м<sup>3</sup>/сут на 7-мм штуцере. Все месторождения относятся к категории мелких, запасы нефти – к активным. Верхневольминская структура подготовлена к глубокому бурению МОГТ 2D в 1987 году. В 2003 году проведены СРР МОГТ 3D, в 2006-м – открыто месторождение. Для повышения эффективности поисковоразведочного бурения были привлечены дополнительные исследования – ДНМЭ и ЛИТОСКАН, подтверждающие высокую достоверность прогноза. В центре аномалии по ДНМЭ в сводовой части восточного купола Верхневольминской структуры пробурена поисковая скважина 1. В результате опробования из карбонатных отложений доманикового горизонта в результате опробования получен фонтанный приток нефти дебитом 180 м<sup>3</sup>/сут на 7-мм штуцере.

Высоко оцениваются перспективы открытия залежей нефти в рифогенных ловушках доманикового горизонта на юго-западе Ижемской ступени и примыкающей к ней части Нерицкой ступени.

### Верхневозейское месторождение

В 1986 году в результате СРР МОГТ 2D была выявлена и оконтурена Верхневозейская тектонически экранированная структура. Одновременно бурилась скважина 97, которая стала первооткрывательницей месторождения. В эксплуатационной колонне, через 7-мм штуцер, получен фонтанный приток нефти дебитом 64 м<sup>3</sup>/сут. Ранее в скважине 90 (1975–1976 годы бурения), расположенной в западном блоке, получен приток нефти дебитом 5,1 м<sup>3</sup>/сут. Залежь приурочена к глубоко размытой поверхности нижнесилурийских отложений. В 1987 году подготовлена к глубокому бурению Верхневозейская структура. С 1989 года объединением «Коминефть» на Верхневозейском нефтяном месторождении начата опытно-промышленная эксплуатация с одновременным опережающим бурением эксплуатационных скважин. Месторождение является крупным по размерам и величине запасов, многопластовым, очень сложным по геологическому строению. Залежи нефти установлены в доманиковых и нижнесилурийских отложениях.

### Нефтяные месторождения Денисовского лицензионного участка

На момент приобретения в 2005 году на Денисовском лицензионном участке числилось 23 структуры, извлекаемые ресурсы категорий С<sub>3</sub> и Д<sub>1</sub> которых составляли 37 % от суммарных ресурсов подготовленных и выявленных структур на территории деятельности ООО «ЛУКОЙЛ-Коми». Основные перспективы нефтегазоносности лицензионного участка Денисовской впадины связываются с карбонатными рифогенными отложениями доманиково-турнейского нефтегазоносного комплекса. В результате большого количества проведенных сейсмических исследований прослежен единый тренд развития франскофаменских рифогенных отложений, объединяющий группу Ипатских структур – на юге, Баяндыских – в центральной части и Ламбейшорских – на севере участка.

После интенсивного проведения сейсморазведочных работ 2D и 3D перспективы лицензионного участка Денисовская впадина увеличились, что позволило наметить ряд перспективных объектов, выявить новые и подготовить к глубокому бурению ранее выявленные объекты. Проведенные сейсмические исследования и последовавшее за ними поисково-разведочное бурение позволили открыть залежи нефти в рифогенных отложениях задонского горизонта на крупном Восточно-Ламбейшорском, среднем Баяндыском, мелких Южно-Баяндыском, Прохоровском, Верхнеипатском месторождениях и месторождении им. А. Алабушина, что подтверждает высокую перспективность нефтегазоносности объектов в структурно-рифогенных ловушках. Дебиты нефти достигают 930 м<sup>3</sup>/сут на 30-мм штуцере – на Баяндыском и 770 м<sup>3</sup>/сут на 30-мм штуцере – на Восточно-Ламбейшорском месторождениях.

### Осваньюрское месторождение

В тектоническом отношении Осваньюрское месторождение расположено в зоне сочленения Усинского вала Колвинского мегавала и Сынянырдской котловины Хорейверской впадины. Границей этих тектонических элементов I порядка является Восточно-Колвинский глубинный разлом. Геологическое строение Осваньюрской структуры осложнено многочисленными нарушениями, что указывает на многостадийность ее развития. Впервые Осваньюрское структурное осложнение было выявлено по материалам СРР МОВ 1966–1967 годов. В результате поисковых работ МОГТ 2Д подготовлена к бурению двухкупольная Осваньюрская структура. В 2004 году на южном куполе Осваньюрской структуры пробурена поисковая скважина 1 Южно-Усинская. При испытании отложений D<sub>1</sub> в эксплуатационной колонне получен приток нефти. В 2007 году на северном куполе Осваньюрской структуры пробурена поисковая скважина 2 Осваньюрская, которая явилась первооткрывательницей месторождения. При испытании в эксплуатационной колонне из отложений елецкого горизонта и серпуховского яруса получены промышленные притоки нефти. В 2010-2012 годах на месторождении проведены сейсморазведочные работы МОГТ 3Д. В 2013 году на северном куполе пробурена разведочная скважина 3 Осваньюрская, в результате бурения которой были открыты новые залежи нефти в верхнедевонских, визейских и ассельско-скамарских отложениях. Месторождение многопластвое, относится к категории мелких.

## The Lower Permian succession of Pay-Khoy: problems of stratigraphy and correlation

Victor. A.Saldin<sup>1</sup>, Artem G. Konnov<sup>2</sup>, Georgy V. Savel'ev<sup>2</sup> <sup>1</sup>Institute of Geology, Komi Science Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia; litgeo@geo.komisc.ru <sup>2</sup>Karpinsky Russian Geological Research Institutearpinsky, S-Petersburg, Russia

## Проблемы корреляции нижнепермских подугленосных отложений Пай-Хоя

Салдин В.А.<sup>1</sup>, Коннов А.Г.<sup>2</sup>, Савельев Г.В.<sup>2</sup> <sup>1</sup>Институт геологии Коми научного центра УрО РАН, Сыктывкар, Россия <sup>2</sup>ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург, Россия

Пермские терригенные отложения на Пай-Хое широко распространены в двух крупных тектонических структурах – в Коротаихинской (юго-запад) и Карской впадинах (северовосток), разделенных Пайхойским поднятием. Они представлены граувакковыми песчаниками, алевролитами, аргиллитами, а в верхней части разреза – гравелитами, конгломератами и углями. Эта мощная (несколько тысяч метров) толща образовалась в результате разрушения горно-складчатой области, расположенной в акватории современного Карского моря. В формационном отношении толща трактуется как группа орогенных формаций, снизу вверх по разрезу: глубоководно-морская флишевая, мелководно-морская нижнемолассовая и континентальная верхнемолассовая. Доорогенные отложения Пай-Хоя, служащие основанием терригенной толщи, аналогично западному склону Урала, относятся к двум структурно-формационым зонам (СФЗ): 1) карбонатной Бельско-Елецкой на юго-западе и 2) сланцевой (карбонатно-кремнисто-глинистой) Зилаиро-Лемвинской на северо-востоке. Отложения первой образовались на мелководном шельфе, а второй – в батиальных условиях континентального склона и его подножия на пассивной окраине Европейского континента. Для этих зон построены два вертикальных формационных ряда. Стратиграфическая схема пермских отложений юго-западного Пай-Хоя с устоявшимися названиями свит разработана в конце прошлого столетия. Здесь в основании пермских терригенных отложений залегает маломощная глинисто-карбонатная сезымская свита ассельско-сакмарского возраста. Она согласно перекрывается терригенными подугленосными отложениями гусиной, бельковской и талатинской свит. Эта схема принята для всего Печорского угленосного бассейна, и долгое время некоторые названия указанных свит юго-западного Пай-Хоя переносились на сходные по составу пермские отложения северо-востока (Карская впадина). В последние годы (2008–2016) проведены геолого-съемочные работы ГГК-200 на Карской и Усть-Карской площадях, охватывающих Карскую впадину, Пай-Хойское поднятие и Байдарацкую зону Полярного Урала. Были получены новые данные, в том числе касающиеся расчленения нижнепермских отложений. Геологом П.П. Пискуном были выделены новые стратиграфические подразделения в ранге толщ тарханской и сатосинской. До этого времени тарханские отложения картировались как кечьпельская свита, а сатосинские – как бельковская свита или часть кечьпельской свиты. Терригенные подугленосные отложения нижней перми северо-востока Пай-Хоя выделены в пэтаркинскую, тарханскую, сатосинскую и лиуръягинскую свиты (толщи). Они залегают на углеродисто-глинистых и кремнистоглинистых сланцах, силицитах, обломочных и пелитоморфных известняках карасиловской свиты среднекаменноугольно-раннепермского (ассельского) возраста. Важно отметить, что в строении формационного ряда сланцевой зоны присутствуют все формации орогенной группы, в отличие от сланцевой зоны Урала, где сохранилась лишь часть флишевой формации. Поэтому пайхойские разрезы являются наиболее информативными для восстановления истории орогенной стадии Пай-Хоя и Урала.

Таким образом, в настоящее время существует две самостоятельных стратиграфических схемы пермских отложений с очень сходными условиями образования, венчающих разные формационные ряды палеозоя Пай-Хоя. За исключением пэтаркинской свиты, в терригенных отложениях не найдены конодонты и фузулиниды, а редкие находки аммоноидей пока не позволяют точно (до горизонтов) датировать их возраст. Возраст границ свит определен условно. Существующие схемы корреляции терригенных отложений разных районов Пай-Хоя противоречат характеру заполнения осадочного бассейна. Глубоководные отложения сотасинской толщи, слагающие верхнюю часть флишевой формации сланцевой зоны, сопоставляются на этих схемах с мелководными отложениями бельковской свиты нижней молассы юго-востока. Нами предложен новый вариант корреляции свит/толщ (рис. 1), с показом их формационной принадлежности и с учетом характера седиментации. Начало терригенного осадконакопления на Пай-Хое отражено образованием в сакмарском веке пэтаркинской свиты сланцевой зоны, представлявшей тогда из себя остаточный океанический бассейн. Важным для палеотектонических реконструкций является переход, в артинском веке, остаточного океанического бассейна в краевой прогиб, с образованием единого седиментационного бассейна с проксимальными фациями флиша на северо-востоке и дистальными – на юго-западе. Кунгурский век (включая саранинский горизонт) – время повсеместного установления разнообразных мелководных обстановок осадконакопления нижнемолассовых отложений.

Apyc	Коро	таихинская впадина	Пайхо	ойское	подн	ятие	Карская впадина					
	Бельско-Елецкая СФЗ				Зилаиро-Лемвинская СФЗ							
	Свита	Состав, мощность	Фор- мации	Свита, толща	C	Состав, мощность						
Кунгурский	Талатин- ская	Песчаники, алеврол аргиллиты до \$	иты, 500 м	емолас- вая	сыя- Кая	Пес	leсчаники, алевролиты,					
	Бель- ковская	Алевролиты, аргилл 450-а	іиты 800 м	Ннижне со	лиур Лиур	арі	500-600 м	Нижне				
Артинский	Гусиная	Верхняя часть: песчаники, алевролиты и аргиллиты до 1000 м		левая	Сатосин- ская	Але песч	ая					
		Нижняя часть: аргиллиты 35	-160 м	пигф	Тархан- ская	Пес и ар	чаники, алевролиты ыгиллиты 800-1000 м	флишев;				
акмарский	Іская	Известняки, известняки глинистые, аргиллиты известковые 8-20 м			Пэтар- кинская	Арги конн ных	иллиты, алевролиты, креции пелитоморф- известняков 300 м					
Acceль.C	Ceahin				Караси- ловская	Углеродисто-глинисть сланцы 6						

Рис. 1. Схема корреляции нижнепермских подугленосных отложений Пай-Хоя

При дальнейшем изучении стратиграфические объемы нижнепермских подугленосных свит Пай-Хоя могут быть уточнены, но при их корреляции необходимо учитывать направление сноса обломочного материала и условия образования отложений.

## Analysis of the evolution of Paleozoic sedimentary basins in the Republic of Tatarstan using a geological section of the regional seismic profile "TATSEIS"

Willan Sánchez, Rail I. Kadyrov, Elvira I. Minibaeva Kazan Federal University, Kazan, Russia; wsanchezsotelo@gmail.com

Basin modeling aims at reconstructing the time evolution of a sedimentary basin in order to make quantitative predictions of geological phenomena leading to hydrocarbons accumulations. It accounts for porous medium compaction, heat transfer, hydrocarbon generation and fluid flow. This work describes the study of the Paleozoic complex of deposits of the territory of the Republic of Tatarstan represented by deposits of the Devonian, Carboniferous and Permian systems. Devonian and Carboniferous deposits are the most studied because they present a good oil and gas potential.

To build the geological regional model, we used information from seismic profile "Tatseis" and associated wells along it. The representative cross-sections of the region have been loaded as image on seismic section and digitized using the LAS file for each well to identify the top and bottom for each layer. Lithology, age and thickness of the rock, erosion and boundary conditions have been set to understand the depositional and thermal history of the study area. Model has been run after setting the lithospheric and rifting events that are defined thanks to beta factor profiles. The model simulated the deposition of each layer from bottom to top and re-compact to obtain present-day geometry. The average TOC of source rocks in the model is 4.6 %. The hydrogen index (HI) of the ranges between 498 and 688 mg HC/g. Vitrinite reflectance (Ro) values were used as maturity indicator to adjust the thermal history. Vitrinite reflectance ranges between 0.45 and 0.59 % for Carboniferous and ranges between 0.7 % and 0.73 for Devonian. The main reservoir rock in the model is Tournaisian age, composed of sandstones and limestones. The seal rock of this reservoir is Elkhovian age shales. The simulation results overlap with the actual oil deposits in the large oil fields of Tatarstan (Romashkino, Novo-Elkhovo). However, the contrasting thermal signature of these regional uplift events suggests that the basins setting and the mechanism of regional exhumation exerted a fundamental control on processes that determined heat flow distribution within a basin. In terms of the hydrocarbon exploration of Tatarstan's sedimentary basins the model presented here has important implications for the timing of maturation of Carboniferous source rocks in these basins. Where Carboniferous source rocks are present, they will make a significant contribution to the hydrocarbon budget only in those basins that experienced relatively low heat flow during Late Carboniferous-Early Devonian time and where sufficient burial has occurred to subsequently expose the kerogen to higher temperatures. This observation is consistent with the presence of gas accumulations, which are postulated to have been derived from Carboniferous source rocks.

## The stratigraphy of the Upper Bashkirian in the Srednie Vorota Section on the Shar'yu River (Chernyshev Ridge)

Andrey N. Sandula

Institute of geology, Komi Science Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia; sandula@geo.komisc.ru

## Стратиграфия верхнебашкирских отложений Средних Ворот реки Шаръю (гряда Чернышева)

Сандула А.Н.

Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия; sandula@geo.komisc.ru

Верхнебашкирские отложения, соответствующие архангельскому подъярусу, на гряде Чернышева ранее, ввиду бедности фауны, не подразделялись на горизонты (Елисеев, 1963). В 2005 году была опубликована монография А.И. Николаева (2005), в которой рассматривался разрез Средних ворот реки Шаръю, и по фузулинидам им были выделены интервалы, соответствующие ташастинскому и асатаускому горизонтам. Однако описание разреза и литологическая характеристика пород в этой работе являются недостаточными для надежной его привязки к естественным выходам. У А.И. Елисеева (1963), наоборот, выделенные пачки легко узнаются в обнажении. Кроме того, сохранились многочисленные списки определений микрофауны фораминифер по всей гряде Чернышева и западному склону Северного и Приполярного Урала. Поэтому, с целью их дальнейшего использования, была проведена корреляция стратиграфических данных А.И. Елисеева и А.И. Николаева (табл. 1).

Анализ списков фораминифер показывает, что интервал пачек 21–28 (по Елисееву) должен быть отнесен к ташастинскому горизонту архангельского подъяруса (Постановление..., 2006; Кулагина, 2008), а лежащие выше две пачки (29–30) должны быть отнесены к астаускому горизонту, так как в пачке 29 существенно обновляется комплекс фораминифер, появляются *Pseudostaffella subquadrata* Grozd. et Leb., *Eoschubertella mosquensis* Raus., *Pseudoendothyra keltmensis* Raus. В то же время *Depratina prisca* (Deprat) (раннемосковский вид) отмечен, соответственно, в 31 пачке. Полученные результаты хорошо согласуются с данными А.И. Николаева (2005), выделявшего здесь стратиграфические подразделения верхнего башкира и нижней части московского яруса в тех же границах и объемах.

Работа выполнена в рамках темы № АААА-А17-117121270034-3 ИГ Коми НЦ УрО РАН, при поддержке Программы УрО РАН проект № 18-5-5-31.

#### Список литературы

Кулагина Е.И. Граница башкирского и московского ярусов (средний карбон) на южном Урале в свете развития физулинид // Бюллетень МОИП. Отдел геологический. – 2008. – Т. 83. – № 1. – С. 33–44.

*Елисеев А.И.* Стратиграфия и литология каменноугольных отложений гряды Чернышева. – М.; Л.: Издательство АН СССР, 1963. – 173 с.

*Николаев А.И.* Фораминиферы и зональная стратиграфия башкирского яруса востока Тимано-Печорской провинции. – СПб.: Недра, 2005. – 158 с. Постановление межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. – Вып. 36. – Спб.: ВСЕГЕИ, 2006. – 64 с.

Таблица 1

# Распределение фораминифер в разрезе верхнебашкирских отложений Средних ворот реки Шаръю (определения З.П. Михайловой, приведено в соответствие с современной номенклатурой Р.М. Ивановой)

apyo	башкирский											MOCKO	рекий	
ярус	ашапрокий москово раскынбашский зарагауский верейон													болин
горизонт		аскыноашский									6*10 10 11 12 12 14			
слой по Николаеву [2]	10	38	39	39-40	41-42	1-4	3-0	0*	8-10	10-11	12-13	13-19	20-22	23-24
пачки по Елисееву [1]	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32
Neoarchaediscus postrugosus (Reitl.)							<u> </u>							
Asteroarchaediscus subbaschkiricus (Reitl.)				*										
Archaediscus timanicus Reitl.		*		*			*	*		*				
Archaediscus timanicus var. minima Reitl.		*		*	*	*	*	*	*	*	*			
Eostaffella parastruvei chusovensis Kir.														
Pseudostaffella composita keltmica Raus.		*												
Pseudostaffella praegorskvi Raus.	*						*							
Topilinia proozawai (Kir.)	*	*		*			*							
Pseudostaffella sofronizkyi Saf	*						<u> </u>		-					
Fostaffella acuta Grozd et Leb				*										
Eostaffella ef mutabilis Page		<u> </u>		*			<u> </u>				·		*	
Eostaffella lenticula Groad et Leb					*		<u> </u>		-					
<i>Eostaffella lenticula</i> Grozd. et Leb.				*			<u> </u>	-						
<i>Eostaffella lepida</i> Grozd. et Leb.				*					*		l			
Ozawainella sp.				*			Ť		Ť	-				
Ozawainella aurora Grozd. et Leb.				*							ļ	*		
Ozawainella cf. vozhgalica Saf.				*			*							
Pseudostaffella composita Grozd. et Leb.					*									
Pseudostaffella gorskyi (Dutk.)				*	*				*		*	*	*	*
Eostaffella mutabilis Raus.							*						*	*
Eostaffella pseudostruvei angusta Kir.					-		*							
Eostaffella chomatifera Kir.							*							
Ozawainella ex gr. aurora Grozd et Leb							*							
Pseudoendothyra cf. nseudosnhaeroidea (Dutk.)			-						*					
Parastaffella variabilis Pous							*							
Taitache ella en									*		·	*		
							*					*		
Pseudostaffella grandis Schlyk.							т -				·			
Pseudostaffella cf. composita Grozd. et Leb.							*				ļ			
Pseudostaffella cf. compressa (Raus)										*				
Pseudostaffella cf. gorskyi (Dutk.)							*							
Pseudostaffella ex gr. gorskyi (Dutk.)										*				
Pseudostaffella sp.								*						
Eostaffella acuta Grozd. et Leb.												*		
Ozawainella mosquensis Raus.												*	*	
Pseudoendothyra keltmensis (Raus.)											*			
Pseudoendothyra pseudosphaeroidea (Dutk.)												*		
Parastaffella struvei umbilicata Raus.												*		
Parastaffella timanica Raus												*		
Parastaffella umbonata Raus				-								*		*
Depreting ex gr. prisca (Depret)			-	-			-					*	-	
Staffellasforman staffellasformin (Vin)		<u> </u>					<u> </u>	-			*	<u> </u>		*
Staffettaeformes staffettaeformis (KIF.)				-	-			-	-			*		
Pseudostaffella posterior Sat.											I	*		
Pseudostaffella cf. korobezkikh Raus. et Saf.												*		
Varistaffella irinovkensis (Raus.)							L		-	-		*		
Pseudostaffella paracompressa Saf.											*	*		
Pseudostaffella subquadrata Grozd. et Leb.											*	*		
Eoschubertella musquensis (Raus.)											*			
Millerella carbonica (Grozd. et Leb.)												*		
Earlandia aljutovica (Reitl.)														*
Millerella umbilicata Raus.								1						*
Deprating prisca (Deprat)													*	
Depratina timanica (Kir.)				-					-					*
Staffellaeformes cf. trisulcata (Thomson)							<u> </u>			-			*	
Tikhonovichiella ex gr. pseudorhomboides (Putria)				<u> </u>			<u> </u>	-					*	<u> </u>
Tikhonovichiella ex gr.							<u> </u>	-	-				*	
President of the second		<u> </u>					<u> </u>	-					 14	
<i>Pseudostajjena</i> ex gr. <i>subquadrata</i> Grozd. et Leb.							<u> </u>	-					-19 -14	
r seudostaffella timanica Raus.		L					<u> </u>	-	-	-	ļ		*	
Eoschubertella pseudoglobulosa (Saf.)													*	
Schubertella sp.	1	1			1	1	1	1		1			*	*

\* — седьмой слой из описания Николаева — не обнаженный участок в промежутке между пачками 26 и 27 по Елисееву.

## Palaeotextulariids (Foraminifera) from Upper Viséan of the Volga-Ural Region and the Moscow Basin

Karina V. Sakhnenko<sup>1,2</sup>, Elena L. Zaytseva<sup>1,3</sup>, Nilyufer B. Gibshman<sup>2</sup> <sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia, sakh-karina@yandex.ru <sup>2</sup>Borissiak Paleontological institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia <sup>3</sup>All-Russian Research Geological Oil Institute, Moscow, Russia

## Палеотекстулярииды (Foraminifera) из верхневизейских отложений Волго-Уральской области и Подмосковного бассейна

Сахненко К.В.<sup>1,2</sup>, Зайцева Е.Л.<sup>1,3</sup>, Гибшман Н.Б.<sup>2</sup> <sup>1</sup>Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия; sakh-karina@yandex.ru

<sup>2</sup>Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия <sup>3</sup>Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт, Москва, Россия

Палеотекстулярииды широко распространены в нижнекаменноугольных отложениях Евразии и являются стратиграфически важной группой фораминифер. Однако изучение их осложняется неполными и неориентированными сечениями в шлифах. Тем не менее особый интерес представляет их потенциал для корреляции западно- и восточноевропейских разрезов (Гибшман, Гуторова, 2015). В рамках данного исследования изучены палеотекстулярииды верхнего визе из разрезов опорных скважин 1 Бузулук и 1 Мелекесс и скважины 4689 Азнакаево Волго-Уральской области, а также разрезов Мстихино и скважины 1 вблизи деревни Александровка (Калужская область) Подмосковного бассейна. Таксономическое разнообразие палеотекстуляриид в исследованных разрезах составляет 22 вида: Consobrinellopsis consobrina, C. intermedia, C. lipinae, Koskinotextularia bradyi, K. recurrens, K. cribriformis, Koskinobigenerina prisca, K. breviseptata, Palaeotextularia longiseptata, P. fallax, P. crassa, P. bella, P. breviseptata, Cribrostomum eximium, C. eximiformis, C. paraeximia, C. regularis, C. stalinogorski, C. cf. patulum, C. commune, Climacammina antiqua, C. grandis, которые относятся к 6 родам и 2 семействам (Palaeotextulariidae Galloway и Koskinobigenerininae Loeblich et Tappan). В скважине 1 Бузулук поздневизейские палеотекстулярииды представлены таксономически разнообразным комплексом, включающим 13 видов, относящихся к 5 родам – Consobrinellopsis, Palaeotextularia, Koskinobigenerina, Koskinotextularia, Cribrostomum. В скважине 1 Мелекесс комплекс палеотекстуляриид насчитывает 6 видов и 4 рода – Palaeotextularia, Koskinobigenerina, Koskinotextularia, Cribrostomum. Доминантом по разнообразию в обоих разрезах является род Cribrostomum. В скважине 4689 Азнакаево палеотекстулярииды представлены 5 видами и 3 родами – Consobrinellopsis, Palaeotextularia, Cribrostomum. В разрезе Мстихино комплекс палеоотекстуляриид насчитывает 6 видов, относящихся к 3 родам: Consobrinellopsis, Palaeotextularia, Koskinotextularia. В скважине 1 разнообразный комплекс палеотекстуляриид веневского горизонта включает 18 видов, относящихся к 6 родам. В количественном отношении доминируют представители Consobrinellopsis.

Общим для всех изученных разрезов является вид Palaeotextularia crassa. Почти повсеместно встречены Cribrostomum regularis, Koskinotextularia bradyi, Paleotextularia longiseptata и Consobrinellopsis consobrina.
В верхневизейских разрезах Бельгии, где палеотекстулярииды впервые использованы как биостратиграфические маркеры (Conil et al., 1990), а также в разрезах Великобритании и Ирландии (Somerville, 2008) самые древние представители – палеотекстулярии с однослойной стенкой (*Consobrinellopsis*) – установлены с середины зоны Cf4δ, *Koskinotextularia* – с основания Cf5, *Palaeotextularia* – с основания Cf6, а *Cribrostomum* и *Koskinobigenerina* – с основания Cf6γ (рис. 1). В Подмосковном бассейне (Kabanov et al., 2014) наблюдается следующая последовательность: *Palaeotextularia* – с верхнетульского подгоризонта, *Koskinotextularia* – с середины алексинского горизонта, *Koskinobigenerina* – с михайловского горизонта, *Climacammina* – с веневского горизонта. В изученных разрезах Волго-Уральской области вблизи основания алексинского горизонта появляются *Consobrinellopsis* и *Palaeotextularia*, в середине – *Koskinotextularia* и в верхах – *Cribrostomum*. В основании михайловского горизонта отмечается появление *Koskinobigenerina*. Таким образом, наблюдается синхронное с Подмосковным бассейном появление *Koskinotextularia* и *Koskinobigenerina*. Вероятно, по появлению *Koskinobigenerina* возможна корреляция михайловского горизонта с зоной Cf6γ (рис. 1).



Рис. 1. Распределение палеотекстуляриид в верхневизейских отложениях Волго-Уральской области, Подмосковного бассейна, Бельгии и разрезов Великобритании и Ирландии Работа выполнена в рамках темы № 8-2, № ЦИТИС: АААА-А16-116033010097-5.

- Гибшман Н.Б., Гуторова А.В. Palaeotextulariida Hohenegger et Pillet, 1975 (Foraminifera) поздневизейского (нижний карбон) Подмосковного бассейна // Современная микропалеонтология: сборник трудов XVI Всероссийского микропалеонтологического совещания. – Калининград, 2015. – С. 195–198.
- Conil, R., Groessens, E., Laloux, et al. (1990). Carboniferous guide Foraminifera, Corals and Conodonts in the Franco-Belgian and Campine Basins: their potential for widespread correlation. In: Brenckle, P. L & Manger, W. L. (eds.): Intercontinental correlation and division of the Carboniferous System. Courier Forschungsinstitut Senckenberg 130 (Frankfurt a. M.), pp. 15-30.
- Kabanov P.B., Alekseev A.S., Gibshman N.B., Gabdullin R.R., Bershov A.V. (2014). The Upper Visean-Serpukhovian in the type area for the Serpukhovian Stage (Moscow Basin, Rassia): Part 1. Sequences disconformities, and biostratigraphic summary. // Geological Journal, 2014, pp. 1-32. doi: 10.1002/gj/
- Somerville I.D. (2008). Biostratigraphic zonation and correlation of Mississippian rocks in Western Europe: some case studies in the late Viséan/Serpukhovian. // Geological Journal № 43, pp. 209–240.

## Devonian paleogeography of the southern part of the Central Devonian Field

Arkady D. Savko, Aleksey V. Kraynov, Aleksey V. Milash Voronezh State University, Voronezh, Russia; savko@geol.vsu.ru

# Палеогеография южной части Центрального девонского поля в девоне

Савко А.Д., Крайнов А.В., Милаш А.В. Воронежский государственный университет; savko@geol.vsu.ru

Южная часть ЦДП расположена на территории Воронежской антеклизы, где развиты отложения эйфельского, живетского, франского и фаменского ярусов. Первый из них включает образования ряжского, дорогобужского, клинцовского, мосоловского и черноярского горизонтов, второй – воробьевского, ардатовского и муллинского, третий – ястребовского, чаплыгинского, саргаевского, семилукского, петинского, воронежского, евлановского и ливенского, четвертый – задонского, елецкого, лебедянского, оптуховского, плавского, озерского и хованского (Савко и др., 2001). Девонские отложения распространены к северо-востоку от линии городов Севск – Курск – Новый Оскол – Богучар, их мощность колеблется от первых метров у границ выклинивания до 600 м на северо-востоке антеклизы. Они залегают на корах выветривания пород кристаллического фундамента, а перекрываются обычно мезокайнозойскими отложениями. Девонские толщи представлены терригенными, органогенными, хемогенными (эвапориты) породами и их промежуточными разностями, а также эффузивно-осадочными и эффузивными. Анализ построенных фациальных карт для времени формирования отложений перечисленных выше горизонтов позволил детально проследить эволюцию палеогеографических обстановок в девонское время на рассматриваемой территории.

В дорогобужское и клинцовское время осадки формировались в континентальных, лагунных, морских фациальных условиях. Большая пестрота, невыдержанность мощностей и литологического состава, как по площади, так и по разрезу, обусловлены резко расчлененным рельефом. В краевых частях распространения отложений развиты континентальные фации, которые к северу, востоку и северо-востоку сменяются переходными, а затем морскими. В пределах изолированных участков при аридном климате формировались засолоненные лагуны. Их индикаторные отложения (гипсы и ангидриты) в Московской синеклизе сменяются каменной солью. Литифицированные осадки лагун представлены карбонатно-сульфатной пачкой тонкого переслаивания серых или желтовато-бурых крупнокристаллических гипсов (на других участках - темносерых плотных однородных или тонкослоистых ангидритов) с загипсованными доломитами. Встречаются линзы (до 3 м) как доломитов, так и ангидритов. При кратковременных трансгрессиях лагунные осадки сменялись морскими. В клинцовское время морской бассейн, трансгрессирующий с севера и востока, перекрыл большую часть территории, что привело к накоплению осадков в мелководно-морских условиях бассейна с нормальной соленостью.

В мосоловское время отмечается преобладание (до 85 %) карбонатных пород, преимущественно органогенных известняков. Лишь на крайнем юго-востоке заметное развитие получают песчаные породы. В *черноярское* время климатические условия сохраняются, однако поднятия в источниках сноса привели к поступлению в морской бассейн терригенного материала и формированию глин с прослоями песчаных и карбонатных пород, содержащих богатый комплекс брахиопод и других органических остатков – остракод, гастропод, кораллов, панцирных рыб. Дальнейшие поднятия привели к размыву черноярских образований, сохранившихся на отдельных участках.

Отложения *воробьевского* времени образовались в теплом мелководноморском бассейне нормальной солености. «Мористость» нарастала с запада на восток, а источники сноса располагались как на юге, так и на севере.

В ардатовское время отмечается максимальная для девона трансгрессия (Милаш, Савко, 2017) с резким преобладанием терригенных осадков. На их состав оказали влияние конседиментационные процессы, когда на поднятиях формировались более грубые осадки, а во впадинах – только глинистые. В *муллинское* время формирование осадков происходило в обширном мелком опресненном лагуновидном водоеме со слабой активностью водной среды. Превалируют глины, содержащие железистые оолиты, сферолиты и стяжения сидерита.

Для *ястребовского* времени характерно появление вулканогенных пород среди терригенных на юго-востоке антеклизы. Последние широко развиты на остальной ее территории. В *чаплыгинское* время был опресненный мелководный бассейн, где образовались пестроцветные глины. В *саргаевское* и *семилукское* время сформировались глинисто-карбонатные породы.

В *петинское* время происходили структурная перестройка плана антеклизы, излияния базальтов на ее юге и востоке, формирование терригенных пород в нормально-соленом, теплом морском водоеме. В *воронежское* время отмечается максимальная для позднефранского времени трансгрессия и появление в разрезах карбонатных пород. Ими полностью представлены отложения *евлановского* и *ливенского* времени, отвечающие регрессивному этапу не только поздне-, но и всего франского времени.

Фаменский этап в целом является завершающим для всего девона и характеризуется карбонатным типом разреза, характерным для северной части антеклизы (Окороков, Савко, 1998). Начало фаменской трансгрессии относится к *задонскому* времени, отложения которого внизу содержат маломощные пески и глины. Максимум трансгрессии отмечается для *елецкого* времени с его мощными органогенными известняками. В *лебедянское время* морской бассейн сократился в размерах, но оставался теплым, нормально-соленым, с богатой органической жизнью. Начиная с *оптуховского* времени морской бассейн, в условиях аридного климата, превращается в засолоненную лагуну, где формировались доломиты, иногда с прослоями гипса. Она существовала в *плавское* и *озерское* время. На последнее приходится максимальное для фамена засолонение, когда на севере рассматриваемой территории гипсы играют в разрезах значительную роль. В *хованское* время морские условия вновь восстанавливаются. Начиная с позднефранского времени на юге были континентальные условия, где, за счет размыва кор выветривания, накопилась песчано-каолиновая толща (Савко и др., 2008).

- *Милаш А.В., Савко А.Д.* Литология девонских отложений юго-востока Воронежской антеклизы // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. Воронеж, 2017. Вып. 100. 131 с.
- Окороков В.А., Савко А.Д. Литология фаменских отложений Воронежской антеклизы. Воронеж: Воронежский государственный университет, 1998. 124 с.
- Савко А.Д., Мануковский С.В., Мизин А.И. Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы // Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Воронеж, 2001. – Вып. 4. – 201 с.
- Савко А.Д., Мануковский С.В., Шевырев Л.Т. Литология и полезные ископаемые мамонской песчано-каолиновой толщи Воронежской антеклизы // Труды научноисследовательского института геологии Воронежского государственного университета. – Воронеж, 2008. – Вып. 53. – 112 с.

### Carboniferous paleogeography of the Voronezh Anteclise

Arkady D. Savko, Marina Yu. Ovchinnikova Voronezh State University, Voronezh, Russia; marina.merkushova@mail.ru

# Палеогеография территории Воронежской антеклизы в каменноугольное время

#### Савко А.Д., Овчинникова М.Ю.

Воронежский государственный университет, Воронеж, Россия; marina.merkushova@mail.ru

Каменноугольные отложения развиты на юго-западном склоне Воронежской антеклизы и ее юго-восточном замыкании. Нижний отдел карбона включает турнейский, визейский, серпуховский, средний – башкирский и московский ярусы. К турнейскому ярусу относятся малевский и упинский горизонты, к визейскому – радаевский, бобриковский, тульский, алексинский, михайловский, веневский, к серпуховскому – тарусский, стешевский и протвинский. Породы среднего отдела развиты в краевых частях антеклизы и вскрыты в единичных скважинах и на горизонты не расчленены. Образования карбона залегают на эрозионной поверхности докембрийского фундамента и только вдоль денудационной границы на девонских породах и с глубоким размывом перекрыты мезозойскими толщами. Мощности карбона растут от первых до сотен метров в сторону отрицательных структур.

После постдевонского перерыва, в *малевское* и *упинское* время, с юго-востока на рассматриваемую территорию трансгрессировало море, с образованием песчаноглинистых пород, мергелей и органогенно-обломочных известняков. Формирование терригенных пород происходило в прибрежно-морской, карбонатной и мелководно-морской зонах. В районе Нового Оскола отмечаются песчано-глинистые континентальные образования с пластами сухарных глин. Здесь располагалась приморская низменность с реками и озерами. В позднем турне море регрессировало в отрицательные структуры.

В радаевское и бобриковское время на рассматриваемой территории была суша, в пределах которой формировались латеритные коры выветривания (КВ), с образованием крупных месторождений богатых железных руд на джеспилитах и бокситов – на межрудных сланцах (Никулин, Савко, 2015; Сиротин, Белявцева, 2016). На вмещающих джеспилиты архейских гнейсах и амфиболитах, слагающих пониженные формы рельефа, образовались аналогичные девонским каолиновые КВ (Савко и др., 2008). Они перекрыты аллювиальными, озерно-болотными, вблизи гряд – делювиально-пролювиальными отложениями и представлены каолиновыми глинами, кварцевыми песками с прослоями углей и углистых глин. К юго-востоку и востоку эти образования сменяются лагунными и прибрежно-морскими. Первые представлены тонкослоистыми глинистыми кварцевыми песками и алевритами с прослоями бурых углей, вторые – карбонатными глинами и органогенными брахиоподовыми и органогенно-детритовыми известняками, преобладающими в крайней восточной части антеклизы (Савко и др., 2001).

В *тульское* время отмечается максимальная для карбона трансгрессия. Местами вблизи островов, служивших источниками сноса, море превращалось в опресненные лагуны с образованием алеврито-песчано-глинистых отложений с прослоями бурых углей. На грядах докаменноугольного рельефа, не залитых морем, продолжали формироваться латеритные КВ. При их размыве образовывались шлейфы переотложенных продуктов выветривания, в том числе и осадочные бокситы. В послекаменноугольное время (пермь, триас, ранняя юра) большая часть каменноугольных пород была размыта. Они сохранились в Курском грабене, размером 3х4 км, где вскрыты глинисто-известняковые отложения карбона.

В алексинское время формирование основной массы осадочных образований происходило преимущественно в лагунно-морских условиях (Савко и др., 2001), причем в одном разрезе могут встречаться как лагунные, так и морские, а вблизи гряд железистых кварцитов – и континентальные образования. В наиболее полных разрезах отмечаются два ритма, в нижней части которых залегают углистые глины, реже – алевролиты и песчаники, а в верхней преобладают уже последние, составляя более 2/3 от мощности разрезов. Однако вблизи гряд железистых кварцитов песчано-глинистые породы замещают карбонатные, а у подножий гряд отмечаются конглобрекчии, сложенные обломками железистых руд и железистых кварцитов. На крайнем юго-востоке разрез почти целиком сложен известняками, и только в самом верху появляются глины.

В *михайловское* время море почти полностью перекрыло гряды железистых кварцитов, выветривание которых прекратилось. В условиях гидроморфного режима при трансгрессии верхние части профилей КВ подверглись процессам шамотизации и сидеритизации, что привело к ухудшению качества бокситов и богатых железных руд. В целом же сохранялся морской бассейн с островами и лагунами близ них. Индикаторными породами для лагунных ландшафтов являются кварцевые пески и алевриты, углистые глины и прослои бурых углей. Морские отложения представлены органогеннодетритовыми известняками, глинами с примесью органического вещества.

Веневский этап характеризуется карбонатным осадконакоплением, и только в основании отмечаются каолинит-монтмориллонит-гидрослюдистые глины. Выделяются лагунные, прибрежно-морские и мелководно-морские фации. На крайнем юго-западе веневский горизонт в узкой полосе сложен мелкозернистыми маломощными (до 10 м) кварцевыми песчаниками, с углефицированными растительными остатками, относящимися к отложениям обширных заболоченных озер и пресноводных лагун. Восточнее развиты кварцевые запесоченные углисто-глинистые песчаники, перекрытые темными известковистыми глинами с остатками наземных растений и морской фауны. Эти отложения формировались вначале в прибрежных обширных заболоченных озерах, сменившихся пресноводной лагуной.

Серпуховское время характеризуется регрессией морского бассейна, оставшегося в самой краевой юго-западной части антеклизы, и формированием исключительно карбонатных пород (доломитов и доломитизированных известняков), что свидетельствует об аридизации климата.

- Никулин И.И., Савко А.Д. Железорудные коры выветривания Белгородского района Курской магнитной аномалии // Труды научно-исследовательского института Воронежского государственного университета. Воронеж, 2015. Вып. 85. 102 с.
- Савко А.Д., Мануковский С.В., Мизин А.И. Литология и фации донеогеновых отложений Воронежской антеклизы // Труды научно-исследовательского института Воронежского государственного университета. – Воронеж, 2001. – Вып. 3. – 201 с.
- Савко, А.Д., Мануковский С.В., Шевырев Л.Т. Литология и полезные ископаемые мамонской песчано-каолиновой толщи Воронежской антеклизы // Труды научно-исследовательского института Воронежского государственного университета. – Воронеж, 2008. – Вып. 53. – 112 с.
- Сиротин В.И., Белявцева Е.Е. Бокситы КМА // Труды научно-исследовательского института Воронежского государственного университета. Воронеж, 2016. Вып. 93. 104 с.

## Shelf-to-basin transitions in the Upper Devonian of Novaya Zemlya, Arctic Russia

### Roman A. Schekoldin

Saint Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia; romansch@mail.ru

Two sedimentary areas are distinguished in Novaya Zemlya due to compositional, structural and paleoenvironmental peculiarities of deposits: Barents and Kara ones. Barents area is characterized by thick, predominantly carbonate deposits, containing a diversity of benthic fossils (Burskiy et al., 1981; Sobolev, Schekoldin, 1982).

Kara area is distinguished by relatively thin shales, cherts and carbonate mudstones, containing no or scarce pelagic fossils (benthic fossils are found only in allochtonous deposits). These deposits are suggested to form on a slope and basin floor (i.e. in bathyal environment). The transition between two areas occurs within a relatively narrow transitional zone which is called Rogachevo area (Fig. 1). Across this zone, the thickness of coeval units decreases from several hundred meters in Barents area to several tens meters in Kara area, and shallow-water deposits are rapidly replaced by deep-water ones (Fig. 2).



Fig. 1. General position of sedimentary areas: 1) Barents; 2) Rogachevo; 3) Kara



Fig. 2. Schematic facies profile along the line I–I on the Fig. 1:
1) shelf carbonates; 2) slope calcarenites, calcirudites and slides; 3) basinal cherts and shales

All lithofacies recognized in Devonian are divided into two groups: (i) shallow-water (shelf) and (ii) deep-water (bathyal) ones (Schekoldin, 1997). The previous include biogenic grainstones, packstones and wackestones with subordinate terrigenous rocks. They contain also bioherms and biostromes up to several meters thick. In the lowest Upper Devonian, basalts and basaltic tuffs are widespread, some of which show evidences of subaerial and some of submarine eruptions. In the Kara area, only submarine basalts of the same age are found. Bathyal lithofacies are subdivided into autochtonous and allochtonous ones. Autochtonous lithofacies (hemipelagites) are considered to have been formed *in situ* by direct settling of finest suspended particles of biogenic and terrigenous matter. The main hemipelagite lithofacies are shales, cherts (phtanites, radiolarites) and carbonate mudstones. Allochtonous lithofacies are the product of gravity induced displacement of sediments including slides and

sediment gravity flows (Lowe, 1979, 1982). Slides occur as large-volume blocks or plates of rocks displaced with little or no internal deformation along a discrete shear surface (or several surfaces). Main deformational structures occur near the shear surfaces and are usually seen in the outcrop scale. Several types of turbidites and debris flow deposits (debrites) have been recognized in the Rogachevo and Kara areas.

Carbonate turbidites occur usually in form of calcarenite-calcilutite cycles up to several centimeters thick, but in places thick calcirudite-calcarenite successions have been observed. The latter are associated with carbonate breccias (debrites). These are generally composed of platy clasts of fine grained limestone analogous to neighboring ones, semirounded to angular, embedded into calcarenite-calcilutite matrix, and are supposed to be originated from slides.

A deep-water basin adjacent to carbonate platform began to develop as a result of sea floor tectonic subsidence in the end of Early Devonian. In the beginning of the Frasnian the subsidence accelerated due to rifting process accompanied by basaltic volcanism. In the Late Devonian – Middle Carboniferous, there existed an abrupt transition between the carbonate platform and deep-water basin. The sedimentation on the slope and the adjacent basin floor was strongly influenced by sediment gravity flows.

Deep water black shales of the Kara area are considered as potential source rocks and some carbonate lithofacies of the Barents area are potential reservoirs (Guo, L. et al., 2010).

The author highly appreciates the assistance of his colleagues at the Department of Historical and Dynamic geology of the St. Petersburg Mining University who revised the work and gave some important advice.

#### References

- Burskiy A.Z., Krasnozhen A.S., Schekoldin R.A. (1981). Devonian deposits of south Novaya Zemlya. Paleontologicheskaya osnova strtigraficheskikh skhem paleozoya i mezozoya ostrovov Sovetskoy Arktiki. Leningrad, NIIGA, pp. 14-34. (In Russian)
- Guo L., Scott R., Schekoldin R. (2010). The Devonian succession in Northern Novaya Zemlya, Arctic Russia: Sedimentology, Palaeogeography and Hydrocarbon occurrence. Journal of Petroleum Geology 33 (2), pp. 105-121.
- Lowe D. R. (1979) Sediment gravity flows: Their classification and some problems of application to natural flows and deposits. Spec. Publ. Soc. econ. Paleont. Mine, 25, pp. 75-82.
- Lowe D. R. (1982) Sediment gravity flows: II. Depositional models with special reference to the deposits of high-density turbidity currents. J. sedim. Petrol. 52, pp. 279-298.
- Sobolev N.N., Schekoldin R.A. (1982). Unifitsirovannaya regional'naya schema verkhnedevonskikh otlozheniy Novoy Zemli. Geologiya Yuzhnogo ostrova Novoy Zemli. Leningrad, PGO Sevmorgeologiya, pp. 5-24. (In Russian)
- Schekoldin R.A. (1997). Upper Devonian-Carboniferous deep-water deposits of Novaya Zemlya. Memorias del I Congreso Latinoamericano de Sedimentologia. Tomo II, pp. 265-270.

# The importance of Paleozoic/Mesozoic sections in Central Europe, on the Russian Platform and in North America for correlation of late Carboniferous and Permian to Middle Triassic continental biostratigraphy to the Standard Global Chronostratigraphic Scale

Joerg W. Schneider<sup>1,3</sup>, Valeriy K. Golubev<sup>2,3</sup>, Vladimir V. Silantiev<sup>3</sup>, Veronika Zharinova<sup>3</sup>, Frank Scholze<sup>4</sup>, Spencer G. Lucas<sup>5</sup>

<sup>1</sup>TU Bergakademie Freiberg, Freiberg, Germany; Joerg.Schneider@geo.tu-freiberg.de
<sup>2</sup>Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
<sup>3</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia
<sup>4</sup>Hessisches Landesmuseum Darmstadt, Darmstadt, Germany
<sup>5</sup>New Mexico Museum of Natural History, New Mexico, USA

The Carboniferous, Permian, and Triassic chronostratigraphic scales based on marine deposits and fossils are reasonably well defined and of global utility, but the situation is much different for nonmarine deposits of this time interval. Due to the Carboniferous-Permian glaciation, the Hercynian-Appalachian-Ancestral Rocky Mountain, and Uralian orogenies, and other plate tectonic processes, numerous mixed marine-continental and, especially, purely continental basins from tens to thousands of square kilometers in size developed across the vast Pangean supercontinent. Apart from their economic importance (coals, hydrocarbons, salt, fire clay, etc.), those basins record the interplay between extrinsic and intrinsic processes that ranged from orbital cycles and climate fluctuations to volcano-tectonics and marine trans- and regressions as well as the evolution of biota and environment, including mass extinctions. During the last few decades a variety of bio- and chronostratigraphic methods has been developed and successfully applied in order to correlate continental deposits locally (intra-basinally) and regionally (inter-basinally). For the nonmarine-marine correlation especially, biostratigraphic methods have been proven to be useful that are based on conchostracans, blattoid insects, branchiosaurid amphibians, tetrapod footprints and skeletons of terrestrially- adapted tetrapods. Direct cross correlation of the nonmarine biochronologies to the Standard Global Chronostratigraphic Scale (SGCS) has been achieved in those parts of the late Carboniferous to the Middle Triassic interval in locations where nonmarine and marine strata are intercalated. containing nonmarine and biochronologically significant marine fossils. Calibrations of nonmarine biochronologies have been aided by magnetostratigraphy, chemostratigraphy and a growing database of radioisotopic ages. For the late Carboniferous up to the late early Permian, mixed marine/continental sections in New Mexico have provided several direct links of the insect and conchostracan biochronology to the marine conodont biochronology of the SGCS. This is in part well supported by isotopic ages from Western European sections. For the latest early, the middle and late Permian, the detailed and well-established bio- and magnetostratigraphy of the strata of the Russian Platform form the backbone of nonmarine-marine correlations. This is mainly based on the Russian tetrapod assemblage zones within the global biochronological framework of land-vertebrate faunachrons as well as on the increasingly improved conchostracan biochronology. South African sections, representative of parts of Gondwana, are linked to the Russian Platform and partly to Western Europe by the tetrapod assemblage zones, which are well calibrated in South Africa by radioisotopic ages to the SGCS.

One substantial problem of Permian-Triassic stratigraphy is the placement of the Permian-Triassic boundary (PTB), because exclusively continental deposits cannot be directly correlated with marine index fossils to the Global Standard Section and Point (GSSP) for the base of the Triassic defined in the marine Meishan section of South China. Additional problems result from the lack of radioisotopic ages due to missing volcanic ash beds in the transitional Permian-Triassic profiles of Europe and those of the Russian platform. A solution of this problem is possibly provided by a combination of tetrapod assemblage and conchostracan biochronologies (here Fig. 1; Schneider et al., in press). The base of the *Tupilakosaurus* assemblage-zone is defined by the lowest occurrence (LO, or ?first appearance datum -- FAD) of *Lystrosaurus* in the magnetostratigraphic zone n<sub>1</sub>NPT, which should be latest Changhsingian, in the uppermost Zhukovian regional stage, late Vyatkian. *Tupilakosaurus wetlugensis* appears first in the n<sub>2</sub>NPT magnetostratigraphic zone higher up in the lower Vokhmian regional stage (Golubev, 2017). Therefore, the LO of *Tupilakosaurus wetlugensis* seems to be a good biostratigraphic marker for the regional PTB of the East European Platform. This is well supported by the conchostracan *Euestheria gutta*, which is a potential guide-form for the base of the Triassic (e.g. Scholze et al., 2015, 2017,



Fig. 1. Synoptic schema of correlations around the PTB (red line) from South China via the East European platform to the Central European Germanic basin. For South China the Chahe section is used, which is well correlated to the GSSP of the PTB at Meishan in South China by isotopic ages (Shen et al. 2018). In the Chahe section, Euestheria gutta appears 6 to 7 m above an ash bed that is dated as 252.30±0.07 Ma, marked by a red star (e.g. Zhang et al. 2016). On the East European platform, the PTB is drawn inside the Tupilakosaurus wetlugensis assemblage zone (Sennikov & Golubev, 2017) at the top of a short reversed interval (r<sub>1</sub>NPT) inside the mainly normal polarized zone NPT (= LT1n magnetozone of Hounslow & Balabanov 2018). The thus far lowest occurrence of E. gutta is 5.5 m above the FAD (LO?) of T. wetlugensis in the middle Lower Vokhmian (Scholze et al. 2015, 2019). In the Central European Germanic basin, E. gutta appears first within the paleomagnetical normal polarized Upper Fulda Formation (z7) in the uppermost part of the Zechstein Group (e.g., Scholze et al. 2017, 2019; Schneider & Scholze 2018). The magnetostratigraphic zonation for the Germanic basin is based on a synthesis of paleomagnetic studies (i.e., Szurlies et al. 2003; Scholze et al. 2017; Hounslow & Balabanov 2018). The GPTS is based on Hounslow & Balabanov (2018). Abbreviations: SGCS - Standard Global Chronostratigraphic Scale; GPTS - Geomagnetic Polarity Time Scale; S. Chi. - South China; D - Dongchuan Formation; z – Zechstein cycle (from Schneider et al. in press)

2019 in review). This species appears in the Fedurniki section of the Vladimir Region in the Moscow syncline 5.5 m above the *Tupilakosaurus*-bearing base of the Ryabi Member of the Vokhma

Formation in the middle Vokhmian regional stage (Scholze et al., 2015). *Tupilakosaurus wetlugensis* and/or *Euestheria gutta* are thus far the best suited nonmarine index fossils for the PTB in Russia, Central Europe and China. A challenging future task will be the search for ash beds around the PTB on the Russian Platform to provide radioisotopic calibration of this index fossils as well as the search for this and similar index fossils outside their thus far known palaeobiogeographic distribution.

#### References

- Golubev V.K. (2017). PTB stratigraphy and Permian-Triassic ecosystem crisis on the East European Platform. In: Nurgaliev, D.K., Silantiev, V.V. (Eds.), Upper Palaeozoic Earth systems: highprecision biostratigraphy, geochronology and petroleum resources. Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting – 2017 and Fourth All-Russian Conference "Upper Palaeozoic of Russia", Kazan, 19–23 September 2017, Abstract volume. Kazan University Press, Kazan, pp. 61-62. (in Russian, with English abstract)
- Hounslow M.W., Balabanov Y.P. (2018). A geomagnetic polarity timescale for the Permian, calibrated to stage boundaries. In: Lucas, S.G., Shen, S.Z. (Eds.), The Permian Timescale. The Geological Society, Special Publications, 450, London, pp. 61–103. https://doi.org/10.1144/SP450.8.
- Schneider J.W., Lucas S.G., Scholze F., Voigt S., Marchetti L., Klein H., Opluštil S., Werneburg R., Golubev V.K., Barrick J.E., Nemyrovska T., Ronchi A., Day M.O., Silantiev V.V., Rößler R., Saber, H., Linnemann U., Zharinova V. & Shen S. (2019). Late Paleozoic-early Mesozoic continental biostratigraphy links to the Standard Global Chronostratigraphic Scale. In: Nurgaliev, D., Silantiev, V.V., Schneider, J.W., Alekseev, A. & Nikolaeva, S. (Eds.): Carboniferous-Permian biotic and climatic events in the context of marine and continental stratigraphy. Palaeoworld, 4 (in press)
- 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., 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., Shen S.-Z., Backer M., Wei H.-B., Hübner M., Cui Y.-Y., Feng Z., Schneider J.W. (2019). Reinvestigation of conchostracans (Crustacea: Branchiopoda) from the Permian–Triassic transition in Southwest China. Palaeoworld (in review)
- Shen S.Z., Zhang H., Zhang Y., Yuan D., Chen B., He W., Mu L., Lin W., Wang W., Chen J., Wu Q., Cao C., Wang Y., Wang X. (2018). Permian integrative stratigraphy and timescale of China. Science China Earth Sciences 62 (1), 154-188. doi: 10.1007/s11430-017-9228-4
- Szurlies M., Bachmann G.H., Menning M., Nowaczyk N.R., Käding K.-C. (2003). Magnetostratigraphy and high-resolution lithostratigraphy of the Permian–Triassic boundary interval in Central Germany. Earth and Planetary Science Letters 212, 263–278.
- Zhang H., Cao C.-Q., Liu X.-L., Mu L., Zheng Q.-F., Liu F., Xiang L., Liu L.-J., Shen S.-Z. (2016). The terrestrial end-Permian mass extinction in South China. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 448, 108–124.

# Crayfish and lungfish burrows from the Permian and Triassic deposits of the Southern Cis-Urals

Andrey G. Sennikov

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia; sennikov@paleo.ru Kazan Federal University, Kazan, Russia

# Норы раков и двоякодышащих рыб из пермских и триасовых отложений Южного Приуралья

Сенников А.Г.

Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, Москва, Россия; sennikov@paleo.ru Казанский федеральный университет, Казань, Россия

В пермских и триасовых континентальных отложениях Восточно-Европейской платформы и Приуралья встречаются многочисленные костные остатки позвоночных. Однако следы их жизнедеятельности относительно редки и не так часто привлекают внимание исследователей, как и ихнофоссилии, происхождение которых связано с беспозвоночными.

Только недавно в средне- и верхнепермских отложениях Оренбургской области были найдены и описаны норы двоякодышащих рыб (Миних, Миних, 2011). В результате полевых исследований последних лет норы, возможно, принадлежащие дипноям, впервые были обнаружены в нижне- и среднетриасовых отложениях Южного Приуралья (Sennikov, 2018). В среднетриасовом местонахождении Колтаево I найдены простые субвертикальные норы, расположенные в слое красновато-бурого песчаника и заполненные голубовато-серым рыхлым песчаником. Норы – округлые в поперечном сечении, слабо изогнуты, длиной до 70 см и толщиной 6–10 см. Внизу они заканчиваются расширением (конечной камерой) толщиной около 10-15 см. Подобные же субвертикальные норы были найдены в верхах разреза раннетриасового местонахождения Кзыл-Сай I, в слое буровато-красного песчаника. На их поверхности местами можно различить неровности и борозды (следы рытья). Вмещающий песчаник в обоих случаях – горизонтально- и волнистослоистый, что соответствует прибрежно-отмельным фациям. Вышеупомянутые норы имеют сходную морфологию и положение во вмещающих слоях, соответствующие норам для спячки двоякодышащих рыб, что может указывать на периодическое, возможно, сезонное, пересыхание водоемов, где обитали эти рыбы.

В пермских и триасовых отложениях Оренбургской области также были обнаружены норы, вероятно, принадлежащие ракам. Первое упоминание о норах раков в среднепермских отложениях принадлежит А.В. и М.Г. Минихам (2011). Многочисленные норы раков были найдены (и позднее описаны) из раннетриасовых отложений – в местонахождениях Кзыл-Сай I, II и Дьяконов I, II (Сенников, Новиков, 2012; Sennikov, Novikov, 2018), из среднепермских – в местонахождении Майорское II (Пащенко, Сенников, 2014; Sennikov, Novikov, 2018). Норы раков были обнаружены как в глинисто-алевритистых слоях (Кзыл-Сай II, Майорское II), так и в слоях песчаника (Кзыл-Сай I, Дьяконов I, II). В первом случае заполнение нор происходило глинисто-алевритистыми

осадками, а во втором – песчанистыми или песчанисто-алевритистыми, часто с большим содержанием карбонатного цемента. Благодаря такой цементации заполнение нор обычно бывает несколько тверже и светлее вмещающей породы, и при выветривании они рельефно выступают на поверхности и даже вымываются в виде фрагментов. Все эти норы, диаметром от 1,5 до 3 см, образуют во вмещающих отложениях характерную трехмерную систему пересекающихся вертикальных и горизонтальных ходов с неровной сложной морфологией поверхности и продольными бороздами. Вертикальные ходы часто заканчиваются внизу умеренными расширениями (жилыми камерами), диаметром до 5 см. Такая специфическая, сложная, трехмерная система нор типична для десятиногих раков и резко отличается от более простых нор других беспозвоночных или от более простых, крупных и коротких субвертикальных нор дипной. Тем не менее однозначное определение принадлежности нор иногда бывает затруднительным, как, например, в местонахождении Кзыл-Сай I, где есть норы как дипной, так и раков. Остатков самих этих животных в норах пока не найдено.

Таким образом, вновь полученные палеоихнологические данные дополняют наши представления о составе, структуре и условиях существования пермских и триасовых континентальных сообществ Южного Приуралья и прилегающих регионов. В частности, совместное присутствие в одних и тех же местонахождениях многочисленных нор раков и остатков темноспондильных лабиринтодонтов – ритидостеид может служить аргументом в пользу гипотезы о специфической трофической адаптации последних (специализации к питанию ракообразными) (Sennikov, Novikov, 2018).

Работа выполнена в рамках государственной программы повышения конкурентоспособности Казанского (Приволжского) федерального университета среди ведущих мировых научнообразовательных центров, а также при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 17-04-00410.

- *Миних А.В., Миних М.Г.* Норы двоякодышащих рыб как индикатор физико-географических условий осадконакопления в средней и поздней перми на юго-востоке Европейской России // Известия ВУЗов. Геология и разведка. 2011. Вып. 2. С. 6–11.
- Пащенко Д.И., Сенников А.Г. Первая находка нор десятиногих раков в пермских отложениях Европы // Разведка и добыча горючих ископаемых, геология, география, биология и экология: тезисы докладов VI Межвузовской конференции по итогам практик. – М.: Перо, 2014. – С. 224–225.
- Сенников А.Г., Новиков И.В. О находках Rhytidosteidae (Amphibia, Temnospondyli) в нижнем триасе Восточной Европы и возможных пищевых адаптациях представителей этого семейства // Палеострат-2012: программа и тезисы докладов. – М.: Палеонтологический институт им. А.А. Борисяка РАН, 2012. – С. 60–61.
- Sennikov A.G. (2018). Lungfish (Dipnoi) burrows from the Triassic of the Southern Cis-Urals // Paleontological Journal 52 (12), pp. 1408–1411.
- Sennikov A.G., Novikov I.V. (2018).On possible trophic adaptations of some Rhytidosteidae (Amphibia, Temnospondyli). Paleontological Journal 52 (12), pp. 1412–1418.

# On the origin of the Early Carboniferous Atyrdakh terrigenous complex of the Lena River Delta

Nikolay V. Sennikov<sup>1,2</sup>, Taras V. Gonta<sup>1,2</sup>, Raliya A. Khabibulina<sup>1</sup> <sup>1</sup>Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia; SennikovNV@ipgg.sbras.ru <sup>2</sup>Novosibirsk National Research State University, Novosibirsk, Russia

### О генезисе раннекаменноугольного Атырдахского терригенного комплекса района дельты Лены

Сенников Н.В.<sup>1,2</sup>, Гонта Т.В.<sup>1,2</sup>, Хабибулина Р.А.<sup>1</sup> <sup>1</sup>Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А.А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, Россия; SennikovNV@ipgg.sbras.ru <sup>2</sup>Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск, Россия

Нижнекаменноугольные терригенные и карбонатно-терригенные осадочные образования достаточно широко распространены в нижнем течении реки Лены и в ее дельте. Эти отложения относятся к бастахской, атырдахской и тиксинской свитам (Мелжвик, 1958; Богуш и др., 1965; Булгакова, 1967, 1976; Булгакова и др., 1969; Государственная..., 1979, 2014; Петров, 1980; Клец, 2005; Кутыгин, 2009; Izokh, Yazikov, 2017 и др.).

Одним из наиболее дискуссионных вопросов в позднепалеозойской истории развития седиментационных бассейнов низовьев реки Лены до настоящего времени остается вопрос о генезисе так называемых крестяхских конгломератов. Эта грубообломочная толща распространена в районе метеостанции «Сокол-Хабарова», в начале Быковской протоки дельты Лены, на ее правом берегу. Она может именоваться самостоятельной крестяхской свитой, однако большинством исследователей соотносится с атырдахской свитой, типовой разрез которой расположен значительно южнее, на правом берегу реки Лены, в районе устья ручья Бастах. Атырдахский терригенный комплекс в целом, в том числе и крестяхские конгломераты, предшествовал или был начальным этапом формирования Верхоянского терригенного комплекса.

В разные годы крестяхские конгломераты считали: а) тиллитами (последствие позднепалеозойского оледенения); б) прибрежными конгломератами, формирующимися у берега высоко приподнятой суши; в) грубообломочной молассой; г) глубоководными конгломератами; д) образованиями подводных оползней и обвалов; е) грязевыми (и турбидными) подводными потоками; ж) внутренними отмелями, разрушающимися под действием волн и течений; з) феноменами, отражающими этапы орогенеза и т. д. Наблюдаемые некоторыми специалистами конседиментационные размывы, оползни и обвалы, широко развитые в разрезах крестяхских конгломератов, интерпретировались как структуры, формирующиеся в мелководных остановках. При этом образования глубоководного генезиса (светлые зеленовато-серые кремни массивно-сливного облика), известные в средней части толщи крестяхских конгломератов, при «реконструировании» («сборке») сводного разреза формально отделялись от других, в подавляющем большинстве грубообломочных, пачек этого стратона. Авторами настоящего сообщения в 2017–2018 годах было проведено изучение крестяхских конгломератов в районе метеостанции «Сокол-Хабарова», составлена серия послойных разрезов. Параллельно, в сравнительном плане, был изучен типовой разрез атырдахской свиты (устье ручья Бастах), где отсутствуют грубообломочные разности терригенных пород. Имеющиеся указания на наличие таких грубообломочных пачек не получили подтверждения. У устья ручья Бастах, в зоне с многочисленными тектоническими дислокациями, сдваивающими разрез верхов атырдахской свиты (возможно, с блоками пород вышележащей тиксинской свиты), можно наблюдать явление тектонического «брекчирования» пород. Следует отметить, что у ручья Бастах нижняя пачка атырдахской свиты в целом вся слабо кремнисто-терригенная, с редкими микрослоями черных кремней.

Проведенное исследование позволяет сделать следующие выводы. Вся толща крестяхских конгломератов формировалась на удалении от береговой линии области сноса, в морских, относительно глубоководных обстановках седиментации. Значительная часть пачек разрезов крестяхских конгломератов относится к гравитационным микститам, в том числе к проксимальным и дистальным турбидитам. В песчаных пачках разрезов крестяхских конгломератов наблюдаются ложбины (подводные оврагиканьоны) и более мелкомасштабные каналы, образовавшиеся при подводноэрозионной деятельности турбидитных потоков.

Исследования поддерживаются грантом РФФИ № 18-05-70035.

- Богуш О.И., Герасимов Е.К., Юферев О.В. Нижний карбон низовьев Лены. М.: Наука, 1965. 75 с.
- Булгакова М.Д. Крестяхские конгломераты устья реки Лены и условия их образования // Литология и полезные ископаемые. – 1967. – № 3. – С. 127–134.
- Булгакова М.Д. Кремнистые породы Верхояно-Колымской складчатой области // Литология и полезные ископаемые. 1976. № 5. С. 99–108.
- Булгакова М.Д., Лазебник К.А., Сукнева Л.С. Новые данные о базальных конгломератах Верхоянского комплекса (нижний карбон хребта Орулган) // Известия Академии наук СССР. Серия геологическая. – 1969. – Вып. 9. – С. 61–72.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Серия: Нижнеленская. Лист: S-52-XXXI, XXXII. Объяснительная записка. – М.: Аэрогеология, 1979. – 91 с.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:1 000 000 (третье поколение). Серия: Лаптево-Сибироморская. Листы: S-51 (Оленекский залив), S-52 (дельта реки Лены). Объяснительная записка. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2014. – 274 с.
- Клец А.Г. Верхний палеозой окраинных морей Ангариды. Новосибирск: Гео, 2005. 240 с.
- *Кутыгин Р.В.* Нижний карбон Восточной Сибири и Верхоянья // Отечественная геология. 2009. С. 66–74.
- *Мелжвик А.А.* Стратиграфия Северного Хараулахаю // Советская геология. 1958. № 7. С. 43–61.
- Петров А.Ф. Путеводитель экскурсии XIII сессии Научного совета СО АН СССР по тектонике Сибири и Дальнего Востока. Якутск: Издательство Якутского филиала СО АН СССР, 1980. 40 с.
- Izokh, N.G, Yazikov A.Y. (2017). Discovery of Early Carboniferous conodonts in Northern Kharaulakh Ranges (lower reaches of the Lena River, northeastern Siberia, Arctic Russia). Revue de micropaléontologie 60, pp. 213-232.

### Permian non-marine bivalves from South Africa

Vladimir V. Silantiev, Milyausha N. Urazaeva Kazan Federal University, Kazan, Russia; vsilant@gmail.ru

# Неморские двустворчатые моллюски из пермских отложений Южной Африки

#### Силантьев В.В., Уразаева М.Н.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия; vsilant@gmail.ru

Изучены коллекции неморских двустворчатых моллюсков (НДМ) из пермских отложений Южной Африки, хранящиеся в Музее естественной истории города Лондон (Великобритания): коллекция Д. Шарпе (Sharpe, 1856), изучавшаяся В.П. Амалицким (1895), и коллекция Л. Кокса (Сох, 1936).

Изучение коллекций проводилось по методике, учитывающей весь комплекс внешних, внутренних и микроструктурных признаков НДМ. Для регистрации и учета признаков раковин, композитных и внутренних ядер двустворчатых моллюсков использовались современные методы и технические средства: рентгеновская компьютерная томография, электронная сканирующая микроскопия.

Строение замочного края экземпляра 11216 из местонахождения Graaf Reinet (серия Кагоо, Южная Африка), определенного В.П. Амалицким как *Palaeanodonta castor*, совершенно аналогично тому, которое описано в современном диагнозе подрода *Palaeomutela* (*Palaeanodonta*) (Silantiev, Carter, 2015). На сохранившейся правой створке хорошо отпрепарирован замочный (верхний) край и можно наблюдать бороздку от опистодетного лигамента и единичные редуцированные зубные бугорки (пластины) псевдотаксодонтного типа (рис. 1а).

При изучении данного экземпляра было установлено, что наличие у него псевдотаксодонтных зубов было доказано еще Р. Коксом в середине XX века. Именно этот исследователь наклеил на раковину данного экземпляра бумажную стрелку, указывающую на место расположения зубов на замочной площадке.

В строении замка южноафриканских *Palaeomutela* (*Palaeomutela*) можно выделить переднюю ветвь с одним рядом косонаправленных пластинчатых зубов (рис. 1б). «Псевдокардинальный» зуб умбональной области умеренно выступает вперед. На задней ветви замка расположены единичные субвертикальные пластинчатые зубы, переходящие на ее дистальном участке в субгоризонтальные «псевдолатеральные» пластины.

Микроструктурные исследования образцов из местонахождения Diamond Mines (Южная Африка, окрестности города Кимберли, нижняя часть серии Karoo, основание формации Beaufort) впервые подтвердили наличие у южноафриканских *Palaeomutela* перекрещенно-пластинчатой микроструктуры, свойственной для представителей этого рода.

Первичное вещество раковин южноафриканских *Palaeomutela* перекристаллизовано пелитовым кальцитом. На сколах раковин (рис. 1в, г) можно наблюдать реликты перекрещенно-пластинчатых пластин первого порядка. Пластины имеют разную пространственную ориентацию, непостоянную толщину (30–100 мкм) и сложены пластинами второго порядка (рис. 1г).

Результаты изучения коллекции *Carbonicola* и *Kidodia* Л.О. Кокса (Cox, 1936) из верхнепермских отложений (Ruhembe Beds, серия Бофорт, Танганьика) Южной Африки позволили сделать следующие выводы:

1. По характеру сохранившихся микроструктурных признаков (удлиненная простая призматическая микроструктура внутренних слоев) род *Kidodia* и экземпляры, отнесенные Л.О. Коксом к *Carbonicola*, скорее всего, принадлежат к единой группе – роду или семейству.

2. Микроструктура раковин рода *Kidodia* представлена удлиненными простыми призмами, слагающими внутренние слои раковин; призмы располагаются как в радиальном (рис. 1д), так и в комаргинальном (рис. 1е) направлениях.

3. Полученные новые микроструктурные данные, совместно с данными по строению замочного аппарата *Kidodia* (Cox, 1936), состоящего из 1–2 задних латеральных зубов (рис. 1 ж), не позволяют говорить о родстве его представителей с родом *Opokiella*, несмотря на большое внешнее сходство формы их раковин, и объединение этих родов в одном семействе (Силантьев, 2016) является ошибочным. Систематическое положение южноафриканских *Kidodia* и *Carbonicola* остается неопределенным. Имеющиеся на сегодняшний момент данные позволяют считать этот род эндемичным.



Рис. 1. а) правая створка *Palaeomutela (Palaeanodonta) castor* (Eichwald), экземпляр 11216 (Amalitzky, 1895; Pl. XIII, fig. 5); б) замочная площадка *Palaeomutela (Palaeomutela) semilunulata* Amalitzky, 1892, экземпляр 11213 (Amalitzky, 1895; Pl. XII, fig. 10 a-d); в– г) детали микроструктуры *Palaeomutela* sp., экземпдяр L9534m; д) реликты внутреннего слоя раковины с элементами радиальной призматической структуры *Kidodia stockley* Cox, экземпляр L62963-9 (Cox, 1936); е) сложная перекрещено-пластинчатая (конусной текстуры) микроструктура внутреннего (?) слоя раковины *Kidodia stockley* Cox, экземпляр L62984-1 (Cox, 1936); ж – отпечаток замочного аппарата *Kidodia stockley* Cox, экз. L62954 (Cox, 1936). Обозначения: м – макушка, л – лигамент, зб – зубной бугорок, озп – отпечаток зубной пластины. Все экземпляры хранятся в Музее естественной истории города Лондон (Великобритания)

- Амалицкий В.П. Несколько замечаний о верхнепермских континентальных отложениях России и Южной Африки (предварительный отчет) // Труды Варшавского общества естествоиспытателей. – 1895. – Вып. 6. – С. 1–10.
- Силантьев В.В. Пермские неморские двустворчатые моллюски Восточно-Европейской платформы: стратиграфическое распространение и корреляция // Бюллетнь Московского общества испытателей природы. Отдел геологический. – 2016. – Т. 91. – № 1. – С. 49–65.
- Cox L.R. (1936). Karoo Lamellibranchia from Tanganyika Territory and Madagaskar. J. Geol. Soc. London 92 (1), pp. 32–54.
- Sharpe D. (1856). Description of some remains of. Mollusca from near Graaf Reinet. Trans. Geol. Soc. London 2 (7), pp. 225–226.
- Silantiev V.V., Carter J.G. (2015). The Permian Nonmarine Bivalve *Palaeanodonta* Amalitzky, 1895: Position in the Modern Bivalvia System. Paleontological Journal 49 (10), pp. 1125–1141.

## Characteristics of organic matter of the Vendian and upper Riphean Shikhan Formation of the Kama- Belsky aulacogen by Low-Field NMR relaxation

Lyalya M. Sitdikova<sup>1</sup>, Nailya M. Khasanova<sup>1</sup>, Evgeniy S. Korepanov<sup>1</sup>, Boris V. Sakharov<sup>1</sup>, Vladimir Ya. Volkov<sup>1</sup>, Evgeniy V. Lozin<sup>2</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal university, Russia <sup>2</sup>BashNIPIneft LLC, Russia Sitdikova8432@mail.ru, nkhasano@yandex.ru

## Характеристика органического вещества пород венда и шиханской свиты верхнего рифея Камско-Бельского авлакогена по данным ядерной магнитной релаксации в низких полях

Ситдикова Л.М.<sup>1</sup>, Хасанова Н.М.<sup>1</sup>, Корепанов Е.С.<sup>1</sup>, Сахаров Б.В.<sup>1</sup>, В.Я.Волков<sup>1</sup>, Лозин Е.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Казанский федеральный университет, Россия <sup>2</sup>ООО «БашНИПИнефть», Россия; Sitdikova8432@mail.ru, nkhasano@yandex.ru

В связи с истощением запасов углеводородного сырья в палеозойских отложениях становится актуальным вопрос изучения перспектив глубокозалегающих осадочных пород венд (V) – рифейского (R) возраста Камско-Бельского авлакогена. В рифейских отложениях Восточной Сибири, Австралии, Китая, Омана и других регионов мира были открыты месторождения нефти и газа. Результаты глубокого бурения в пределах изученной территории показывают, что углеводородоносность может быть связана с породами осадочного чехла разных стратиграфических уровней (Масагутов и др. 2014). Вследствие развития органической жизни в осадочных породах происходило накопление бактериально-планктонного органического вещества. Несмотря на то, что отложения осадочных комплексов региона прошли стадию глубокого метагенеза, они характеризуются благоприятными условиями для сохранения органического вещества (OB) и могут иметь повышенный потенциал генерации углеводородов (УВ). В изучении перспектив УВ-носности венд – рифейских пород особая роль отводится изучению типа и содержанию OB, оценке их генерационного потенциала (Sitdikova et al., 2018). Отложения венда и рифея региона по площади и по вертикали бурением скважин изучены недостаточно. Однако геолого-геофизические материалы скважин позволяют судить об основных чертах геологического строения изучаемых толщ (Масагутов и др. 2014; Лозин, 2015).

Для исследования компонентного состава OB был применен новый метод регистрации и интерпретации результатов данных ЯМР в низких полях. Численная регистрация фазовых компонент реальной нефти методом SARA-ЯМР\_Low-Field NMR Full FID (Volkov et al., 2018) имеет системно-историческое значение и знаменует переход к не инвазивным методам анализа вещества независимо от того в каком фазовом состоянии оно находится: твёрдом, жидком или газообразном, что позволяет проводить количественный анализ состава гетерогенных объектов. Фазовое состояние вещества проявляется во временах спин-решёточной  $T_1$  и спин-спиновой  $T_2$  ЯМР релаксации ядер. В твердом со-

стоянии, когда подвижность атомов в решетке вещества минимальна, значение T<sub>1</sub> максимально (до десятков секунд), а T<sub>2</sub> минимально (единицы и десятки микросекунд). В вязких жидкостях T<sub>1</sub> значительно больше, чем T<sub>2</sub> в интервале от сотен микросекунд до секунд. В легких жидкостях T<sub>1</sub> лишь слегка меньше T<sub>2</sub>, а в газах T<sub>1</sub> и T<sub>2</sub> практически равны.

Основная цель проведенных исследований: изучение компонентного состава OB шиханской свиты ( $R_3$ sh) и венда (V) с использованием метода ЯМР релаксации в низких полях, проведение сравнительного анализа с УВ нефтематеринской породы калтасинской свиты ( $R_1$ kI); выявление перспектив генерации УВ. На рисунке показаны кривые спада сигнала свободной индукции (FID), приведенные к единице веса, в типичных выборках разновозрастных образцов с РОВ: венда (V), шиханы ( $R_3$ sh) и калтасинской свиты ( $R_1$ kI) (рис. 1).



Рис. 1. Кривые спада сигнала свободной индукции (FID) в образцах пород венда (V), шиханской (R<sub>3</sub>sh) и калтасинской (R<sub>1</sub>kl) свит в диапазоне до: а) 2000 мкс; б) 200 мкс. Полулогарифмическая шкала.

Результаты свидетельствуют, что две кривые FID образца венда и шиханской свиты схожие как по форме, так и по интенсивности, характеризуются резким уменьшением интенсивности во всем диапазоне съемки. Время релаксации твердой фазы POB: в образце венда – 10,27 мкс и шиханской свите – 7,76 мкс – признак присутствия парафинов, а калтасинской свиты – 20,16 мкс – признак присутствия асфальтенов. Время релаксации УВ жидкой фазы (541,23 мкс) калтасинской свиты на порядок выше, чем POB венда (48,46 мкс) и шиханской свиты (62,16 мкс). Значение водородного индекса HI (ЯМР) коррелирует (0,96) с содержанием атомов водорода в изученных образцах породы и степенью термической зрелости OB.

The work is performed according to the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University.

- Sitdikova L. M., Khasanova N. M., Korepanov E. S., Lozin E. V. (2018). Mineral-geochemical features and type of organic matter of the lower- riphean deposites of the Eastern-Askinskaya area of the republic of Bashkortostan, SGEM. 18(1.1), pp.245–252. DOI: 10.5593/sgem2018/1.
- Volkov V. Ya., Sakharov B. V., Khasanova N. M., Nurgaliev D. K. (2018) Analysis of the composition and properties of heavy oils in situ by Low Field NMR relaxation method Georesources 20(4), Part 1, pp. 308–323 DOI: https://doi.org/10.18599/grs.2018.4.308-323
- Лозин Е.В. Геология и нефтеносность Башкортостана. Уфа: БашНИПИнефть, 2015. 703 с.

*Масагутов Р.Х., Иванова Т.В., Иванов Д.И.* Нафтидогенез и перспективы нефтегазоносности рифейских отложений платформенного Башкортостана. – Уфа: Скиф, 2014. – 159 с.

# Upper Jurassic Corals and Buildups of Eastern Crimea (following the route of the geological excursion of the 7<sup>th</sup> International Geological Congress, 1897)

Kirill A. Shustikov, Ksenya A. Dubkova, Irina Yu. Bugrova St Petersburg University, St Petersburg, Russia; st050593@student.spbu.ru

## Кораллы и органогенные постройки верхней юры Восточного Крыма (по маршруту геологической экскурсии 7-го Международного Геологического конгресса, 1897 г.)

Шустиков К.А., Дубкова К.А., Бугрова И.Ю. Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, Россия; st050593@student.spbu.ru

В 1897 году в Санкт-Петербурге проходила 7-я сессия Международного геологического конгресса (МГК), для участников которой среди прочих была проведена геологическая экскурсия в Восточном Крыму в районе города Судака, где маршрут проходил по верхнеюрским (оксфордским) отложениям. Саму экскурсию и путеводитель к ней подготовил Константин Константинович Фохт (Vogt, 1897), член Геолкома, составитель и редактор первой геологической 10-верстной карты Крыма.

Разрезы оксфорда, описанные К.К. Фохтом, представляют большой интерес, так как являются частью крупной, хорошо обнаженной рифогенной системы. Ее геологию впоследствии изучали как отечественные, так и зарубежные геологи. С рифогенными отложениями верхней юры связаны крупные месторождения углеводородов в мире. В Крыму актуальность изучения верхнеюрских рифов также связана с перспективой нефтегазоносности Черноморского шельфа.

В Палеонтолого-стратиграфическом музее Санкт-Петербургского государственнгог университета хранится коллекция К.К. Фохта (№ 98) к путеводителю Крымской экскурсии 1897 года. Значительное место в ней занимают остатки шестилучевых кораллов – склерактиний (SCL). Для дополнительных сведений о комплексе SCL из оксфорда Крыма необходим был повторный сбор их остатков из тех же местонахождений. Полевые работы на южном склоне горы Перчем в районе города Судака проведены нами в 2018 году с целью детального переописания разрезов по профилям, пройденным К.К. Фохтом, сбора палеонтологических остатков и палеоэкологических наблюдений. Мощность разреза составила около 300 м.

По результатам полевых наблюдений и изучения литологических шлифов выделены основные типы пород. Песчано-глинисто-известковые разности преобладают в нижней части описанного разреза, существенно карбонатные – в верхней. В разрезе присутствуют слои гравелитов и конгломератов. Все перечисленные выше типы пород формировались в обстановках морского мелководья. На нескольких стратиграфических уровнях локализуются коралловые и кораллово-водорослевые органогенные постройки двух типов: первый приурочен к глинисто-алевритисто-карбонатным отложениям, второй – к преимущественно карбонатным.

Постройки первого типа. Это небольшие биогермы и биостромы (мощностью до первых метров и протяженностью до 30 м), состоящие из крупных ветвистых (рамозных и дендроидных) колоний SCL в центральной части и небольших уплощенных массивных тамнастероидных – по периферии. Терригенно-карбонатный материал заполняет все промежутки между постройками и отдельными ветвями колоний. Последние часто наклонены к югу, откуда, скорее всего, поступали пищевые частицы. Одиночные кораллы встречаются как в постройках, так и вне их. Такого типа коралловые поселения характерны для бассейнов с поступлением большого количества илистой взвеси. Здесь обнаружены многочисленные SCL: Goniocora dubia Koby, Acrosmilia plana Eichw., Thamnasteria concinna Gold., Thecosmilia dichotoma Koby, Montlivaltia variabilis Koby, Microsolena exigua Koby, Dimorpharea lineata Eichw., Dimorphastraea dubia de From., Epismilia cf. haimei de From., Calamophylliopsis sp., Complexastraea cf. dobroviensis Mor., Latiphyllia sp., Dimorpharea aff. aeguiseptalis Bend., Synastraea aff. subagaricites Beck., Rhipidogyra sp., микросоленины и др. Три вида встречены в Крыму впервые. Изученный комплекс наиболее типичен для оксфорда. Кроме кораллов, встречаются остатки других бентосных организмов и редких аммонитов (*Ptychophylloceras* sp.) (определение В.В. Аркадьева). Кораллы частично или полностью покрыты известковыми микробиально-водорослевыми наростами. На их поверхности располагались разнообразные эпибионты (серпулы, губки, мелкие кораллы, двустворки), поселение которых связано с заносом рыхлым осадком и высокой илистостью дна.

<u>Постройки второго типа</u>. Это биостромы (10–15х30 м и более) и биогермы (7х10 м и более), состоящие из крупных перекристаллизованных массивных тамнастероидных и ветвистых колоний кораллов, губок, хететид и микробиально-водорослевых образований. Постройки и промежутки между ними представлены сильно перекристаллизованными известняками, систематический состав SCL в них не установлен. Судя по морфологическому разнообразию кораллов и крупным размерам колоний, они заселяли наиболее благоприятные для обитания участки дна и формировались в условиях незначительного привноса терригенных частиц.

Комплекс литологических, палеонтологических и тафономических данных позволяет предположить существование в оксфордском веке на изученной территории зарифовой лагуны, в которую происходил снос терригенного материала с суши. Когда он ослабевал, в лагуне формировались органогенные постройки различной морфологии. При этом постройки первого типа занимали пониженные участки рельефа, подверженные более сильному заносу илом, а постройки второго типа могли развиваться на наиболее возвышенных участках морского дна, откуда терригенный ил сносился движениями воды.

Предполагаемая зарифовая лагуна, прослеживаемая, по крайней мере, до вершины г. Перчем (Михайлова, 1959), находилась в тылу цепочки крупных, вероятно, барьерных рифов, предрифовый склон которых примерно соответствует нынешнему положению биогермных массивов гор Сокол – Крепостная (Сесса et al., 2005; Geister et al., 2007). К северу или северо-востоку от этих массивов располагалась сравнительно узкая зона рифового плато.

- *Михайлова М.В.* Строение и условия образования оксфордских биогермов в районе города Судака // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 1959. № 5. С. 52–60.
- Cecca F., Martin Garin B., Marchand D., Lathuiliere B., Bartolini A. (2005). Paleoclimatic control of biogeographic and sedimentary events in Tethyan and peri-Tethyan areas during the Oxfordian (Late Jurassic). Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 222, pp. 10–32.
- Geister J., Lathuiliere B., Yudin S. (2007). Late Jurassic coral reefs and their paleo-relief at Sudak (South coast of Crimea Peninsula, Ukraine). X International Congress on Fossil Cnidaria and Porifera. Abstracts. p. 38.
- Vogt C. (1897). Le jurassique a Soudak. Guide des excursions du VII Congres Geol. Intern. St. Petersburg. 10 p.

## Geology and ore bearing potential of black shales of the Kamensk block (Chelyabinsk Graben, South Urals)

Alexander V. Snachev, Vladimir I. Snachev Institute of Geology, Ufa Ferderal Science Center, Russian Academy of Sciences, Ufa, Russia; SAVant@rambler.ru

## Геология и рудоносность углеродистых сланцев Каменского участка (Челябинский грабен, Южный Урал

Сначёв А.В., Сначёв В.И. Институт геологии УФИЦ РАН, Уфа, Россия; SAVant@rambler.ru

Каменский участок является частью зоны Алапаевско-Челябинского глубинного разлома. С запада и востока он ограничен Челябинско-Суундукским и Красногвардейским антиклинориями и представляет собой клавишную структуру перемежающихся грабенов и горстов, сложенных вулканогенно-осадочными породами девонского и каменноугольного возрастов. Материалы статьи были получены при непосредственном участии авторов в поисково-разведочных и геолого-съемочных работах, соответственно масштабу 1:50 000 (отряд ЧГРЭ ПГО «Уралгеология», Е.П. Щулькин и др., 1980– 1986), а также масштабу 1:200 000 (новая серия, листы N-41-XIII – Пласт (2012) и N-41-XIV – Троицк (2016)) (Пужаков и др., 2018, а, б).

В геологическом строении рассматриваемой площади принимают участие: кособродская (средний девон; туфы андезибазальтов, дацитов и риодацитов), тугундинская и биргильдинская толщи, прорванные интрузивными телами биргильдинско-томинского комплекса. Углеродистые отложения установлены только в последних двух толщах.

*Тугундинская* толща представлена аркозовыми и полимиктовыми песчаниками и конгломератами, углеродистыми алевролитами и аргиллитами. Взаимоотношения с подстилающими породами – несогласные. Контакт с перекрывающими образованиями биргильдинской толщи – согласный. Б.А. Пужаковым были проведены определения возраста циркона, U-Pb методом (SHRIMP-II), из галек гранитов в составе конгломератов. Полученные конкордантные данные – 364±6,7 млн лет и 361,3±6 млн лет – соответствуют верхнему девону – нижнему карбону. Следовательно, возраст толщи не может быть древнее нижнего карбона (Пужаков и др., 2018, б).

Биргильдинская толща сложена белыми и серыми органогенными известняками (вблизи контактов с интрузивными массивами часто мраморизованными) с прослоями углеродисто-глинистых и известково-глинистых сланцев и алевролитов. Углеродсодержащие отложения на стандартных петрохимических диаграммах попадают в поля терригенно-углеродистой и карбонатно-углеродистой формаций. Химический состав и характер распределения РЗЭ в них сопоставим с аналогичными отложениями тугундинской толщи. Чередование по разрезу грубо-, средне и мелкообломочных пород повсеместно обнаруживает трансгрессивный характер. Визе-серпуховский возраст толщи определен по фораминиферам, брахиоподам, конодонтам. К биргильдинско-томинскому комплексу относятся небольшие линзовидные интрузивные массивы среди отложений кособродской толщи, сложенные диоритами, кварцевыми диоритами и кварцевыми диорит-порфиритами. Контакты его с вмещающими породами – интрузивные, крутые, падают под массив, вмещающие породы пропилитизированы. С комплексом связаны многочисленные медно-порфировые объекты, а также золотые проявления, приуроченные к углеродсодержащим отложениям его ближайшего обрамления (Сначёв, Щулькин, 2018). Абсолютный возраст диоритов на площади листа N-41-VIII, определенный Н.С. Кузнецовым в 1999 году с помощью К-Аг метода, отвечает позднему девону – раннему карбону. Однако в последнее время получены данные об их силурийском возрасте (Грабежев и др., 2016).

В ходе поисково-разведочных работ было пробурено большое количество глубоких колонковых скважин, что позволило уточнить геологическое строение рассматриваемой территории и оценить рудоносность слагающих ее пород. Углеродистые отложения тугундинской и биргильдинской толщ являются благоприятной средой для локализации благороднометального оруденения. Рудопроявления золота метаморфогенного типа установлены в тектоническом блоке 5х2 км, представляющем собой узкую антиклинальную складку, сложенную преимущественно углеродсодержащими карбонатно-терригенными отложениями. В них отмечены редкие маломощные (0,5-6,0 см) кварц-карбонатные прожилки, секущие сланцеватость и несущие тонкую вкрапленность пирита и халькопирита (до 4 %). В бороздовых пробах с помощью пробирного анализа получены высокие содержания золота – до 3,0 г/т и серебра – до 11,0 г/т. В зоне экзоконтакта порфировых диоритов биргильдинско-томинского комплекса их значение еще выше. Опробование интенсивно рассланцованых и сульфидизированых углеродистых отложений показало содержание Аu – до 4,6 г/т. По всей площади развития углеродистых сланцев отмечается площадная геохимическая аномалия мышьяка до 0,02 %, спектральным анализом установлены повышенные значения меди (0,1 %), цинка (0,01 %) и бария (0,07 %).

Таким образом, выявленная в ходе геолого-съемочных работ благороднометальная специализация измененных и сульфидизированных углеродистых отложений позволяет надеяться на выявление в пределах Каменского участка нового золотого объекта.

- Грабежев А.И., Ронкин Ю.Л., Пучков В.Н., Шардакова Г.Ю., Азовскова О.Б., Гердес А. Силурийский U–Pb-возраст (LA–ICP–MS) циркона из гранитоидов Зеленодольского меднопорфирового месторождения, Южный Урал // Доклады Академии наук. – 2016. – Т. 466. – № 3. – С. 335.
- Пужаков Б.А., Шох В.Д., Щулькина Н.Е. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000 (второе издание). Серия: Южно-Уральская. Лист: N-41-XIII (Пласт). Объяснительная записка. – М.: ВСЕГЕИ, 2018. – 205 с.
- Пужаков Б.А., Шох В.Д., Щулькина Н.Е. Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000 (второе издание). Серия: Южно-Уральская. Лист: N-41-XIV (Троицк). Объяснительная записка. – М.: ВСЕГЕИ, 2018. – 238 с.
- Сначёв А.В., Щулькин Е.П. Геологическое строение и золотоносность углеродистых отложений района горы Тетечная (Южный Урал) // Вестник Пермского университета. Геология. 2018. Т. 17. № 1. С. 52–60.

# Carbonate nodules with aluminum in the Upper Paleozoic limestones of the Urals

Elena I. Soroka, Lyubov V. Leonova, Mihail E. Pritchin Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Ekaterinburg, Russia; soroka@igg.uran.ru

# Карбонатные конкреции с глиноземом в верхнепалеозойских известняках Урала

Сорока Е.И., Леонова Л.В., Притчин М.Е. Институт геологии и геохимии УрО РАН, Екатеринбург, Россия; soroka@igg.uran.ru

Карбонатные конкреции красного цвета, содержащие AI, размером от нескольких миллиметров до нескольких десятков сантиметров, обнаружены в карстовой полости известняков верхнего девона – нижнего карбона, которые отрабатываются карьером на территории Сафьяновского рудоуправления ОАО «Сафьяновская медь», в 10 км северовосточнее города Реж (Средний Урал). Известняки в стенках карстовой полости – серого и темно-серого цвета, микрослоистые, неравномерно тонко-микрозернистые. Слоистость подчеркивается многочисленными обрывками тонких раковин брахиопод (?), длиной до 1–3 мм. Встречаются рассеянные неровные, вытянутые вдоль слоистости пеллоиды, а также сферы водорослей. Порода трещиноватая, трещины выполнены крупно-кристаллическим кальцитом. Также наблюдаются тонкие стилолитовые швы, выполненные темным органическим веществом (описание Г.А. Мизенса).

Карстовая полость заполнена карбонатно-глинистыми тонкослоистыми отложениями, в которых чередуются красные и светло-серые слои. Минеральный состав отложений, по данным рентгеноструктурного анализа (дифрактометр "XRD-7000 Shimadzu"; лаборатория ФХМИ ИГГ УрО РАН, оператор О.Л. Галахова), представлен кальцитом, присутствует примесь хлорита, слюдистого материала и каолинита, а в красных разностях – гематита. Содержание Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> во вмещающих глинах достигает 22 весовых процентов. Конкреции залегают согласно слоистости осадков. Конкреции имеют преимущественно эллипсоидальный облик, скорлуповатую отдельность, однако внутренняя зональность и макрофоссилии отсутствуют. Поры пустые или заполнены тонко- и мелкокристаллическим кальцитом. По данным РСА, отмечаются кальцит (63 %), с параметрами решетки: a = 4,972 Å; c = 16,978 Å, каолинит (до 10 %), гематит (до 6 %) и примеси слюдистого материала, кварца и хлорита. Исследования методом сканирующей электронной микроскопии (СЭМ) ("JEOL JSM-6390LV") и энергодисперсионной спектрометрии ("Inca Energy 450"; лаборатория ФХМИ, ИГГ УрО РАН) показали, что конкреция состоит из плотно расположенных зерен карбоната кальция (рис. 1, а). Элементно-примесный состав ее достаточно однообразен, без видимой зональности. Зерна карбоната обволакиваются железистой пленкой. Изредка встречаются акцессории, в частности хромшпинелид, слюдистые образования и хлорит. Минералы диоксида кремния представлены кристаллами кварца и тонкими, почти пленочными некристаллическими образованиями.

Подобные глиноземистые образования встречаются в среднедевонских карстовых известняках Серпиевского бокситового проявления (Южный Урал) (Вялухин и др., 1992). На правом берегу реки Сим в обнажении известняков обнаружены бобовины и оолиты в глинистом цементе, сложенные хлоритом (шамозитом) и бёмитом. Цемент представлен плохо окристаллизованным хлоритом, бёмитом и кальцитом. Для вещества обломков, бобовин и оолитов характерна колломорфная структура. На электронно-микроскопическом снимке поверхности оолитового боксита видна масса тонких пластинок (рис. 1, б). Они равномерно распределены по всему оолиту и представлены бёмитом и шамозитом. При элементном сканировании поверхности оолита видно, что Al находится преимущественно внутри оолита. Пространство между отдельными оолитами заполнено кальцитом. Оолиты окружены тонким слоем (пленкой) кальцита, в котором обнаружены микрофоссилии цианобактерий. Ранее проведенные методом электронного парамагнитного резонанса исследования вещества бобовин показали, что в минеральных матрицах присутствуют остатки захороненного ископаемого органического вещества, типичного для флоры (лигнин, целлюлоза) (Леонова и др., 2010). Подобные минерализованные пленки определяются как следы жизнедеятельности бактерий или цианобактерий (Leonova et al., 2014) и, вероятно, могут указывать на активную роль прокариот в формировании конкреций. Установлено (Бактериальная палеонтология, 2002), что биополимерное вещество, образующееся в процессе жизнедеятельности микробиальных организмов, может замещаться диоксидом кремния (Орлеанский и др., 2007).



Рис. 1. Микрофотографии исследуемых объектов из девонских известняков Урала: а) скол с поверхности конкреции (Хвощовский известняковый карьер, Сафьяновское рудное поле, Средний Урал); б) полированная поверхность среза оолита из средне-верхнедевонских известняков Серпиевского бокситового проявления (река Сим, Южный Урал)

Хотя детальное изучение данных образований начато недавно, можно сделать некоторые выводы: тонкая слоистость отложений, вмещающих конкреции, свидетельствует о спокойной обстановке водной среды в карстовой полости. Вероятно, вода была насыщена кальцием и углекислым газом, имела щелочную реакцию. Неясным остается накопление в отложениях и конкрециях алюминия и железа. Это может указывать отложений гидротермальным флюидом. на проработку Ha гидротемальнометасоматическую природу серпиевских бокситов указывают и Г.И. Вялухин и др. (1992). Присутствие микрофоссилий цианобионтов может свидетельствовать об их активности во время формирования специфичного глиноземистого осадка в прибрежноморской зоне.

Работа выполнена в рамках темы государственного задания ИГГ УрО РАН (№ АААА-A18-118052590030-2).

#### Список литературы

- *Вялухин Г.И., Огородников О.Н., Колмогорова Г.С.* Бокситы Южноуральского бассейна. М.: Наука, 1992. 62 с.
- Леонова Л.В., Сорока Е.И., Галеев А.А., Петрищева В.Г. Оолиты в бокситах Серпиевского рудопроявления (южный Урал) // Актуальные вопросы литологии: материалы VIII Уральского литологического совещания. – Екатеринбург, 2010. – С. 187–188

Бактериальная палеонтология / С.С. Абызов, М. Велш, Ф. Вестал и др. – М.: ПИН РАН, 2002. – 187 с.

- Орлеанский В.К., Карпов Г.А., Жегалло Е.А., Герасименко Л.М. Биогенно-кремнистые постройки термальных полей и их лабораторное моделирование // Минералогия и жизнь: происхождение биосферы и коэволюция минерального и биологического миров, биоминералогия: материалы IV Международного семинара. – Сыктывкар: Геопринт, 2007. – С. 127–128.
- Leonova L.V., Litvinova T.V., Glavatskikh S.P. (2014). Specific microaggregates and problematic microfossils as satellites of biochenogenic rocks. Paleontological Journal. 48 (14), pp. 1552-1556.

# A case study of Upper Permian sedimentary rocks usinga 2D shallow seismic exploration on the western slope of the South Tatar Arch (Volga-Ural Basin)

Andrey V. Stepanov, Ruzil N. Sitdikov Kazan Federal University, Kazan, Russia; Andrey.Stepanov@kpfu.ru

## Опыт изучения отложений верхнего отдела пермской системы западного склона Южно-Татарского свода малоглубинной сейсморазведкой 2D

Степанов А.В., Ситдиков Р.Н.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия; Andrey.Stepanov@kpfu.ru

Отложения Пермской системы в пределах Южного купола Татарского свода (ЮТС) гипсометрически относятся к верхней части разреза (ВЧР) осадочного чехла (Геология Татарстана, 2003). Актуальность геолого-геофизических исследований ВЧР на западном склоне ЮТС неуклонно возрастает на протяжении последних десятилетий. Это обусловлено вовлечением в разработку скоплений природных битумов и сверхвязкой нефти (ПБиСВН), размещенных в терригенных отложениях уфимского яруса, наличием нефтепроявлений в карбонатных отложениях казанского яруса и необходимостью мониторинга активных экзогенных и техногенных процессов, связанных с разработкой месторождений полезных ископаемых, особенно при использовании тепловых способов добычи ПБиСВН. В обобщающих публикациях по геологогеофизической характеристике ВЧР (Хисамов и др., 2007; Боровский и др., 2016) показано, что основной объем информации получен на основе интерпретации несейсмических методов исследований геологического разреза. ВЧР является сложным объектом для изучения сейсморазведкой на отраженных волнах в силу нестабильности ее физических параметров по латерали и вертикали, слабых коэффициентов отражения от границ, отсутствия установленных связей между петрофизическими параметрами и данными ГИС. Небольшой объем опытно-методических сейсмических исследований на ВЧР был выполнен в разные годы сотрудниками «ЦНИИГеолнеруд» (Тиханов и др., 1984) и «ТНГ-Групп» (Екименко и др., 2013). Эти исследования продемонстрировали возможность изучения уфимско-казанской толщи перми сейсморазведкой, при необходимости разработки для этого специальной методики малоглубинной сейсморазведки. Планомерные исследования, связанные с разработкой подобной методики, провдились авторами доклада на кафедре геофизики КФУ, в период с 2013 по 2018 год, в рамках мега-грантов Министерства образования и науки РФ (проект №02.G25.31.0029, проект №02.G25.31.0170). В настоящем докладе представлены результаты применения этой методики для прослеживания стратифицированных границ и техногенного воздействия на ВЧР в пределах Черемшано-Бастрыкской зоны месторождений СВН.

На начальном этапе исследований решалась задача разработки методических приемов параметризации среды при моделировании волновых полей. Построенная авторами сейсмогеологическая модель ВЧР позволила выделить границы, обладающие

относительно повышенными значениями коэффициентов отражения. К ним можно отнести границы в байтуганских слоях (кровля лингуловых глин), между байтуганскими и камышлинскими слоями (кровля среднеспириферового известняка), между камышлинскими и красноярскими слоями. Величина коэффициента отражения на этих границах достигает 0.2, что дало надежду на их прослеживание малоглубинной сейсморазведкой.

При реализации последующих этапов исследований разработаны рациональные методические приемы проведения сейсмической съемки в малоглубинном варианте. Также разработан специальный граф компьютерной обработки отраженных и преломленных волн, направленный на подавление интенсивных поверхностных волн при сохранении относительного уровня амплитуд отражений, формирующихся от акустически контрастных границ в уфимско-казанских отложениях, с целью выделения кинематических и динамических аномалий сейсмического волнового поля.

При использовании специальной методики наблюдений и компьютерной обработки были получены, впервые для геологических условий западного склона ЮТС, результаты, характеризующие процессы, происходящие при тепловом способе добычи битума из песчаной пачки шешминского горизонта.

На рисунке 1 представлен пример трассировки акустически контрастных границ нижнего и среднего отдела перми на временном разрезе. Шаг между пикетами ОСТ по профилю составлял 2,5 м, количество воздействий источника на пикете возбуждения – 50. Периодические наблюдения с помощью данной методики на залежах ПБиСВН, разрабатываемых по технологии SAGD, позволили получить карты разности интервальных скоростей, которые характеризуют изменения термобарических условий между базовой и мониторинговой съемками в песчаной пачке шешминского горизонта для коррекции сценария добычи.



Рис. 1. Временной разрез ОСТ через залежь СВН с наложением кривых ГК и трассировкой поверхностей: 1) нижнеказанского подъяруса; 2) байтуганских слоев; 3, 4) кровли и подошвы песчаной пачки шешминского горизонта

В результате выполненных исследований можно сделать вывод, что малоглубинная сейсморазведка на западном склоне ЮТС может эффективно использоваться для изучения конфигурации стратифицированных границ в ВЧР и контроля за техногенным воздействием на терригенные пласты-коллекторы.

#### Список литературы

Боровский М.Я., Борисов А.С., Фахрутдинов Е.Г. Комплексное геолого-геофизическое изучение верхней части осадочного чехла. – Казань: Издательство Казанского университета, 2016. – 216 с.

Геология Татарстана. Стратиграфия и тектоника. – М.: ГЕОС, 2003. – 402 с.

- Екименко В.А., Морковская Т.В., Добровольская Ж.К. Поиск высокозалегающих залежей сверхвязкой нефти сейсморазведочными работами МОГТ на территории Республики Татарстан // Проблемы повышения эффективности разработки нефтяных месторождений на поздней стадии: материалы Международной научно-практической конференции. – Казань: Издательство ФЭН АН РТ, 2013. – С. 148–153.
- *Тиханов П.М., Бариев И.А.* Битум и озокерит // Геофизические методы поисков и разведки неметаллических полезных ископаемых. – М.: Недра, 1984. – С. 63–68.
- Хисамов Р.С., Боровский М.Я., Гатиятуллин Н.С. Геофизические методы поисков и разведки месторождений природных битумов в Республике Татарстан. Казань: Издательство ФЭН АН РТ, 2007. 247 с.

# Lower-Middle Permian palynological assemblages from the north of the Timan-Pechora province: stratigraphy and correlation

### Tatyana V. Stukova

Branch of LLC "LUKOIL-Engineering" "PermNIPIneft", Perm, Russia; tatjana.stukova@pnn.lukoil.com

## Нижне-среднепермские палинокомплексы севера Тимано-Печорской провинции: корреляционный аспект

### Стукова Т.В.

Филиал ООО «ЛУКОЙЛ-Инжиниринг» «ПермНИПИнефть», Пермь, Россия; tatjana.stukova@pnn.lukoil.com

В Общей стратиграфической шкале России (2006) уфимский ярус венчает приуральский (нижний) отдел перми. В Международной хроностратиграфической шкале (2004, 2008) объем кунгурского яруса изменен за счет включения в его состав уфимского яруса, вопрос о статусе и объеме которого является дискуссионным (Котляр и др., 2013, Грунт, 2013; Данилова, 2013).

Пограничные отложения нижней и средней перми севера Тимано-Печорской провинции представляют собой сложный для исследования объект. В исследованиях прошлых лет указывается, что из-за преимущественно прибрежно-морского и континентального генезиса и полифациальности имеются серьезные затруднения при их расчленении и корреляции. Палеонтологическая охарактеризованность – неравномерная и слабая (Данилова, 2013). По материалам палинологических исследований Малоземельско-Колгуевской моноклинали А.В. Данилова в 2013 году существенно уточнила возрастную обоснованность местных стратиграфических подразделений и представила характеристику трех палинокомплексов (ПК) в уфимско-казанском диапазоне.

По результатам исследований прошлых лет и материалам изучения палинологических комплексов в поисковой скважине 1 выполнена корреляция уфимских ПК сопредельных территорий Ненецкого автономного округа. Их сменяемость в разрезе пермских отложений дополнена комплексом спор из подстилающих кунгурских образований скважины 1 (Данилова, 2013; Варюхина, 1971; Молин, Колода, 1972).

В результате для пограничных отложений нижней и средней перми севера Тимано-Печорской провинции выявлена последовательность палинологических комплексов в кунгурско-казанском возрастном диапазоне.

- Варюхина Л.М. Споры и пыльца красноцветных и угленосных отложений перми и триаса северо-востока Европейской части СССР. Л.: Наука, 1971. 158 с.
- Грунт Т.А. Проблема соотношения общей пермской стратиграфической шкалы России с региональными шкалами и глобальным хроностратиграфическим стандартом // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и проблемы устройства: сборник статей. – М.: ГИН РАН, 2013. – С. 214–217.
- Данилова А.В. Пограничные отложения перми Печорской плиты // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и проблемы устройства: сборник статей. – М.: ГИН РАН, 2013. – С. 218–219.
- Котляр В.Г. Общая стратиграфическая шкала пермской системы: современное состояние // Общая стратиграфическая шкала России: состояние и проблемы устройства: сборник статей. – М.: ГИН РАН, 2013. – С. 187–195.
- *Молин В.А., Колода Н.А.* Верхнепермские спорово-пыльцевые комплексы севера Русской платформы. – Л.: Наука, 1972. – 76 с.

## Foraminiferal biozones of the Kazanian stratotype, Volga-Kama region, East European Platform

Evgeny E. Sukhov

Kazan Federal University, Kazan, Russia; evgeny.suchov@yandex.ru

### Kazanian biostratigraphic zones

A refined analysis of the Kazanian sections along with the accumulation of new data revealedd foraminiferal biostratigraphic zones with stable groups of genera that can betraced laterally.

Small foraminifera are unevenly distributed in the Kazanian: 12 most representative families are contained in the Lower Kazanian, and six families are contained in the Upper Kazanian. The sequence of zones is traced by appearance and disappearance of index species and by the flourishing of the most characteristic species. The Lower Kazanian includes three biostratigraphic zones: *Ichtyolaria dilemma*, *Ichtyolaria subtilis* and *Ichtyolaria fallax*. The Upper Kazanian includes four biozones: *Ichtyolaria tsaregradskii*, *Ichtyolaria omolonica*, *Ichtyolaria longissima* and *Ichtyolaria vesta*.

### Lower Kazanian biostratigraphic zones

The Lower Kazanian terrigenous-carbonate deposits erosively overlie the Sakmarian carbonate-sulphate formations. The Lower Kazanian has the highest foraminiferalcontent with a dominant role played by calcareous species, among which the *Nodosaria*, *Lingulonodosaria*, *Geinitzina*, *Ichtyolaria*, *Pseudotristix*, *Tristix*, *Falsopalmula* and*Lenticulina* genera are the most important ones. In the western, most marine Lower Kazanian sections, foraminifera are confined to three stratigraphic intervals corresponding to the Baituganian, Kamyshlian and Krasnoyarskian/Barbashinian strata.

The *lchtyolaria dilemma* zone occurs at the bottom of the Lower Kazanian and comprises the Baituganian represented mainly by clays, siltstones and dark grey limestones. Its zonal complex contains 110 species including secretory calcareous and agglutinated foraminifera. *Nodosaria* represents approximately 70 percent of all identified species.

The most characteristic species are *Psammosphaera bulla* Voron., *Lingulonodosaria fallax* Tscherd., *Falsopalmula permiana* (Tscherd.).

Microfaunal abundance in Baituganian time indicates an irruption of foraminiferal genera and species. In the Baituganian, the highest diversity of marine faunal remains, including foraminifera, is observed in the Middle Spirifer, or echinated, limestone. In its lower half, consisting of *Lingula* clays, foraminifera are represented only by occasional *Saccammina*. The echinated limestone contains abundant miliolid shells that are the dominant rock material in some zones. *Cornuspira* representatives, such as *Cornuspira* kamae (Tscherd.), *C. megasphaerica* Gerke and species that are close to *Cornuspira* kinkelini Spand., are in mass abundance.The Baituganian has the following index species: *Nodosaria* farciminiformis K. M.-Macl., *Lingulina* semivelataTscherd.

Characteristic species that can be found in higher stratigraphic units are *Nodosaria hexagona* Tsherd. *Tristix permiana* Gerke, *Pseudotristixtscherdynzewi* (K. M.Macl.), *Astacolus rotaliaeformis* (Tscherd.) make up the most stable biocommunity that can be used for detailed stratification and local correlationwithin the stratotype area.

The upper boundary of the zone is identified by the extinction of index species including *Tristix permiana* Gerke, *Pseudotristix tscherdynzewi* K. M.-Macl.

The *lchtyolaria subtilis* zone occurs within the Kamyshlian, represented mainly by dark grey limestones with brachiopod remains. This biozone contains around 40 species, i.e. much fewer than the previous zone. The number of agglutinated species approximately equals that of secretory calcareous ones. The zone contains 11 families and 28 genera.

The index species are *Reophax belfordi* Cresp., *R. minutissimus*Plum., *Ammobaculites primarius* Uch.

The zone is clearly marked by index species in the Kazanian on the southeastern slope of the Russian Platform and in North Dvina. The upper boundary of the biozone is marked by the extinction of index species at the top of the Kamyshlian.

The *Ichtyolaria fallax* zone occurs within the Krasnoyarskian, represented mainly by sandstones and siltstone intercalated with grey limestone layers containing bivalve mollusks, bryozoans and brachiopods. This zonal complex contains around 30 species (7 families and 14 genera) and is thus much poorer than that of the Kamyshlian. This stratigraphic unit has been found to contain index species including *Rhabdammina licharevi* Uchar. and *Hemigor-dius planispiralis* K. M.-Macl. *Ichtyolaria fallax* (K. M.-Macl.) has been found in the afore-described stratigraphic units but flourished most in this biozone.

The upper boundary of the complex is at the extinction level of index species and coincides with the top of the Lower Kazanian represented by marls and dolomites. The index species of this zonal complex have been found on the southeastern slope of the Russian Platform and in the Kuibyshev Trans-Volga Region.

#### Upper Kazanian biostratigraphic zones

The *lchtyolaria tsaregradskii* zone occurs at the bottom of the Upper Kazanian/Povolzhian throughout the Prikazanian strata represented mainly by marls and dolomites with occasional bivalves and brachiopods. This zone contains around 25 species.

The most characteristic representatives of its palaeobiocoenosis are *Saccammina rotundata* K. M.-Macl., *Paraglomospira simplicissima* K. M.-Macl. The upper boundary of this biozone should be drawn through the top of the Prikazanian coinciding with a mass extinction of species including *Pseudonodosaria nodosariaeformis* K. M.-Macl.

The *Ichtyolaria omolonica* zone occurs within the Pechischian represented mainly by dolomite and gypsum. Its zonal complex contains 24 species.

The characteristic species are *Haplophragmoides opinalilis* Uchar., *Ammobaculites incertus* Uchar. Unlike the previous complex, this one is characterised by the flourishing of attached foraminifera including those of the *Orthovertella*, *Tolypammina* genera. The *Ichtyolaria omolonica* (K. M.-Macl.) occurs in the Verkhoyansk and Kolymo-Omolon provinces in the Omolon horizon corresponding to the Kazanian. The boundary of this biozone is marked by a mass extinction of species and a substantial decrease in the number of transitional species at the base of the Verkhneuslonian.

The *Ichtyolaria longissima* zone coincides with the Verkhneuslonian strata represented by white dolomites with siliceous inclusions. This zone contains around 20 species.

The most characteristic representatives are *Haplophragmoides opinabilis* Uch., *Digitina rara* Uch. The *Ichtyolaria longissima* (K. M.-Macl.) index species occurs, in decreasing order of occurrence, in the Upper Kazanian of Tatarstan and the Kuibyshev Trans-Volga Region, in the Omolon horizon of the Verkhoyansk and Kolymo-Omolon provinces, and in the Doramshanian of the Transcaucasian province (Tethyan Realm). The boundary of this biozone is marked by the disappearance of *Ichtyolaria longissima* (K. M.-Macl.) and a significant decrease in the abundance of the Ammodiscidae family, which coincides with the lithological boundary between the Verkhneuslonian and Morkvashian.

The *lchtyolaria vesta* zone includes the Morkvashian represented by marly formations and light grey cavernous dolomites with thin clay interlayers. The most characteristic species are *Haplophragmoides opinabilis* Uch.

The biocenosis of this zone is similar to that of the previous one but with dominating agglutinated forms. The characteristic genera are *Saccammina*, *Ammodiscus*, *Haplophragmoides*, *Trochammina*, *Verneuilinoides*.

The index species are *Haplophragmoides opinabilis* Uchar. and *Ichtyolaria vesta* Suchov. The characteristic species, mostly *Ammodiscidae*, have been found in the Kama-Volga and Kuibyshev Trans-Volga palaeobiogeographic zones.

All these species became extinct at the boundary with the Urzhumian in light grey limestones. The overlying stratigraphic unit is represented by red beds with no foraminifera.

## The boundaries of the Upper Carboniferous Stages in the Usolka Section, Southern Urals

Guzal M. Sungatullina, Rafael Kh. Sungatullin Kazan Federal University, Kazan, Russia; Guzel.Sungatullina@kpfu.ru

## Границы ярусов верхнего карбона в разрезе Усолка, Южный Урал

Сунгатуллина Г. М., Сунгатуллин Р. Х. Казанский федеральный университет, Казань, Россия, Guzel.Sungatullina@kpfu.ru

Разрез Усолка, расположенный в Гафурийском районе Республики Башкортостан (Россия), сложен глинисто-карбонатными породами приграничного интервала карбона и перми с редкими прослоями туфов (Чувашов, Черных, 2002; Чувашов и др., 1990), которые позволили выполнить радиометрические датировки для отдельных стратиграфических уровней (Shmitz, Davydov, 2012). В 2018 году разрез Усолка получил статус лимитотипа (GSSP) сакмарского яруса пермской системы Международной стратиграфической шкалы, став первым «золотым гвоздем» в России (Chernykh et al., 2016). Работы, проводимые на данном разрезе в последнее время, позволяют сделать вывод, что Усолка обладает большим потенциалом и может рассматриваться в качестве кандидата GSSP гжельского (Chernykh et al. 2006, a, b) и касимовского (Sungatullina, Davydov, 2015; Sungatullina et al., 2015) ярусов карбона. В настоящее время для нижней границы гжельского яруса выбран вид-индекс конодонтов *Streptognathodus simulator* Ellison (Villa et al., 2009). Для нижней границы касимовского яруса подобный конодонтовый вид-индекс пока не определен.

Нижняя граница касимовского яруса в разрезе Усолка до недавнего времени была изучена слабо. В последнее время возобновлены исследования данного интервала (Sungatullina, Davydov, 2015; Sungatullina et al., 2015), начатые еще в конце прошлого века (Чувашов и др., 1990). Пограничный московско-касимовский интервал в разрезе Усолка охарактеризован разнообразным, многочисленным и довольно близким комплексом конодонтов, основным отличием которого является появление в начале касимовского века вида *Swadelina subexcelsa* (Alekseev et Goreva). Совместно с ним присутствуют многочисленные идиогнатодусы, подвергшиеся в различной степени процессу «желобообразования». Поэтому среди конодонтовжелобообладателей, вероятно, и нужно искать вид, маркирующий основание касимовского яруса. Наиболее предпочтительным представляется *Swadelina subexcelsa* (Alekseev et Goreva), в качестве предка которого предлагается *Idiognathodus podolskensis* Goreva. По нашему представлению, именно от него произошел вид *Swadelina subexcelsa* (Aleks. et Gor.), путем углубления центрального понижения и разрыва ребер в центре платформы с образованием срединного желоба.

Выше по разрезу, в отложениях касимовского яруса, конодонты не столь многочисленны, как в пограничном интервале, однако здесь присутствуют виды, позволяющие расчленить касимовский ярус на конодонтовые зоны, установленные в пределах Восточно-Европейской платформы и Урала: Swadelina subexcelsa, S. makhlinae, Idiognathodus sagittalis, Streptognathodus firmus (Алексеев, Горева, 2012; Махлина и др., 2001; Сунгатуллина, 2012).

В пограничном касимовско-гжельском интервале наблюдается увеличение разнообразия конодонтов. Нижняя граница гжельского яруса маркируется видом *Streptognathodus simulator* Ellison. Также присутствуют *Idiognathodus toretzianus* Koz., *I. verus* Chern., *I. undatus* Chern., *Streptognathodus auritus* Chern., *S. crassus* Chern., *S. dolioliformis* Chern., *S. gracilis* Stauff. et Plumm., *S. gravis* Chern., *S. sinistrum* Chern. Исследование конодонтов разреза Усолка показало, что его московско-касимовский и касимовско-гжельский интервалы характеризуются их массовым развитием и разнообразием, что делает обоснованным предложение данного разреза в качестве эталона (GSSP) касимовского и гжельского ярусов.

- Алексеев А.С., Горева Н.В. Конодонты пограничного интервала московского и касимовского ярусов (карбон) на Южном Урале // Современная микропалеонтология: материалы XV Всероссийского микропалеонтологического совещания. Геленджик, 2012. С. 189–193.
- *Махлина М.Х., Алексеев А.С., Горева Н.В.* Средний карбон Московской синеклизы (южная часть). М.: Научный мир, 2001. Т. 2: Палеонтологическая характеристика. 328 с.
- Сунгатуллина Г.М. Каменноугольные конодонты востока Русской плиты. Saarbrucken: Lambert Academic Publishing & Co, 2012. 168 с.
- Чувашов Б.И., Черных В.В. Разрез «Красноусольский» // Путеводитель геологических экскурсий по карбону Урала / под ред. Б.И. Чувашова. Екатеринбург: ИГиГ УрО РАН, 2002. Ч. 1: Южноуральская экскурсия. С. 18–33.
- Чувашов Б.И., Дюпина Г.А., Мизенс Г.А., Черных В.В. Опорные разрезы верхнего карбона и нижней перми западного склона Урала и Приуралья. Свердловск: УрО АН СССР, 1990. 402 с.
- Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Snyder W.S. (2006). Potential candidate for GSSP to define base of Gzhelian Stage in global chronostratigraphic scale: Usolka section, southern Urals, Russia. Newsletter on Carboniferous Stratigraphy 24, pp. 23–29.
- Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Davydov V.I., Schmitz M., Snyder W.S. (2006). Usolka section (southern Urals, Russia): a potential candidate for GSSP to define the base of the Gzhelian Stage in the global chronostratigraphic scale. Geologija 49, pp. 205–217.
- Chernykh V.V., Chuvashov B.I., Shen S., Henderson C.M. (2016). Proposal for the Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base-Sakmarian Stage (Lower Permian). Permophiles 63, pp. 4–18
- Shmitz M.D., Davydov V.I. (2012). Quantitative radiometric and biostratigraphic calibration of the Pennsylvanian-Early Permian (Cisuralian) time scale and pan-Euramerican chronostratigraphic correlation. Geological Society of America Bulletin 124 (3-4), pp. 549–577.
- Sungatullina G.M, Davydov V.I., (2015). New data on conodonts from the Kasimovian Stage of the Usolka section, southern Ural Mountains. Paleontological Journal 49 (10), pp.1142–1149.
- Sungatullina G.M., Davydov V.I., Barrick J.E., Sungatullin R.Kh., Shilovsky O.P. (2015). Kasimovian-Gzhelian transition, Usolka section, Soutern Urals, Russia: new data. XVIII International Congress on the Carboniferous and Permian. – Kazan: Kazan University Press, pp. 191.
- Villa E., Alekseev A.S., Barrick J.E., Boardman D.R., et al. (2009): Selection of the conodont *Idiognathodus simulator* (Ellison) as the event marker for the base of the global Gzhelian Stage (Upper Pennsylvanian, Carboniferous). Paleoworld 18, pp. 114–119.
# Trace elements in quartz as markers of terrigenous sediment sources in Jatulian conglomerates (Karelia)

Evgeniya N. Svetova, Sergey A. Svetov, Alexandra V. Stepanova Institute of geology, Karelian Research Center, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, Russia; enkotova@rambler.ru

Determination of sources of the terrigenous sediments is one of the problems of Precambrian sedimentology (McLennan, 2001). The basis for such reconstructions is petrographic and geochemical study of sedimentary clastic material. In case of sedimentary rocks contains terrigenous monomineral clusters (pebbles), the reconstruction of their primary sources requires more precise chemical analysis (for example studying of trace elements content in them).

This report illustrates the possibilities of LA-ICP-MS method for solving the problem of the origin of quartz pebbles in the Jatulian polymictic conglomerates (Karelian craton). The study was carried for a key section of conglomerates the Suna River canyon area (Sokolov et al., 1970) in Central Karelia, where quartz pebbles of all visually distinguished types were sampled.

An additional study of the content of trace elements in vein and rock-forming quartz from the underlying Meso-Archean and Paleoproterozoic complexes made to search for a possible source of quartz.

The set of reference samples includes genetically contrasting types of quartz: magmatic, postmagmatic, sedimentary-chemogenic, hydrothermal, pegmatitic and terrigenemetamorphogene (quartzite).

The rare and rare-earth elements in quartz were analyzed by LA-ICP-MS (X-SERIES-2 Terhmo scientific quadrupole mass spectrometer with the UP-266 Macro New Wave research laser ablation complex) in the IG KarRC RAS following the method of (Svetov et al., 2015). The analysis was carried out on 1×1 cm quartz plates, the laser sampling area size was 100×50  $\mu$ m. Measurements for each sample were performed on a five point profile and then averaged for statistically reliable results.

The study showed that all quartz types contain a wide range of trace elements: Li, Be, Sc, Ti, V, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, As, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Ag, In, Sn, Sb, Ba, Lu, Hf, Ta, Au, Th, U, REE. The concentrations of elements vary in different types of quartz: from significant values to the lower limit of sensitivity of the ICP-MS method. Trace elements patterns (normalized to the Upper Continental Crust (McLennan, 2001)) showed significant differences in both the topology of trends and the observed anomalies in various types of quartz (Fig. 1, a–c). Three distinct quartz types which differing both in the degree of enrichment of rare and rare-earth elements and their concentration ratios were determined using the studied collection. The first group is represented by magmatic quartz, the second group join hydrothermal, postmagmatic and pegmatite quartz, the third group join chemogenic and terrigene-metamorphogene quartz.

Comparison of trace elements patterns of pebble quartz with reference quartz patterns allowed us to identify two varieties corresponding to the (1) hydrothermal and (2) terrigene-metamorphogene quartz (fig. 1, d). This indicates the existence of at least two sources of terrigenous quartz material for the Jatulian sedimentation basin in the studied area. The first type of quartz pebbles could be formed due to the destruction of hydrothermal quartz veins and quartz-bearing amygdaloidal rocks of the Sumian andesite-basaltic volcanic complex. The source of the second quartz type is probably connected with quartzite of the Archean formations.



Fig. 1. Rare and REE patterns (normalized to UCC) of various quartz types

The investigation was made within the framework of the IG KarRC RAS State assignment.

#### References

- McLennan S.M. (2001). Relationships between the trace element composition of sedimentary rocks and upper continental crust. Geochemistry, Geophysics, Geosystems 2, Art. No. 2000GC000109.
- Svetov S.A., Stepanova A.V., Chazhengina S.Y., Svetova E.N., Rybnikova Z.P., Mikhailova A.I., Paramonov A.S., Utitsyna V.L., Ekhova M.V., Kolodey B.S.(2015). Precision geochemical (ICP-MS, LA-ICP-MS) analysis of rock and mineral composition: the method and accuracy estimation in the case study of early precambrian mafic complexes. Writings of the Karelian researcher center RAS 7, pp. 54–73. (In Russian).
- Sokolov V.A., Galdobina L.P., Ryleev A.V., Satzuk Yu.I., Svetov A.P., Heyskanen R.I. (1970). Geology, Lithology and Paleogeography of the Jatulian in Central Karelia. Petrozavodsk: «Kareliya», 366 p. (In Russian).

## Cycles of sedimentation in the Middle Frasnian paleobasin in the Priil'menskaya part of the Main Devonian Field

Anna B. Tarasenko

St. Petersburg Mining University, St. Petersburg, Russia; etele1@yandex.ru

# Седиментационная цикличность в середине франского века в Приильменской части Главного девонского поля

### Тарасенко А.Б.

Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия; etele1@yandex.ru

На примере терригенно-карбонатных комплексов среднего франа показаны основные черты циклогенеза в Приильменской части Главного девонского поля (Псковско-Демянская структурно-фациальная зона). Разрез среднего франа состоит из шести циклотем мощностью 10-40 м (Тарасенко, 2012). Первая (нижняя) соответствует снетогорским слоям, вторая – псковским, третья включает в себя чудовские и дубниковские слои, четвертая соответствует порховским слоям, пятая объединяет свинордские и ильменские слои, шестая – бурегские и снежские. В середине франа территория Приильменья располагалась в переменно-влажной жаркой субэкваториальной климатической зоне, где в псковское, свинордско-ильменское и бурегско-снежское время действовали седиментационные системы открытого мелководья, а в снетогорское, чудовско-дубниковское и порховское – изолируемого мелководья (Тарасенко, 2012; Шишлов, 2013). По особенностям состава и последовательности слоев эти циклотемы разделены на 4 группы. Для обозначения типов слоев использована индексация, предложенная С.Б. Шишловым (2010). Символы X, Y и Z отвечают энергетическим зонам профиля Ирвина; A, B и C – обозначают структуру: А – алевро-пелитовую, С – псефито-псаммитовую, В – алтернитовую (чередование А и С). Буквами «с» и «t» отмечены карбонатные и терригенные слои.

Карбонатная циклотема изолируемого мелководья в нижней (трансгрессивной) части сложена светло-серыми и буровато-красными песчанистыми пакфлаутстоунами cYC-IV, cYC-V со взмученной текстурой, с многочисленными раздробленными и окатанными фрагментами раковин брахиопод, гастропод, остракод, члениками криноидей, детритом рыб, с уплощенными глиняными и известняковыми интракластами. Выше залегает светлоокрашенный линзовидно-слоистый мадстоун сХА-І с ходами илоедов, единичными раковинами брахиопод и двустворок в прижизненном положении. В верхней (регрессивной) части циклотемы его сменяют ракушняковые известняки сус-IV, а затем – тонкое переслаивание мергелей, известняков, доломитов и глины ctZB с лингулами и растительными пленками. Венчают циклотему зеленоватосерые волнистослоистые мергели сZA с глинистыми примазками, с остатками водорослей, гастропод, остракод и панцирей рыб. Вероятно, в трансгрессивную фазу в волноприбойной зоне накапливались органогенно-обломочные отложения сYC-IV, сҮС-V, а в глубоководных обстановках – карбонатные илы сХА-I. Образование в регрессивную фазу ракушняковых валов сҮС-IV привело к нарушению водообмена, накоплению доломитов, известняков и мергелей cZA, ctZB.

Карбонатно-терригенная циклотема изолируемого мелководья в нижней (трансгрессивной) части сложена ракушняковыми сYC-IV, сYC-V и микритовыми сXA-I известняками, сходными с описанными выше. В верхней (регрессивной) части – светлосерыми кварцевыми песчаниками tYC-IV, от средне-крупнозернистых с галькой глинистоалевритовых пород и фрагментами панцирных рыб в основании до мелко-тонкозернистых слюдисто-алевритистых у кровли. В этом же направлении текстура изменяется от взмученной, косой разнонаправленной до мульдообразной и волнистослоистой. Песчаники сменяются тонким волнистым чередованием красновато-бурых алевритистых глин, голубовато-серых кварцевых алевролитов и тонкозернистых песчаников tZB-I. Выше залегает красно-коричневая комковатая глина tZA-I с линзами микритовых известняков, доломитов и гипсов. Осадконакопление на трансгрессивном этапе протекало в условиях открытого мелководья и его особенности описаны выше. На стадии регрессии благодаря интенсивному выветриванию на суше, в бассейне накапливались пески tYC-IV бара, глины tZA-I внутренней низкодинамичной области лагуны, а также красноцветные глины, песок и алеврит tZB-I ее внешней подвижной области.

Карбонатная циклотема открытого мелководья в нижней части сложена ракушняками сYC-IV, сYC-V, алтернитами сtYB-II и микритовыми известняками сXA-I (описание дано выше) с прослоями органогенно-обломочных градационно слоистых известняков сХС-II. Вверху залегает тонкое линзовидно-полосчатое чередование светло-серых и красно-бурых песчанистых биокластовых (обломки раковин брахиопод, гастропод, створки остракод, членики криноидей, чехлы полихет, фрагменты панцирей рыб, пеллеты) пак-флаутстоунов, вак-пакстоунов и серовато-зеленых известковистых глин сtYB-I. Завершается циклотема светло-серым, красно-бурым пак-вакстоуном сYC-II с фрагментами брахиопод, гастропод, мшанок. К кровле этого слоя сохранность фоссилий улучшается. Подъем уровня моря способствовал уменьшению сноса обломочного материала с континента и усилению биопродуктивности. На мелководье под действием волнений происходил перемыв органогенного материала и донных осадков. Возникла система вдольбереговых подводных детритовых валов сус-IV, сус-У. Понижения между ними заполнял преимущественно пелитовый материал ctYB-II. В низкодинамичных, глубоководных, удаленных от берега обстановках накапливались карбонатные илы сХА-I с прослоями темпеститов сХС-II. На этапе регрессии возникла система органогенно-детритовых валов сYC-II и межваловых депрессий сtYB-I.

Карбонатно-терригенная циклотема открытого мелководья. Ее нижняя часть сходна с таковой карбонатной циклотемы. Выше залегает голубовато-серая, с вишнево-бурыми пятнами, глина tXA с тонкой субгоризонтальной слойчатостью и прослоями органогенно-детритовых градационно слоистых известняков cXC-II. Глину перекрывают алтерниты tYB-I, представленные отчетливым чередованием светлоокрашенных тонкозернистых алевритистых кварцевых песчаников и голубовато-серых или вишнево-бурых глин. Алтерниты сменяются песчаниками tYC-IV (описаны выше), а также красно-бурыми мелко-тонкозернистыми алевритовыми песчаниками tYC-I с волнистой слойчатостью, с фрагментами панцирей рыб, створками брахиопод, ядрами и отпечатками раковин гастропод. На межслойковых поверхностях обнаружены следы обитания *Rhizocorallium* и *Zoophycos*, субгоризонтальные ходы илоедов. На трансгрессивном этапе осадконакопление протекало на открытом мелководье. На регрессивной фазе в относительно глубоководных обстановках накапливались силикатные илы tXA, а во время штормов – темпеститы сXC-II. По мере снижения уровня моря количество кластического материала увеличивалось. В условиях изменчивой гидродинамики в зоне «лоскутных песков» образовалось линзовидно-полосчатое чередование глин, алевролитов и песчаников **tYB-I**. В прибрежной зоне формировались подводные песчаные валы **tYC-IV**. Благодаря продолжавшемуся падению уровня моря песчаные валы периодически оказывались в субаэральных условиях **tYC-I**.

Циклотемы 1 типа описаны в разрезах чудовских-дубниковских, 2 типа – снетогорских-порховских, 3 типа – псковских, 4 типа – свинордских-ильменских и бурегскихснежских слоев.

#### Список литературы

*Тарасенко А.Б.* Особенности строения и обстановки формирования отложений франского яруса в Приильменской части Главного девонского поля: автореф. дис. ... канд. геол.минерал. Наук. – СПб., 2012. – 21 с.

Шишлов С.Б. Климатические типы циклогенеза в эпиконтинентальных палеобассейнах: материалы VII Всероссийского литологического совещания. – Новосибирск, 2013. – С. 298–300.

Шишлов С.Б. Структурно-генетический анализ осадочных формаций. – СПб.: Санкт-Петербургский государственный горный институт (технический университет), 2010. – 276 с.

## Correlation of conodont and palynological biozones: *Ancyrodella rotundiloba soluta* and *Cristatisporites deliquescens* (Upper Devonian, North Ural-Timan region)

Olga P. Telnova, Marina A. Soboleva, Dmitry B. Sobolev Institute of Geology, Komi Science Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia; mamatveeva@geo.komisc.ru

## Сопоставление конодонтовых и палинологических биозон: *Ancyrodella rotundiloba soluta* и *Cristatisporites deliquescens* (верхний девон, Тимано-Североуральский регион)

Тельнова О.П., Соболева М.А., Соболев Д.Б. Институт геологии Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, Россия; mamatveeva@geo.komisc.ru

В качестве эталонного «полигона» для уточнения границы живетского и франского ярусов (границы среднего и верхнего девона соответственно) предлагается Тимано-Печорская провинция, где разнофациальные отложения средне-позднедевонского возраста в стратиграфически полных разрезах являются уникальными в мировом масштабе. Таксономическое разнообразие и хорошая сохранность микро- и макрофоссилий различных групп организмов могут служить основой для сопоставления этих разрезов, региональных и межрегиональных корреляций.

Основным инструментарием для биостратиграфического расчленения континентальных и прибрежно-морских отложений остается палинологический метод. Из континентальных живетско-франских отложений в бассейне реки Цильма (Средний Тиман) описана последовательность палинокомплексов и проведена их корреляция с комплексами из одновозрастных прибрежно-морских Южного Тимана (Тельнова, 2007; Telnova, Shumilov, 2019). Однако для региональных и особенно межрегиональных корреляций необходимо сопоставление палинологических зон с палеонтологическими, прежде всего ортостратиграфическими, группами организмов (в девонской стратиграфической схеме – с конодонтовой зональностью).

Впервые одновременное появление в разрезе спор *Cristatisporites deliquescens* (Naumova) Arkh. и конодонтов *Ancyrodella rotundiloba soluta* Sandberg, Ziegler et Bultynck было установлено в разрезе ручья Дэршор (гряда Чернышева), в верхней части кедзыдшорской свиты (Тельнова, 2000; Юдина, 1995). Позже подобная ассоциация конодонтов и миоспор была встречена в мелководно-шельфовых отложениях Южного Тимана (поднятие Джежимпарма), в разрезе ручья Шера. Разрез представлен карбонатными органогенно-обломочными породами ыбской свиты. Здесь зафиксировано первое появление видаиндекса *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg, Ziegler et Bultynck (Соболева, Соболев, 2017; Соболева и др., 2019), который характеризует основание нижней подзоны конодонтовой зоны Mesotaxis falsiovalis (Ziegler, Sandberg, 1990). Выше по разрезу отмечено одновременное появление конодонтов *Ancyrodella rotundiloba soluta* и спор *Cristatisporites deliquescens*. Этот таксон спор высших растений в стратиграфически полных разрезах Среднего Тимана выделен в качестве вида-индекса миоспорового подкомплекса региональной зоны Cristatisporites pseudodeliquescens (Тельнова, Шумилов, 2017). Впервые зона Cristatisporites pseudodeliquescens установлена в непрерывном разрезе скважины 1 Бальнеологической (Южный Тиман), непосредственно над породами, вмещающими верхнетиманский палинокомплекс. Аналогичный палинокомплекс встречается и в нижней части устьярегской свиты, обнажение 27 на правом берегу реки Ухта, и в керне скважин 10 Тиманской, 3 и 6 Крохаль, и в других районах Тимано-Печорского региона (Тельнова, 2000). Для палинокомплекса верхней части устьярегской свиты (скважина 1 Крохаль и обнажение 7 на левом берегу нижнего течения реки Чуть) характерен бедный таксономический состав миоспор (7 родов, 10–12 видов) и появление акритарх родов *Varyhachium, Baltisphaeridium, Mycrhystridium*. Детальное изучение ухтинского разреза девона позволило выделить в устьярегской свите два комплекса микрофитофоссилий, отражающих различные условия осадконакопления. В отличие от Южного Тимана, в разрезах устьярегской свиты Среднего Тимана прослежена стратиграфическая последовательность появления видов спор *Cristatisporites pseudodeliquescens* Telnova et Marshall и *C. deliquescens*.

Таким образом, установлено одновременное появление конодонтов Ancyrodella rotundiloba soluta и спор Cristatisporites deliquescens, что позволяет нам коррелировать континентальные отложения Среднего Тимана с мелководно-морскими и морскими отложениями Южного Тимана и гряды Чернышева. Конодонты Ancyrodella rotundiloba soluta или поздний морфотип Ancyrodella rotundiloba (sensu Klapper, 1985) определяют зону MN2 (Klapper, 1989), а также являются видом-индексом зоны Ancyrodella rotundiloba soluta, по новой конодонтовой зональности (Aboussalam, Becker, 2007; Becker et al., 2016).

#### Список литературы

- Соболева М.А., Соболев Д.Б. Первые данные по конодонтам ыбской свиты по ручью Шера (возвышенность Джеджимпарма) // Структура, вещество, история литосферы Тимано-Североуральского сегмента: материалы 26-й Научной конференции. – Сыктывкар, 2017. – С. 289–293.
- Соболева М.А., Соболев Д.Б., Антропова Е.В., Тельнова О.П. Биота на рубеже среднего и верхнего девона в разрезе Южного Тимана (возвышенность Джеджимпарма) // Геология и минеральные ресурсы Европейского северо-востока России: материалы XVII Геологического съезда Республики Коми. Сыктывкар: ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2019. Вып. 2. С. 176–178.
- Тельнова О.П. Палинологическая характеристика франских отложений на ручье Дэршор (гряда Чернышева) // Сыктывкарский палеонтологический сборник. Сыктывкар: Труды ИГ Коми НЦ УрО РАН, 2000. – № 4. – Вып. 102. – С. 63–68.
- *Тельнова О.П.* Миоспоры из средне-верхнедевонских отложений Тимано-Печорской провинции. – Екатеринбург: УрО РАН, 2007. – 136 с.
- *Тельнова О.П., Шумилов И.Х.* Саргаевский горизонт верхнего девона в бассейне реки Цильма, Средний Тиман // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2017. Т. 25. № 1. С. 1–22.
- Юдина А.Б. Конодонты франского яруса северной части гряды Чернышева // Экостратиграфия и ископаемые сообщества палеозоя и мезозоя европейского Северо-Востока. Сыктывкар: Труды ИГ Коми НЦ УрО РАН, 1995. – Вып. 86. – С. 31–40.
- Aboussalam Z. S., Becker R. T. (2007) New upper Givetian to basal Frasnian conodont faunas from the Tafilalt (Anti-Atlas, Southern Morocco). Geological Quarterly 51, pp. 345–374.

- Becker R. T., Königshof P., Brett C E. (2016) Devonian climate, sea level and evolutionary events—an introduction. In: Becker, R.T., Königshof, P., Brett, C.E. (Eds.) Devonian climate, sea-level and evolutionary events. Geological Society London, Special Publication 423, pp. 1–10.
- Klapper G. (1985) Sequence in conodont genus Ancyrodella in Lower asymmetricus Zone (Earliest Frasnian, Upper Devonian) of the Montagne Noire. Palaeontogr., Abt. A, 188 (1–3), pp. 19–34.
- Klapper G. (1989) The Montagne Noire Frasnian (Upper Devonian) conodont succession. Can. Soc. Petr. Geol., 14 (III), pp. 451–470.
- Telnova O.P., Shumilov I.Kh. (2019) Middle–Upper Devonian Terrigenous Rocks of the Tsil'ma River Basin and Their Palynological Characteristics. Stratigraphy and Geological Correlation 27 (1), pp. 27–50.
- Ziegler W., Sandberg C.A. (1990) The Late Devonian Standard Conodont Zonation. Courier Forschungs institute Senkenberg 121. 115 p.

# The sedimentogenetic features of the Bashkirian oil-saturated carbonate rocks from the Volga-Ural region

Natalya V. Temnaya, Anton N. Kolchugin Kazan Federal University, Kazan, Russia; anton.kolchugin@gmail.com

# Особенности седиментогенеза нефтеносных карбонатных пород башкирского яруса Волго-Уральского региона

Темная Н.В., Кольчугин А.Н. Казанский федеральный университет, Казань, Россия; anton.kolchugin@gmail.com

В Волго-Уральском регионе, при современном темпе разработки традиционных месторождений, остро встает вопрос истощения запасов и поисков новых источников, в том числе нетрадиционных. В работе представлены результаты изучения кернового материала отложений башкирского яруса, среднего карбона. Эти отложения сегодня активно разрабатываются, однако обладают рядом сложностей, связанных с высокой вязкостью нефтей и крайне высокой степенью фациальной изменчивости пород по площади (Морозов и др., 2008). Это затрудняет их изучение: присутствует сложность в корреляции отложений от скважины к скважине, в прогнозе распространения потенциальных пород-коллекторов по площади. Основные методы исследования: детальное послойное макроскопическое описание керна, оптическая микроскопия. Исследовано более 800 петрографических шлифов. Выделены литотипы: мадстоун, вакстоун, пакстоун, грейнстоун, рудстоун, баундстоун и переходные типы. Данные об особенностях известняков, их положении в разрезе и палеонтологическом составе позволили выделить пять обстановок осадконакопления, типичных для мелководных морских условий: фации А (преимущественно вакстоуны), В (мелководный шельф, преимущественно пакстоуны), С (высокоэнергетическое мелководье, преимущественно грейнстоуны), D (изолированные мелководные лагуны) и E (субаэральные обстановки). Установлены особенности распространения фаций по площади, построена модель накопления карбонатных осадков в регионе. Особенности литотипов и их вторичные преобразования (Kolchugin et al., 2017) показали, что промышленно значимыми коллекторскими свойствами обладают грейнстоуны и подверженные вторичному выщелачиванию пакстоуны фаций В и С. Другие фации характеризуются отсутствием нефтенасыщенности либо слагают плотные, неперспективные участки разреза. Применяемый в исследовании подход позволит уточнить литолого-фациальные модели формирования башкирских отложений и установить наиболее перспективные площади в пределах Татарстана, а в дальнейшем – и близлежащих областей.

#### Список литературы

*Морозов В.П., Королев Э.А., Кольчугин А.Н.* Карбонатные породы визейского, серпуховского и башкирского ярусов нижнего и среднего карбона – Казань: Гарт, 2008. – 187 с.

Kolchugin A., Della Porta G., Morozov V. (2017). Lower Pennsylvanian reservoir facies from the foreland basin carbonate ramp of the Volga-Ural region, east of Russian platform, Russian Federation.33 International Meeting of Sedimentology.Toulouse, 10-12 October 2017, p. 467.

## Lithological and geochemical characteristics of the early Triassic sand collectors in the Arctic regions of the Timan-Pechora Provin

Nataliya N. Timonina

Institute of Geology, Komi Science Center, Ural Branch, Russian Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia; nntimonina@geo.komisc.ru

## Литолого-геохимическая характеристика песчаных коллекторов раннетриасового возраста в арктических районах Тимано-Печорской провинции

Тимонина Н.Н.

Институт геологии Коми НЦ УРО РАН, Сыктывкар, Россия; nntimonina@geo.komisc.ru

Проблемам диагностики условий формирования природных резервуаров и распознаванию обстановок древнего осадконакопления посвящены работы многих исследователей. Основой для моделирования служит представление, что особенности строения, морфология и коллекторские свойства природных резервуаров обусловлены как седиментогенезом, так и интенсивностью вторичных преобразований. В качестве объекта исследований были выбраны триасовые отложения, распространенные почти на всей территории Тимано-Печорской нефтегазоносной провинции. Выбор их определяется доказанной промышленной нефтегазоносностью, сложным геологическим строением и относительно небольшой глубиной залегания, что позволяет оценить степень влияния фациальных условий на особенности строения природного резервуара. Изучению отложений этого возраста посвящены работы многих специалистов (Калантар, Танасова, 1988; Мораховская, 2000; Удовиченко, 1986; Природные..., 2011).

Отложения представлены ритмичным переслаиванием красно-коричневых глин, зеленовато-серых алевролитов и серых песчаников с прослоями конгломератов и гравелитов. Песчаники характеризуются разнообразным гранулометрическим составом – от мелко- до крупно- и грубозернистого, а также широким спектром текстур – массивной, крупной однонаправленной косослоистой, слоистостью ряби, горизонтально слоистой.

Песчаники окрашены главным образом в различные оттенки серого цвета – от светло-серых до зеленовато-серых, встречаются также отдельные линзы и прослои розовато-серого цвета. Светло-серый цвет обусловлен, как правило, присутствием каолинита в составе цемента, зеленый – большим содержанием хлорита, красноватая окраска свойственна песчаникам, пропитанным гидроокислами железа. Широкое распространение получили песчаники разнообразного гранулометрического состава – от мелко- до крупнои грубозернистого. Они характеризуются широким спектром текстур, среди которых встречаются массивная, крупная однонаправленная косослоистая, слоистость ряби, горизонтально слоистая. Слоистость обусловлена чередованием слойков разного гранулометрического состава и часто подчеркивается скоплениями рудных минералов.

Аллювиальным отложениям свойственна значительная изменчивость, как по латерали, так и по вертикали, поэтому для более уверенной диагностики приходится использовать максимальный набор методов. Для дифференциации песчаных тел литолого-петрографические исследования были дополнены геохимическими методами. Содержание основных породообразующих оксидов методом «мокрой химии» опреде-

лено в химико-аналитической лаборатории ИГ Коми НЦ УрО РАН. Песчаники характеризуются широкими вариациями содержаний всех породообразующих оксидов.

Гидролизатный модуль (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + TiO<sub>2</sub> + Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> + FeO + MnO) / SiO<sub>2</sub>) позволяет количественно оценить проявление двух важнейших гипергенных процессов – выщелачивания и гидролиза (Юдович, 2000). Чем выше величина модуля, тем более глубокому выветриванию подверглись породы области сноса, а чем она меньше, тем выше химическая зрелость осадочной породы. Изученные отложения принадлежат к гипосиаллитам, нормосиаллитам и суперсиаллитам.

Величина алюмосиликатного модуля (AM = Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> / SiO<sub>2</sub>) варьируется от 0,14 до 0,34 (при среднем 0,23) и отражает степень химического выветривания: AM от 0,1 до 0,22 характерны для песчаников, 0,22–0,35 – для глинистых пород, что свидетельствует о незначительном фракционировании материала в процессе транспортировки и слабом его преобразовании в процессе выветривания.

Значения ТМ зависят от состава пород в областях сноса и динамики среды осадконакопления, приводящей к сортировке титаносодержащих минералов и глинистого вещества. Корреляция между значениями гидролизатного и титанового модулей подтверждает наличие связи с динамическими фациями седиментогенеза.

В песчаном осадке имело место накопление тяжелых титаносодержащих минералов. В ряду аллювия «горный – горно-равнинный – равнинный» отмечается закономерное увеличение значений ТМ, а также ЖМ, т. е. по мере увеличения динамической сортировки осадков растет содержание железо-титанового шлиха, а за счет отмывки из песков легких слюд – отношение «полевые шпаты/слюды».

Тектонические условия – один из факторов питающей провинции, фигуративные точки состава песчаников на диаграмме Мейнарда попадают в поле пассивной континентальной окраины.

Формирование триасовых отложений происходило в континентальных условиях, что обусловило резкую вертикальную и латеральную неоднородность строения продуктивных пластов. Слагающие их отдельные прослои песчаных коллекторов характеризуются прерывистой, отчасти линзовидной, формой залегания. По имеющимся данным, внутри продуктивных пластов непроницаемые пропластки, более или менее выдержанные по площади, не прослеживаются, т. е. каждый выделенный пласт представляет собой единый природный резервуар с большим числом внутренних экранов, как вертикальных, так и латеральных, и тупиковых зон.

#### Список литературы

- Калантар И.З., Танасова С.Д. Фациальные критерии при стратификации континтальных отложений триаса // Стратиграфия и литология нефтегазоносных отложений Тимано-Печорской провинции. – Л.: Недра, 1988. – С. 127–134.
- *Мораховская Е.Д.* Триас Тимано-Уральского региона (опорные разрезы, стратиграфия, корреляция) // Биохронология и корреляция фанерозоя нефтегазоносных бассейнов России. СПб.: ВНИГРИ, 2000. 180 с.
- Природные резервуары нефтегазоносных комплексов Тимано-Печорской провинции / Е.Л. Теплов, З.В. Ларионова, И.Ю. Беда и др. СПб.: Реноме, 2011. 286 с.
- Удовиченко Л.А. Структурно-вещественные комплексы и перспективы нефтегазоносности нижнего триаса Тимано-Печорской провинции // Закономерности размещения зон нефтегазонакопления в Тимано-Печорской провинции. – Л.: ВНИГРИ, 1986. – С. 66–74.
- Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.

# The use of a filtration zone indicator to study the formation laws of natural extra-viscous oil reservoirs

Arsen A. Titov<sup>1</sup>, Galina S. Khamidullina<sup>2</sup> <sup>1</sup>Tatar Geology and Prospecting Administration of JSC TATNEFT <sup>2</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia; galina-khamidullina@yandex.ru

## Использование индикатора зоны фильтрации для изучения закономерностей процессов образования природных резервуаров сверхвязкой нефти

Титов А.А.<sup>1</sup>, Хамидуллина Г.С.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Татарское геологоразведочное управление ПАО «Татнефть» <sup>2</sup>Казанский федеральный университет, Казань, Россия; galina-khamidullina@yandex.ru

В практике зарубежных исследований для объединения параметров пористости и проницаемости при описании ФЕС терригенных коллекторов используются гидравлические единицы потока/коллектора или индикатор зоны фильтрации (flow zone indicator, FZI). Разные авторы по-разному определяют FZI, сходясь на том, что его характеристики определяются обстановками осадконакопления и процессами диагенеза. Различные исследования показали, что на величины FZI оказывает влияние общая геометрия пор (удельная поверхность, извилистость), сортированность и глинистость. При этом было замечено, что FZI тем больше, чем меньше извилистость, удельная поверхность пористого пространства и глинистость. Таким образом, можно сделать выводы, что величины FZI могут напрямую указывать на условия формирования резервуара (Al-Khadir, Benzagouta, 2013; Khamidullina et al., 2015; Djebbarm Donaldson, 2004; Ziganshin et al., 2014).

Объектом исследования гидравлической единицы коллектора послужила песчаная пачка шешминского горизонта уфимского яруса. На территории республики Татарстан с данной пачкой связаны ловушки сверхвязкой нефти и природных битумов. Для расчета гидравлических единиц коллекторов использовались лабораторные данные кернового материала (пористость, битумонасыщенность, эквивалентный диаметр пор, проницаемость) отдельных месторождений высоковязких нефтей и битумов, которые приурочены к трем основным группам – северной, центральной и южной – Черемшано-Бастрыкской зоны, расположенной на западном склоне Южно-Татарского свода. Лабораторные исследования проводись в ПАО Татнефть (Uspensky et al., 2016).

Проведенные исследования показали изменения индикатора зоны фильтрации в очень широких пределах не только по месторождениям, но и в пределах залежи. В частности, наблюдается тесная связь между геометрией пор и FZI. Таким образом, исследования гидравлических единиц коллектора могут указать на конкретный фациальный тип, которому, в свою очередь, соответствуют конкретные, свойственные только этому типу размеры и мощности ловушек, что имеет большое значение при дальнейшей разработке месторождений.

#### Список литературы

- Al-Khidir K.E., Benzagouta M.S. (2013). Tight carbonate reservoir characterization. Electronic scientific journal. Oil and Gas Buisiness. 2. pp. 206-217.
- Khamidullina G.S., Ziganshin E.R., Minnibajeva E.I., Khaliullin R.R. (2015). Study of reservoir properties of carbonate rocks based on analysis of reservoir quality index. Neftyanoe Khozyaystvo -Oil Industry 10, pp. 64-66.
- Djebbar T., Donaldson E.C. (2004). Petrophysics. Gulf Professional Publishing is an imprint of Elsevier, 889 p.
- Uspensky B.V., Vafin R.F., Valeeva S.E. Eskin A.A., Borovsky. M.Ya. (2016). Conditions of formation and geophysical methods of forecasting factors complicating the development of natural bitumen eposits. Neftyanoe Khozyaystvo - Oil Industry 11, pp. 74-77.
- Ziganshin E.R., Khamidullina G.S., Statcenko E.O. (2014). Method of the flow zone indicator collector determining. Neftyanoe Khozyaistvo Oil Industry 10, pp 37-39.

## The morphological evolution of Eurasian bryozoans during the Late Devonian – Early Carboniferous

Zoya A. Tolokonnikova<sup>1. 2</sup>, Veronika V. Volkova<sup>1</sup> <sup>1</sup>Kuban State University, Krasnodar, Russia; zalatoi@yandex.ru <sup>2</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia

## Морфологическая эволюция мшанок Евразии в течение позднего девона и раннего карбона

Толоконникова З.А.<sup>1,2</sup>, Волкова В.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Кубанский государственный университет, Краснодар, Россия; zalatoi@yandex.ru <sup>2</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия

В результате изучения фаменско-турнейских мшанок Евразии, по собственному материалу и на основании обобщения литературных данных, установлены основные тенденции их морфологической эволюции на рубеже девона и карбона.

Мшанки формировали разнообразные вертикальные и инкрустирующие конструкции. Наивысшего расцвета в начале карбона достигают фенестратные мшанки семейства Fenestellidae King (Rectifenestella Morozova, Spinofenestella Termier et Termier, Fenestella Lonsdale), несущие по два ряда чередующихся автозооидов на пруте (Морозова, 2001). К самому началу турне приурочен расцвет семейства Acanthocladiidae Zittel (появляются роды Arborocladia Nekhoroshev, Mackinneyella Morozova et Lisitsyn, Pseudopolypora Morozova et Lisitsyn), с развитием на прутьях 2-6 рядов автозооециев и обилием бугорков, и появление семейства Fenestraliidae Morozova. Для птилодиктиин (отряд Cryptostomata) специфичны двуслойно-симметричные колонии. С середины до конца фамена появились и исчезли роды Junggarotrypa Lu, Geranopora Gorjunova, Mysticella Gorjunova, Tamaroclema Gorjunova, обладающие из полимофр только актинотостилями. Исключительно тонковетвистые рабдомезины (отряд Cryptostomata) осваивали экологические ниши за счет спиральной формы роста, первичного зооида или зооидов и разнообразия межзооидных образований, таких, как тектизооиды (Clausotrypa Bassler, Pseudonematopora Balakin), метазооиды (Nikiforovella Nekhoroshev, Mediapora Trizna), макроакантостили (Rhombopora Meek), актинотостили (Rhenishella Tolokonnikova, Ernst et Herbig, Primorella Romanchuk et Kiseleva) и пауростили (Paranicklesopora Gorjunova). Фаменские трепостоматы формировали разнообразные колонии с различно выраженной степенью полиморфизма: эксилязооиды (Eridotrypella Duncan, Cyphotrypa Ulrich et Bassler, Leptotrypella Vinassa et Regny), мезозооиды (Neotrematopora Morozova, Minussina Morozova) и акантостили (Leioclema Ulrich). У появившихся в фамене трепостомат повышение устойчивости и прочности ветвистых колоний достигалось путем расширения эндозоны (Rhombotrypella Nikiforova, Nikiforopora Dunaeva) или возрастания количества и/или размеров гетерозооидов. Цистопораты отличались преобладающей в фамене инкрустирующей формой колонии (Fistulipora McCoy, Cyclotrypa Ulrich, Eridopora Ulrich). Во второй половине турне появляются новые роды Acrogenia, Hall, Fistulamina Crockford, Ramipora Toula, с ленточно-ветвистой формой колоний и прогрессивной коленчато-изогнутой формой автозооидов.

Пассивная защита от хищников осуществлялась у мшанок разными способами. У фенестрат – за счет массивных сетчатых колоний, разрастания килей, килевых бугорков, защитных сеток, шипов на перистоме апертур (Ernst, 2013); у криптостомат – бугорков, крупных макроакантостилей (*Rhombopora* Meek) и/или обильных мелких микроакантостилей. Среди трепостоматных мшанок происходило утолщение стенок автозооидов в экзозоне (*Rhombotrypella* Nikiforova, *Stenophragmidium* Bassler, *Nikiforopora* Dunaeva, *Tabulipora* Young). Также у одних родов (*Atactotoechus* Duncan, *Eridotrypa* Ulrich, *Leptotrypa* Ulrich) снижался размер акантостилей при возрастании их количества, у других (*Dyscritella* Girty, *Eostenopora* Duncan) – происходила дифференциация по размерам.

У фаменско-турнейских фенестрат в полости укороченно-трубчатых, грушевидных автозооидов (Морозова, 2001) развивались гемисепты (*Minilya* Crockford). Толщина наружного пластинчатого слоя стенок возрастала от фамена к турне (Hemitrypa Phillips). У криптостомат на протяжении 25,5 млн лет ширина апертур увеличивалась. В результате секреции стенок в полости автозооидов могли развиваться гемисепты (Раranicklesopora Gorjunova, Orthopora Hall) и диафрагмы (Primorella Romantchuk et Kiseleva, Rhabdomeson Young et Young). У цистопорат автозооеции почковались от эпитеки вертикально или под небольшим углом. Трубчатые автозооеции на поверхности колонии открывались округлыми апертурами с развитыми (*Eridopora* Ulrich) или слабо выраженными лунариями (Cyclotrypa Ulrich, Velbertopora Tolokonnikova, Ernst et Herbig). В течение фамена и турне у трепостоматных мшанок происходила завершающаяся смена многоугольной формы апертур на прогрессивную овально-округлую. Интересным фактом является формирование у Rhombotrypella Nikiforova и Eodyscritella Troizkaya двух типов автозооидов. В полости автозооидов трепостомат развились разнообразные микроструктуры: гемифрагмы (Tabulipora Young), диафрагмы (Anomalotoechus Duncan) и цистифрагмы (Eridocampylus Duncan).

На рубеже девона и карбона у мшанок Евразии происходили следующие эволюционные модификации:

а) разнообразие форм колоний возрастало у цистопорат и фенестрат, снижалось у трепостомат, при доминировании к концу турне вертикальных конструкций;

б) во всех отрядах происходил рост экзозонального скелета (за счет разрастания везикулярной ткани у цистопорат, утолщения стенок автозооециев у трепостомат, усложнения полиморфизма у криптостомат) и ширины апертур;

в) у рабдомезин изменялась внутренняя структура колоний;

г) для защиты от хищников развивались защитные структуры;

д) в автозооециях возникали внутренние структуры (гемисепты, диа-, гемии цистифрагмы), изменялась форма автозооидов и апертур.

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФИ (проект 18-05-00245), за счет средств субсидии, выделенной в рамках государственной поддержки Казанского (Приволжского) федерального университета в целях повышения его конкурентоспособности среди ведущих мировых научно-образовательных центров.

#### Список литературы

*Морозова И.П.* Мшанки отряда Fenestellida (морфология, система, историческое развитие) // Труды ПИН РАН. – М.: ГЕОС, 2001. – Т. 277. – 177 с.

Ernst A. (2013). Diversity dynamics and evolutionary patterns of Devonian Bryozoa. Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments 93, pp. 45–63.

## Biogenic and abiogenic disturbances in the shells of Ordovician invertebrates found in the Leningrad Region and kept in the collection of the Mining Museum

Mariya G. Tsincoburova, Timur R. Khalimov St.-Petersburg Mining University, Sanct-Petersburg, Russia; maschek@mail.ru

## Биогенные и абиогенные нарушения раковин Ордовикских беспозвоночных Ленинградской области в коллекциях Горного музея

Цинкобурова М.Г., Халимов Т.Р.

Санкт-Петербургский горный университет, Санкт-Петербург, Россия; maschek@mail.ru

В Горном музее хранятся коллекции ордовикских беспозвоночных, собранные еще в XIX – начале XX века на территории тогдашней Санкт-Петербургской губернии, Курляндии и Лифляндии. Среди этих коллекций много сборов неизвестных авторов, но есть и такие, которые первоначально атрибутированы как коллекции X. Пандера, Г.П. Гельмерсена и Р.Ф. Геккера. Особый интерес представляют предполагаемые коллекции X. Пандера и его современников, которые (судя по архивным данным) могли изучаться X. Пандером и Э. Эйхвальдом. Именно в этих сборах, датируемых концом первой трети – серединой XIX века, могут быть типовые экземпляры многих ордовикских беспозвоночных, впервые установленных X. Пандером, и часть коллекции к монументальной монографии Э.И. Эйхвальда «Палеонтология России». Однако весь этот огромный объем материалов в настоящее время крайне сложно атрибутировать как принадлежащий указанным авторам. В настоящее время перед музеем стоит задача атрибуции огромного числа экспонатов, что и было начало, при самом активном участии авторов, в 2018 году.

В процессе переизучения коллекций особое внимание уделяется любым образованиям, как биогенной, так и абиогенной природы, нарушающим поверхность раковин. Несмотря на то, что это направление исследований было использовано еще в работах Н.Н. Яковлева, в последнее время данные исследования получили особую актуальность в свете нового витка в изучении ихнофоссилий как на биологическом, так и на небиологическом субстрате. Интересным примером абиогенных изменений поверхности раковин ринхонеллиформных брахиопод, относящихся к подотряду синтрофидин, надсемейство Porambonitoidea, являются кольца Бэкита, концентрически-сферические агрегаты кремнезема. Эти агрегаты встречаются на раковинах различных, преимущественно палеозойских, беспозвоночных: брахиопод, колеоидей, бивальвий, а также на кубках и колониях кораллов. Е.А. Иванова и Т.Г. Сарычева (1963), отмечая подобные образования на палеозойских брахиоподах, предостерегали об опасности ошибочной трактовки таких образований как особенностей структуры или скульптуры раковины. Б.П. Марковский (1966) трактовал подобный узор как следы жизнедеятельности низших растений. Таким образом, данный узор рассматривался палеонтологами или как фактор, осложняющий видовую диагностику, или даже как новообразования биогенной природы. Позднее опи-

сываемые концентрически-зональные агрегаты кремнезема были выделены как кольца Бэкита. В то время как в отечественной литературе подобным структурам не уделяется должного внимания, зарубежные исследователи, руководствуясь широким распространением указанных агрегатов, пытаются выявить тафономические, палеогеографические и стратиграфические закономерности формирования описываемых структур, а также влияние палеонтологического субстрата на характер возникающих агрегатов кремнезема (Butts, Briggs, 2011). Было даже высказано мнение о стратиграфическом значении горизонтов, содержащих фоссилии с кольцами Бэкита, и приуроченности к этим горизонтам стратиграфических несогласий. Авторами на примере экземпляров брахиопод с кольцами Бэкита, обнаруженных в коллекциях Горного музея, была обоснована вероятность появления агрегатов в зависимости от морфологических, а тем самым и таксономических особенностей фоссилий (Tsinkoburova et al., 2019). На появление колец Бэкита и характер их распределения на поверхности раковин оказывали влияние структура раковины, а также особенности скульптуры. К сожалению, оторванность многих образцов Горного музея от реальных обнажений и конкретных стратиграфических уровней не позволяют судить о стратиграфической приуроченности слоев с фоссилиями с кольцами Бэкита. Сохранение первоначальной скульптуры раковин, различимой из-под колец Бэкита, а также особенности химического состава фоссилий свидетельствуют о формирование агрегатов на постдиагенетической стадии. Географическая и стратиграфическая разобщенность фоссилий с кольцами Бэкита в ордовикских отложениях Балтоскандии позволяют авторам сделать вывод, что агрегаты формировались на стадии гипергенеза, в субаэральных условиях, за счет инфильтрации метеорных и грунтовых вод.

В настоящее время биогенным образованиям и нарушениям раковин беспозвоночных уделяется особое внимание. Крайне интересные формы эндобионтов были обнаружены как на брюшной, так и на спинной створках строфоменид Bekkerina dorsata из кукерских слоев в окрестностях Веймарна (коллекция Р.Ф. Геккера). В раковинах наблюдаются многочисленные трубочки (диаметр апертуры – около 2 мм, длина – 3 мм). В настоящее время среди раковинных эндобионтов нижнего палеозоя Балтокандии известен только Cornulites stromatoporoides, широко распространенный в венлокских отложениях Эстонии. Помимо несоизмеримо более низкого стратиграфического уровня (первые корнулитесы-эндобионты появляются в катии), описываемые формы отличаются овальной апертурой. Судя по наличию данных эндобионтов на обеих створках экземпляров, а также по характеру прерывания отверстиями радиальной скульптуры брахиоподы, поселенцы появились на раковинах после смерти брахиопод, что также отличает их от указанного выше корнулитеса, являющегося эндосимбионтом. Многочисленные (аналогичные имеющимся в коллекции Горного музея) формы были обнаружены авторами на раковинах и створках брахиопод и цефалопод, единичные – на теках цистоидей в Алексеевском карьере, в отложениях вийвиконнаской свиты кукрузеского горизонта (нижний сандбий). Основная часть брахиопод с описываемыми ихнофоссилиями приурочена к прослою плотного массивного светлокоричневого (до кремового) известняка. Прослой этот обилен разнообразной фауной брахиопод, гастропод, мшанок, члениками стеблей криноидей, встречаются цефалоподы Orthoceratoidea и крайне редкие хиолиты. Для описываемого слоя особенно характерны раковины и обломки раковин Porambonites (Porambonites) laticaudata Bekker, содержащие многочисленные ихнофоссилии указанного типа. Характер распределения ихнофоссилий, как на брюшной, так и на спинной створках брахиопод, также указывает на посмертное заселение их сверлильщиками. По всей видимости, сверлильщики использовали раковины брахиопод как твердый субстрат для прикрепления. При изучении в шлифах раковин, собранных в Алексеевском карьере, были обнаружены микроповреждения раковин изометричной формы, напоминающие *Trypanites* sp. Предположительными авторами следов *Trypanites*, широко распространенных в ордовикских отложениях Балтоскандии, были черви полихеты (Дронов, Микулаш, 2006). Следы *Trypanites* считаются индикатором обстановок твердого дна и достаточно подробно описаны, однако сверления *Trypanites* в раковинах ордовикских беспозвоночных изучены еще крайне плохо.

Другой представитель рода *Cornulites* был обнаружен при изучении под бинокуляром поверхности раковины *Porambonites teretior* Eichwald (вийвиконнаская свита, кукрузеский горизонт, нижний сандбий, Ухтна, Северо-Восточная Эстония). Этот экземпляр относится к группе инкрустирующих корнулитид. Корнулитиды – очень своеобразная группа, относящаяся к бентосным тентакулитам. Корнулитиды Балтоскандии до сих пор полноценно не изучены.

Также интересно обнаружение формы, абсолютно идентичной *Osprioneides*, на мшанке *Dianulites petropolitanus* (река Волхов, предположительно, сборы Р.Ф. Геккера). Эта мшанка характеризуется очень широким стратиграфическим распространением – от кундаского до набалаского горизонтов (дарривильский – катийский ярусы). Согласно предполагаемой принадлежности экземпляра коллекции Р.Ф. Геккера, собранной на реке Волхов, это не может быть стратиграфический уровень выше кукрузеского горизонта (сандбий). Таким образом, данный экземпляр может являться косвенным доказательством столь раннего появления *Osprioneides* (до этого самые первые экземпляры этого ихнорода были зафиксированы в более высоких отложениях сандбия Эстонии). Как организмы, оставляющие следы *Osprioneides*, указываются какие-то мягкотелые животные, возможно, черви полихеты.

На многих экземплярах гастропод и цефалопод из различных коллекций ордовикских беспозвоночных Горного музея обнаружены следы ихнорода *Arachnostega* Bertling. Этот ихнород обычен в средне- и верхнеордовикских отложениях Ленинградской области и Эстонии (Vinn et al., 2014) и не имеет стратиграфического значения. Предположительно, наибольшее распространение *Arachnostega* получали в условиях холодного и умеренного климата. Точная палеоэкология арахностег не известна, как и причина формирования следов обитания или проедания. Авторами были обнаружены многочисленные следы *Arachnostega* на ядрах хиолитов из указанных выше отложений вийвиконнаской свиты Алексеевского карьера. Данные отложения формировались в условиях умеренно-холодноводного морского бассейна.

Детальное изучение таксономического состава комплексов ихнофоссилий может быть не только использовано при региональных стратиграфических исследованиях, но и позволит пролить свет на неизвестные особенности палеосообществ и этологии участников палеобиотопов.

#### Список литературы

- Дронов А.В., Микулаш Р. Палеоихнология введение в изучение ископаемых следов жизнедеятельности. – Прага: Геологический институт Академии наук Чешской Республики, 2006. – 122 с.
- Иванова Е.А., Сарычева Т.Г. Наставление по сбору и изучению брахиопод. М.: Издательство АН СССР, 1963. Т. Х. 77 с.

Марковский Б.П. Методы биофациального анализа. – М.: Недра, 2011. – 271 с.

- Butts S.H, Briggs D.E.G. (2011). Silicification through time, Book/Taphonomy: Process and Bias Through Time. Topics in Geobiology 32, pp. 411–434
- Tsinkoburova M, Slastnikov V., Khalimov T. (2019). Paleontological substrate of Beekite rings on the example of collections of the Phanerozoic invertebrates in the Mining University, St. Petersburg/Geolinks Conference proceedings 1 (1), pp. 53–62.
- Vinn, O., Wilson M.A., Zatoń M., Toom U. (2014). The trace fossil Arachnostega in the Ordovician of Estonia (Baltica). Palaeontologia Electronica 17.3.40A, pp. 1–9.

## A reflection of regional geological events in the dynamics of the development of Ordovician Rhynchonelliformea (Brachiopoda) in the east of Baltoscandia (Leningrad Region)

Mariya G. Tsincoburova

Sanct-Petersburg Mining University, Sanct-Petersburg, Russia; maschek@mail.ru

### Отражение региональных геологических событий в динамике развития ордовикских ринхонеллиформных брахиопод востока Балтоскандии (Ленинградская область)

Цинкобурова М.Г.

Санкт-Петербургский горный университет, Санкт Петербург, Россия; maschek@mail.ru

Одним из главных событий ордовикского периода и одним из главнейших биотических событий фанерозоя была Великая ордовикская биодиверсификация, которую, в свою очередь, можно рассматривать как сумму отдельных региональных событий биодиверсификации и иммиграции (Webby et al., 2004). При этом отмечают три пика, соответствующих усилению процесса биодиверсификации, – раннедарривильский, позднесандбийский и позднекатийский (Webby et al., 2004). В качестве катализаторов сложного многоступенчатого процесса ордовикской биодиверсификации указывают частые климатические изменения как положительной, так и отрицательной направленности, резкое увеличение количества свободного кислорода в атмосфере, импактный фактор, мощнейшую за фанерозойскую историю трансгрессию в среднем ордовике. В качестве одного из предполагаемых центров биодиверсификации для ринхонеллиформных брахиопод рассматривают восток Балтоскандии (Эстонию и Ленинградскую область) (Harper et al., 2015). В эволюции ордовикского бассейна Балтоскандии выделяется три этапа (Дронов, 2013). Первый этап – пакерортский (конец кембрия – первая половина тремадока) – характеризовался приливно-отливным режимом седиментации с формированием терригенных тайдалитов, эпизодически прерывающимся черносланцевым осадконакоплением. Морской бассейн отличался умеренно-холодными условиями. Брахиоподы тосненской свиты пакерортского горизонта востока Балтоскандии представлены только лингулиформными формами. Расселению ринхонеллиформных брахиопод, как и других животных с известковым скелетом, препятствовал терригенный режим седиментации. Для второго этапа – латорпскокейлаского (конец фло – начало катия) – свойственно становление и развитие карбонатного рампа с преимущественно штормовым режимом осадконакопления и доминирование условий умеренно-холодноводного морского бассейна. Этот этап характеризовался пиком диверсификации ринхонеллоформных брахиопод Балтоскандии. Во время третьего этапа – оанду-поркуниского (катий – хирнантий) – шло развитие окаймленного шельфа, в мелководной части которого доминировали условия тепловодной карбонатной седиментации. Отложения верхних горизонтов указанного этапа на территории Ленинградской области отсутствуют. Таким образом, наиболее значимым для развития ринхонеллиформных брахиопод описываемого района оказался второй этап. Наиболее значимыми факторами, определявшими характер осадконакопления и распределения фаций ордовикского бассейна Балтосандии, были эвстатические колебания уровня Мирового океана и продолжавшийся на протяжении всего ордовика дрейф Балтии из высоких широт южного полушария в низкие (Дронов, 2013). Разумеется, именно эти факторы оказались решающими и для развития обитателей палеобассейна.

Появление первых представителей ринхонеллиформных брахиопод связано с крупнейшей латорпской трансгрессией (фло). Латорпский этап, с учетом прерывистости и сложности строения, сформировавшихся в это время осадочных тел и большой длительности (только верхнелаторпская секвенция формировалась на протяжении 12 млн лет), характеризуется достаточно большим таксономическим разнообразием ринхонеллиформных брахиопод, постепенно приспосабливавшихся к широкому спектру условий обитания. Отложения этого возраста представлены на территории региона леэтсеской свитой. В залегающих в основании свиты глинах лакитской пачки встречаются редкие представители Ranorthis sp., Panderina sp. Это были первые мигранты на территорию востока Балтоскандии, получившие развитие в последующие этапы. В вышележащих мяэкюлаской и васильковской пачках обнаружены представители ринхонеллат (ортиды – 5 видов, пентамериды – 3 вида), появляются первые строфоменаты (биллингселлиды). Роды Angusticardinia Schuchert et Cooper и Leoniorthis Egerquist, являющиеся эндемиками Балтоскандии, начали активно развиваться с начальных этапов латорпской трансгрессии, параллельно с родами, мигрировавшими из других районов. Представители рода Leoniorthis (L. robusta Egerquist) получили дальнейшее развитие в последующее волховское и кундское время (дапин и начало дарривилия). При этом уже у L. robusta были формы, на ранней стадии своего развития сумевшие приспособиться к относительно различным условиям. Находки L. robusta ассоциируют как с глинистыми известняками прибрежных отмелей внутреннего рампа, так и со своеобразными иловыми холмами, связанными с примитивными рифовыми постройками. Можно констатировать, что на протяжении латорпского времени наблюдалось увеличение не только таксономического, но и экологического разнообразия ринхонеллиформных брахиопод. В самой верхней пачке пяйтейской свиты появляются новые виды уже имеющихся родов, что свидетельствует об успешной адаптации брахиоподовой фауны в этом регионе. Васильковская пачка соответствовала максимуму латорпской трансгрессии (Дронов, 2013), с учетом того, что латорпская трансгрессия относилась к большим трансгрессиям, у которых амплитуда подъема составила около 100 м.

Резкое повышение таксономического разнообразия (увеличение количества родов и видов более чем в два раза привело и к увеличению родов эндемиков) связано с волховской трансгрессией, которой предшествовало в конце латорпской падение уровня моря минимальной амплитуды (около 30 м). Малая амплитуда позднелаторпской регрессии повлияла на формирование на следующем, волховском, этапе наиболее глубоководного морского бассейна, несмотря на то, что последующая волховская трансгрессия (дапингий) не была такой масштабной, как латорпская (амплитуда трансгрессии оценивается несколько ниже 90 м (Дронов, 2013). С учетом того, что среднестатический пик диверсификации в среднем ордовике приходится на ранний дарривиллий, особенности развития брахиопод на востоке Балтии в дапингии можно рассматривать как региональные. Регрессия в конце волховского времени также относилась к среднеамплитудным (около 60 м) (Дронов, 2013).

Последующая кундаская трансгрессия (ранний дарривиллий) также не была крупной и относилась к среднеамплитудным (40 м) (Дронов, 2013). Таксономическое разнообразие ринхонеллиформных брахиопод хоть и слегка уступало волховскому, но при этом около половины видов относились к новым появлениям. Высокая степень

биодиверсификации брахиопод в волховское и кундаское время подтверждается данными по эстонскому шельфу (Hints et al., 2018) и отличает этот этап от последующего. Интенсивная радиация в это время касалась ринхонеллат и строфоменат. Несколько отличаются, по сравнению с эстонским шельфом, особенности биодиверсификации ринхонеллат. Л. Хинтс и Д. Харпер (Hints et al., 2018) указывают на активное развитие Orthidina и Dalmanellidina, однако в дапингий-дарривиллийских отложениях Ленинградской области интенсивная биодиверсификация представителей последнего отряда не фиксируется. Это может быть обусловлено как местной особенностью этой части востока Балтоскандии (являвшейся более глубоководной, чем эстонская в волховскокундаское время), так и недостаточной изученностью соответствующей группы. Активно развивались пентамериды, в том числе очень специфический, характерный для описываемого региона подотряд синтрофидин (семейство Porambonitidae).

Следующий этап развития ордовикского палеобассейна Балтоскандии связан с формированием таллиннской секвенции (верхний дарривиллий – низы сандбия, азериский, ласнамягиский, ухакуский и кукрузеский горизонты). Как и на предыдущих этапах, предталлиннская регрессия относилась к среднеамплитудным, что сделало не столь ощутимым малую амплитуду таллиннской трансгрессии (менее 30 м) (Дронов, 2013). На этой стадии в целом повторялись условия предыдущего, кундаского, этапа, возможно, следствием этого явилось сокращение родов эндемиков и общего таксономического разнообразия ринхонеллиформных брахиопод. Анализ таксономического состава показывает продолжение доминирования Orthidina, хотя фиксируются отдельные уровни и прослои, насыщенные представителями других групп брахиопод (например, в верхней части вийвиконнаской свиты кукрузеского горизонта – прослой массивных светло-коричневых известняков, изобилующих обломками раковин и целыми раковинами *Porambonites (Porambonites) laticaudata* Bekker). В более мелководной части бассейна, на эстонском шельфе, в это время также фиксируется падение биоразнообразия брахиопод (Hints et al., 2018).

Время формирования кегельской секвенции (верхняя половина сандбия, идавереский, йыхвиский, кейлаский горизонты) характеризовалось переходом от умереннохолодноводного осадконакопления к тепловодному. К сожалению, ринхонеллиформные брахиоподы из этого интервала ордовикских отложений Ленинградской области (как и вышележащего везенбергского интервала) нормально не переописывались. Таким образом, говорить о степени выраженности следующего, позднесандбийского, пика биодиверсификации не представляется возможным. Судя по аналогии с эстонским шельфом [3], позднесанбийский пик биодиверсификации на территории востока Балтоскандии проявился гораздо слабее среднеордовикского.

#### Список литературы

- *Дронов А.В.* Осадочные секвенции и колебания уровня моря в ордовике Балтоскандии // Стратиграфия в начале XXI века. Тенденции и новые идеи. – М.: Геокарт-Геос, 2013. – С. 65–92.
- Harper, D.A.T., Zhan, Renbin & Jin, Jisuo. (2015). The Great Ordovician Biodiversification Event: Reviewing two decades of research on diversity's big bang illustrated by mainly brachiopod data. Palaeoworld 24(1-2), pp. 75–85.
- Hints L., Harper D., Paškevičius. (2018). Diversity and biostratigraphic utility of Ordovician brachiopods in the East Baltic. Estonian Journal of Earth Science 67 (3), pp. 176–191.
- Webby B.D., Paris F., Droser M.L. & Percival I.G. (Eds.) (2004). The Great Ordovician Biodiversification Event. New York, Columbia University Press, 484 p.

## History of Permian non-marine bivalve fauna from continental deposits of the Dvina-Mezen Basin

Milyausha N. Urazaeva, Vladimir V. Silantiev Kazan Federal University, Kazan, Russia; milyausha.urazaeva@kpfu.ru

## История развития фауны неморских двустворчатых моллюсков в Двинско-Мезенском бассейне

Уразаева М.Н., Силантьев В.В.

Казанский федеральный университет, Казань, Россия; milyausha.urazaeva@kpfu.ru

Анализ распространения родовых и видовых таксонов неморских двустворчатых моллюсков в средне- и верхнепермских отложениях Двинско-Мезенского бассейна позволил выделить четыре этапа в развитии фауны.

Выделения этапов базируется: 1) на анализе разнообразия фауны и 2) анализе структуры сообществ НДМ с точки зрения палеобиогеографии, учитывающей соотношение автохтонных космополитных и эндемичных родов и аллохтонных родов-мигрантов.

Первый этап – уржумско-раннесеверодвинский – выделен в Рочугско-Вымской СФЗ по местонахождениям НДМ в отложениях пытыръюской (уржумский горизонт) и бежъюдорской свит (той ее части, которая отвечает нижней половине сухонского горизонта).

Этап отличается небольшим таксономическим разнообразием. Доминирующими являются ангарские мигранты – *Prilukiella* (67 %; 4 вида). Автохтонный подрод-космополит *Palaeomutela* (*Palaeomutela*) включает только мелкие малочисленные раковины двух видов (33 %).

Второй этап – позднесеверодвинский – выделен на территории Сухонско-Юговской и Кубенско-Сухонской СФЗ в интервале от самой верхней части сухонской свиты (основание верхнесеверодвинского подъяруса) до кичугской пачки полдарской свиты (верхняя часть северодвинского яруса).

Доминантами являются *Palaeomutela* s. l. (88,2 %; 15 видов, 2 подрода, 1 род). Ангарские виды встречаются редко (5,9 %; 1 род, 1 вид). Зарегистрированы они в местонахождении типового для рода *Prilukiella* вида *Pr. janischewskyi*.

С наступлением позднесеверодвинского этапа бассейны ДМБ стали заселяться первыми видами эндемичных родов (5,9 %; 1 вид, 1 род: *Opokiella* Plotnikov). Вероятно, вселение моллюсков происходило из морских бассейнов, подвергавшихся постепенному опреснению.

Третий этап – терминально северодвинский-ранневятский – выделен на территории Сухонско-Юговской и Кубенско-Сухонской СФЗ в стратиграфическом интервале от кичугской пачки полдарской свиты (верхнесеверодвинский подъярус) до нижней части комарицкой пачки саларевской свиты (верхневятский подъярус).

Отличительной особенностью этапа является доминирование представителей эндемичных родов (52,4 %; 11 видов, 4 рода). Одновременно отмечается уменьшение численности космополитных видов рода *Palaeomutela* (42,8 %; 9 видов, 2 подрода, 1 род). В начале этапа в бассейнах ДМБ появляются редкие представители ангарского вида *Concinella concinna* (4,8 %; 1 вид).

Четвертый этап – поздневятский – выделен на территории Сухонско-Юговской и Кубенско-Сухонской СФЗ в стратиграфическом интервале, отвечающем большей (верхней) части комарицкой пачки саларевской свиты (вятский ярус).

На данном этапе ангарские виды полностью отсутствуют, количество видов эндемичных родов остается все еще существенным (38,5 %; 5 видов, 1 род). Доминирующими являются палеомутелы (61,5 %; 8 видов, 2 подрода, 1 род).

## Application of elastic parameters for lithological description of Sakmarian rocks in boreholes (European Russia, Kazan area)

Ekaterina A. Yachmeneva, Victor E. Kosarev, Eduard R. Ziganshin Kazan Federal University, Kazan, Russia; EAYachmenjova@kpfu.ru

## Использование упругих параметров для литологического описания пород сакмарского яруса в скважине (Восточно-Европейская платформа, Приказанский район)

Ячменева Е.А., Косарев В.Е., Зиганшин Э.Р. Казанский федеральный университет, Казань, Россия; EAYachmenjova@kpfu.ru

В данной работе изучение сульфатно-карбонатных отложений сакмарского яруса проведено путем анализа упругих параметров пород. Полученные результаты могут быть использованы для оценки литологических разностей рассматриваемых отложений в пространстве упругих параметров, с использованием результатов замеров акустического и плотностного каротажей.

Результаты геофизических исследований скважин широко применяются при выполнении инверсионного преобразования петрофизических параметров в сейсмические атрибуты. Один из основных инверсионных параметров, применяемый при интерпретации данных сейсморазведки и получаемый на основе акустического и плотностного каротажа, это параметр акустической жесткости. По результатам данной работы была выявлена эффективность применения акустического импеданса для выделения литологических разностей отложений сакмарского яруса Приказанского района.

Объектом исследования выступают породы, слагающие геологический разрез скважины, пробуренной на территории Института геологии и нефтегазовых технологий Казанского (Приволжского) федерального университета. Разрез скважины представлен следующими стратиграфическими единицами пермской системы: казанским ярусом башкирского отдела и сакмарским и ассельским ярусом приуральского отдела. В данной статье приводится анализ упругих параметров пород сакмарского яруса. Отложения данного яруса в разрезе скважины представлены переслаиванием пластов доломита, ангидрита и гипса (Геология Татарстана, 2003). Для лабораторных исследований отбирались цилиндрические образцы керна, диаметром 30 мм и длиной около 70 мм. Всего был исследован 351 образец.

Определение упругих параметров вдоль ствола скважины проводилось аппаратурой кросс-дипольного акустического каротажа "MPAL". Плотностные свойства разреза оценивались при помощи аппаратуры плотностного каротажа. Одним из этапов обработки результатов являлось вычисление скоростей пробега продольной и поперечной волн. Для комплексной оценки всех волн в волновом пакете был использован метод Сембланса (Косарев и др., 2016; Kimball, 1986). В результате обработки исходных данных волновых картин получены кривые интервального времени продольной и поперечной волн. На следующем этапе был проведен комплексный анализ результатов исследования керна. Плотностная характеристика разреза имеет хорошую сходимость по данным керна и ГИС. Литотипы четко разделяются по плотности с небольшими перекрытиями и имеют близкие диапазоны по керну и ГИС. Перекрытия на гистограммах распределения параметров зачастую связаны с загипсованностью доломитов. Кроме того, по разрезу встречаются ангидриты с гипсовыми включениями. Проведен анализ ряда зависимостей ГИС-ГИС для выявления наиболее информативной связи для целей литологического расчленения изучаемых отложений. В ходе работы было выявлено, что поле упругих параметров «скорость – акустический импеданс» позволяет наиболее четко разделять все литотипы в разрезе.

На рисунке 1 представлены зависимости скоростей продольной и поперечной волн от величины акустического импеданса. Анализ полученных результатов ярко характеризует три литологические разности: гипс – голубые, доломит – коричневые, ангидрит – синие точки.



Рис. 1. Литологическое расчленение разреза в поле параметров: а) Vp – P-Imp; б) Vs – S-Imp. Цветом закодирована плотность породы (RHOB)

Отсюда можно сделать вывод, что применение сейсмических атрибутов (в данном случае, акустического импеданса) позволяет получить более детальную информацию о границах пластов с разными литологическими свойствами. Таким образом, применение результатов акустического и плотностного каротажа позволяет эффективно проводить литологическое расчленение пермских отложений сакмарского яруса.

Работа была поддержана Министерством науки и высшего образования за счет субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету в рамках государственной программы по повышению его конкурентоспособности среди ведущих мировых центров науки и образования.

Авторы статьи благодарят CGG GeoSoftware за предоставление академических лицензий программного обеспечения "PowerLog".

#### Список литературы

Геология Татарстана. Стратиграфия и тектоника. – М.: ГЕОС, 2003. – 402 с.

Косарев В.Е., Горгун В.А., Шерстюков О.Н. Сравнение методов оценки интервальных времен по данным многоэлементного волнового акустического каротажа // Нефтяное хозяйство. – 2016. – № 2. – С. 24–27.

Kimball C.V. (1986). Semblance processing of borehole acoustic array data / C.V. Kimball, T.L. Marzetta. Geophisics 49, pp. 337–344.

## The application of lithological-paleogeographic studies in the retrospective analysis of geodynamics of the Volga-Kama Anteclise for prediction of hydrocarbon deposits

Haydar G. Zeenat, Anatoli A. Efimov LLC "NPO "GEOTON", Moscow, Russia; galim1923@yandex.ru

## Применение литолого-палеогеографических исследований при ретроспективном анализе геодинамики Волжско-Камской антеклизы для прогноза месторождений углеводородов

Зинатов Х.Г., Ефимов А.А. ООО «НПО «ГЕОТОН», Москва, Россия; galim1923@yandex.ru

За последние 20 лет в осадочном чехле «старого» Волго-Уральского НГБ и, собственно, Волжско-Камской антеклизы (ВКА), равно как и на территории Республики Татарстан (РТ) как составной части ВКА для выявления мелких месторождений углеводородов (УВ) в осадочном чехле ВКА предельно реализована «Антиклинальная теория образования месторождений нефти Абиха». Поэтому по-прежнему актуальны прогнозно-поисковые исследования по выявлению месторождений УВ в кристаллическом фундаменте территорий ВКА и РТ, настойчиво проводившиеся все эти годы под руководством Р.Х. Муслимова (1999).

Исходя из того, 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 УВ как тектонически вовлеченные в качестве коллекторов и покрышек в тектонически предопределенные ловушки для УВ; 3) существуют современные представления геологов-нефтяников об исключительно молодом – неотектоническом возрасте месторождений УВ и о последней – позднеплейстоцен-четвертичной, продолжающейся и сейчас, фазе формирования залежей УВ; 4) существуют принципы «структурной и рудной синхронности» (Зинатов, 2013, а; 2013, б; 2014; 2015, а; 2015, б), все вышеупомянутое определяет постоянную необходимость усовершенствования тектонических предпосылок для поисков месторождений горючих полезных ископаемых не только на основе изучения прежде всего неогеодинамики, но и на основе «ретроспективного анализа» реконструкции геодинамики НГБ, т. е. их геодинамики со времени заложения НГБ (Зинатов, 2013, б).

Методология и методика геодинамических исследований для прогноза и поисков месторождений твердых и горючих полезных ископаемых, понимание «геодинамики» и тектонических предпосылок для поисков промышленно значимых месторождений полезных ископаемых, а также принципы усовершенствования тектонических предпосылок для поисков месторождений полезных ископаемых подробно рассмотрены в работе (Зинатов, 2013, а, б). 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 формирующейся в неогеодинамике структуры земной коры ВКА и территории РТ и, соответственно, структурно-кинематические закономерности размещения и динамические (в свете полей напряжений) условия формирования и сохранности месторождений УВ (Зинатов, 2013, б; Зинатов, 2014; Зинатов, 2015, а, б; Зинатов, Ефимов, 2011).

Формирование месторождений горючих полезных ископаемых в ВКА и на территории РТ зависит от геодинамики региона, обусловленной на всем протяжении геодинамики ВКА как внешними и внутренними траснпрессиями, характерными для Восточно-Европейской плиты, так и неогеодинамическим 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 (Зинатов, 2013, б; Зинатов, 2014; Зинатов, 2015, а, б; Зинатов, Ефимов, 2011).

Прогноз выявления новых месторождений нефти на основе выявленных структурно-кинематических закономерностей размещения и геодинамических условий сохранности месторождений нефти на территории РТ приведен в работе (Зинатов, Ефимов, 2011.

Соотношение геодинамических позиций вяземских месторождений каменного угля и месторождений битумов в уфимских и казанских отложениях, а также масштабность месторождений нефти позволяют, с одной стороны, считать, что в визейском веке приток УВ в верхние слои земной коры мог существенно повлиять на образование месторождений каменного 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, 2013, б).

Дешифрирование КС и совокупный тектонофизический анализ материалов этого дешифрирования и геолого-геофизической информации позволяют строить, по принципу «от общего к частному», разномасштабные неотектонические структурнокинематические карты исследуемого региона. Построенные карты и ретроспективный анализ размещения древних фаций и литофаций на основе таких карт позволяют обосновать на платформах структурообразующую природу некоторых линеаментов, отдешифрированных на КС, как глубинных разломов, ранее не выявленных наземными геолого-геофизическими методами, и, тем самым, существенно прояснить 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 условиях уничтожения месторождений полезных ископаемых (Зинатов 2013, б).

314

Учитывая вовлеченность на территориях ВКА и РТ пород кристаллического фундамента в неогеодинамику формирования многих нефтеносных взбросанадвиговых антиклиналей и их кулисных рядов – «валов», а также несомненную подверженность кристаллического фундамента неогеодинамическим процессам, можно предложить следующее – в качестве одной из основ для прогноза и поисков месторождений УВ в кристаллическом фундаменте территорий ВКА и РТ следует предложить рассмотренные усовершенствованные нео- и, в целом, геодинамические предпосылки поисков месторождений горючих полезных ископаемых (Зинатов, 2013, б; Зинатов, 2014; Зинатов, 2015, а, б; Зинатов, Ефимов, 2011).

Рассмотренная методика работ по усовершенствованию тектонических предпосылок для прогноза и поисков твердых и горючих полезных ископаемых позволяет, на единой методологической основе, с применением единых методов тектонофизического и ретроспективного анализов, проводить изучение региональных и подчиненных им локальных структурно-кинематических закономерностей размещения и тектонодинамических условий формирования, сохранности и разрушения месторождений полезных ископаемых. То же самое касается и структур рудных провинций, областей, районов, полей, узлов, месторождений и залежей в их соподчиненном геодинамическом развитии и тектонофизическом взаимодействии, независимо от генетических типов и видов полезных ископаемых, времени и режимов геодинамического развития исследуемых регионов.

#### Список литературы

- 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 // Глубинная нефть. – 2013. – Т. 1. – № 5. – С. 660–683.
- Зинатов Х.Г. Ретроспективный анализ влияния геодинамики юго-восточной части Волжско-Камской антеклизы на формирование литофаций, фаций и месторождений углеводородов // 3-и Кудрявцевские чтения: тезисы конференции.– М.: ЦГЭ, 2013.
- Зинатов Х.Г. Совершенствование тектонических предпосылок поисков месторождений битумов на основе геодинамических исследований формирования верхнепермских месторождений битумов в Республике Татарстан // Глубинная нефть. 2014. Т. 2. № 12. С. 2007–2017.
- Зинатов Х.Г. О методике нефтегазового районирования на основе изучения геодинамики юговосточной части Волжско-Камской антеклизы // 4-е Кудрявцевские чтения: тезисы конференции. – М.: ЦГЭ, 2015.
- Зинатов Х.Г. О вариантах проявления вулканизма и землетрясений как глубинных факторов формирования месторождений углеводородов и их применение при неогеодинамических исследованиях формирования месторождений углеводородов // 4-е Кудрявцевские чтения: тезисы конференции. – М.: ЦГЭ, 2015.
- 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.
- *Муслимов Р.Х.* Нетрадиционные источники углеводородного сырья резерв дальнейшего развития старых нефтедобывающих регионов // Георесурсы. – 1999. – № 1. – С. 21–25.

# Permian and Triassic conchostracans from the Babii Kamen section (Western Siberia)

Veronika V. Zharinova, Vladimir V. Silantiev Kazan Federal University, Kazan, Russia; vevzharinova@kpfu.ru

The Babii Kamen section is one of the best place to study Permian and Triassic flora and fauna. This section is located in the Kuznetsk Coal Basin, on the right bank of the Tom River, 45 km downstream from Novokuznetsk.

The deposits of the Babii Kamen section consist of the Tailugan and Maltsevo formations (Fm). The Tailugan Fm is assigned to the Permian and the Maltsevo Fm is assigned to the Triassic. The Maltsevo Fm consists of the Tarakanikha, Barsuchii, Kedrovii and Ryaboi Kamen members (Mb).

A large collection of conchostracans was sampled from the Babii Kamen section during field works from 2015 to 2018. Conchostracans occur in the upper layers of the Tailugan Fm and the Tarakanikha Mb, Kedrovii Mb and Ryaboi Kamen Mb of the Maltsevo Fm.

Mass occurrences of *Pseudestheria novacastrensis* (Mitchell, 1927) were found in the upper beds of the Tailugan Fm and in the Tarakanikha Mb and Kedrovii Mb of the Maltsevo Fm. *P. novacastrensis* is known from the Permian deposits of the Siberian Platform (the Yenisei River and the Nizhnyaya Tunguska River), the East European Platform, the Pechora Basin and Australia (Mitchell, 1927; Raymond, 1946; Novojilov, 1950).

The increasing diversity of conchostracans is well observed in the upper part of the Maltsevo Fm (Kedrovii Mb and Ryaboi Kamen Mb).

The species *Cornia papillaria* Lutkevich, 1937 occurs in the Kedrovii Mb of the Maltsevo Fm. This species was first described from the Tailugan Fm and is also found in the Permian deposits in the Kuznetsk Coal Basin (Molin & Novojilov, 1965; Novojilov, 1970).

The species *Megasitum harmonicum* Novojilov, 1970 and *Megasitum lopokolense* (Novojilov, 1970) were found in the Kedrovii Mb of the Maltsevo Fm. These species occur in the Upper Permian deposits in the Nizhnyaya Tunguska River basin (Novojilov, 1970).

A single sample of *Echinolimnadia mattoxi* Novojilov, 1965 was found in the Kedrovii Mb of the Maltsevo Fm. Mass occurrence of this species was also discovered in the Ryaboi Kamen Mb. This species was first described from the Upper Permian sediments of the Nizhnyaya Tunguska River basin and Kuzbass (Novojilov, 1968; 1970).

The species Concherisma tomensis Novojilov, 1958 was found in the Kedrovii Mb of the Maltsevo Fm. Additionally, this species occurs in the Lower Triassic deposits of Kuzbass and Taimyr (Molin & Novojilov, 1965; Novojilov, 1970).

The most important occurrence for biostratigraphy is that of the species *Cyclotunguzites gutta* (Lutkevich, 1938) in the upper layers of the Maltsevo Fm (the Kedrovii Mb and Ryaboi Kamen Mb). This species is known from Lower Triassic deposits in the Pechora Basin, Siberia, and China (Molin & Novojilov, 1965; Chu et al., 2019; Zharinova & Silantiev, 2018).

The species Concherisma tomensis and Cyclotunguzites gutta makes it possible to assign the upper part of the Maltsevo Formation to the Early Triassic. The occurrence of the Permian and Triassic conchostracans from the Babii Kamen section in the sediments of Eastern Europe, Siberia, China and Australia demonstrates the high importance of this group for biostratigraphy and correlations.

#### Acknowledgments

The authors extend thanks to employees of the Paleontological Institute of the Russian Academy of Sciences for assistance with a sampling.

This work was funded by the subsidy allocated to Kazan Federal University for the state assignment no. 5.2192.2017/4.6 in the sphere of scientific activities and was partly supported by the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University.

#### References

- Chu, D. Tong, J., Benton M. J., Yu J., Huang Y. (2019). Mixed continental-marine biotas following the Permian-Triassic mass extinction in South and North China. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology, 519, pp. 95–107.
- Mitchell J. (1927). The Fossil Estheria of Australia. In Proceedings of the Linnean Society of New South Wales, 52, pp. 210–214.
- Mogucheva N. K. (1989). Granica permi i triasa v kontinentalnyh tolshchah Srednej Sibiri. In Yarusnye I zonalnye shkaly borealnogo mezozoya SSSR. Nauka, p. 20–24.
- Molin V. A., Novojilov, N. I. (1965). Dvustvorchatye listonogie permi i triasa severa SSSR. Nauka, Moskva, p. 116.
- Novojilov N. I. (1950). Recueil D'Articles sur les Phyllopodes Conchostraces. Nauka, Moskva, pp. 128.
- Novozhilov N. I., Kapelka V. (1968). Nouveaux conchostraces de Siberie. Annales de paleomtologie, Paris, pp. 109–129.
- Novojilov N. I (1970). Vymershie limnadioidei. Nauka, Moskva, p. 249.
- Raymond E. (1946). The Genera of Fossil Conchostraca an Order of bivalve Crustacea. Bulletin of the Museum of comparative Zoology at Harvard College, 96 (3), pp, 218–276.
- Zharinova V. V., Silantiev, V. V. (2018). O rannetriasovyh konkhostrakah Pechorskoj sineklizy. In Godichnoe sobranie (nauchnaya conferentsiya) sektsii paleontologii MOIP moskovskogo otdeleniya paleontologicheskogo obshchestva pri RAN (Alekseev, A.S., Eds.), pp. 30–31.

### Microsculpture of Permian and Triassic conchostracans from the Western Siberia (Babii Kamen section)

Veronika V. Zharinova, Vladimir V. Silantiev Kazan Federal University, Kazan, Russia; vevzharinova@kpfu.ru

The Babii Kamen reference section is located on the right bank of the Tom River, 45 km downstream from Novokuznetsk (Kemerovo Region, Western Siberia). A large collection of conchostracans was sampled from the Upper Permian and Lower Triassic deposits of the Babii Kamen section during field works from 2015 to 2018.

The species *Pseudestheria novacastrensis* (Mitchell, 1927) occurs in the Upper Permian deposits. This species has the reticulated type of microsculpture.

The species *Cornia papillaria* Lutkevich, 1937 occurs in Upper Permian sediments of the Babii Kamen section. The microsculpture of this species is different on the valves. The transition from reticulated ornamentation to radial fringes is visible on the growth bands of *C. papillaria*.

The species *Megasitum harmonicum* Novojilov, 1970 and *Megasitum lopokolense* (Novojilov, 1970) were found in the same layers with *Cornia papillaria*. There are three types of ornamentation present on one shell of the species *M. lopokolense*. The pitted microsculpture is at the umbo. The radial fringes and reticulated types are observed on the middle and ventral parts of the valve. The pitted type of ornamentation is observed on the valves of *M. harmonicum*.

A single sample of *Echinolimnadia mattoxi* Novojilov, 1965 was found in the Upper Permian deposits. Mass occurrence of this species was also discovered in the Lower Triassic deposits. The reticulated ornamentation characterizes this species (Molin & Novojilov, 1965; Novojilov, 1970).

The species *Cyclotunguzites gutta* (Lutkevich, 1938) occurs in the same layers with *Echinolimnadia mattoxi*. This species has a small pitted microsculpture.

The species Concherisma tomensis Novojilov, 1958 occurs in the Lower Triassic deposits. The reticulated microsculpture transits to the radial lirae at the anterior-ventral margin on the valves of this species.

Five types of conchostracan microsculpture ornamentation from the Babii Kamen section are described: pitted, nodular, reticulated, radial lirae, radial fringes.

The transition from one type of ornamentation to another is characterized for three species: *Megasitum lopokolense* Novojilov, 1970, *Cornia papillaria* Lutkevich, 1937 and *Concherisma tomensis* Novojilov, 1958.

The authors extend thanks to employees of the Paleontological Institute of the Russian Academy of Sciences for assistance with a sampling.

This work was funded by the subsidy allocated to Kazan Federal University for the state assignment no. 5.2192.2017/4.6 in the sphere of scientific activities and was partly supported by the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University.

#### References

Molin V.A., Novojilov, N.I. (1965). Dvustvorchatye listonogie permi i triasa severa SSSR. Nauka, Moskva, p. 116.

Novojilov N.I. (1970). Vymershie limnadioidei. Nauka, Moskva, p. 249.

## The Upper Devonian and Lower Carboniferous carbonate reservoirs of the south-eastern Volga-Ural Basin: main features of rock porosity

Eduard R. Ziganshin, Ekaterina V. Nugmanova, Anton N. Kolchugin Kazan Federal University, Kazan, Russia; eduard-ziganshin@mail.ru

## Особенности строения пустотно-порового пространства карбонатных пород верхнего девона и нижнего карбона, на примере месторождений юго-востока Волго-Уральской области

Зиганшин Э.Р., Нугманова Е.В., Кольчугин А.Н. Казанский федеральный университет, Казань, Россия; eduard-ziganshin@mail.ru

Проблема изучения фильтрационно-емкостных свойств (ФЕС) осадочных отложений является весьма актуальной как в инженерной практике разработки месторождений углеводородов, так и в фундаментальных вопросах седиментогенеза осадочных бассейнов (Anselmetti, Eberli, 1993). Особую значимость исследования ФЕС имеют для рационального освоения недр на территории Республики Татарстан (Россия), где в карбонатных породах сосредоточено до 38 % извлекаемых запасов нефти (Муслимов, 2007). В данной работе внимание сосредоточено на петрофизическом изучении особенностей порового пространства карбонатных пород как коллекторов нефти. Использование акустических свойств для изучения пористости на образцах керна достаточно подробно описано в работах (Anselmetti, Eberli, 1993; Kumar, Han, 2005; Kuster, Toksoz, 1974). Результаты этих работ позволяют с уверенностью утверждать, что для карбонатных пород дисперсия акустических свойств обусловлена формой порового пространства (Eberli et al., 2003) и наличием микропористости (размер пор – менее 30 мкм), не определяемой при оптико-минералогических исследованиях (Baechie et al., 2004). Количественной мерой формы пор в рок-физике (Kuster, Toksoz, 1974; Xu, Раупе, 2009) является аспектное отношение пор (α) (АОП). Если использовать допущение об эллипсовидной форме пор, то параметр АОП представляет собой отношение короткого радиуса эллипса к его длинному радиусу и изменяется в диапазоне значений от 0 (трещины) до 1 (поры сферической формы). Важно, что параметр АОП является упрощенным (модельным) способом описания формы пор, который связывает петрофизические свойства породы и его структурно-текстурные особенности.

Целью данной работы является количественная оценка формы порового пространства карбонатных пород по данным петрофизических исследований и их подтверждение данными петрографических исследований. Керновый материал был отобран из трех скважин, расположенных на южном склоне Южно-Татарского свода. Образцы приурочены к турнейскому ярусу (82 образца из двух скважин) и данковолебедянскому горизонту (15 образцов из одной скважины). По результатам лабораторных исследований были определены значения пористости и скорости прохождения продольной и поперечной УЗ-волн в условиях, моделирующих пластовые, объемная плотность и минералогический состав. Далее из 10 образцов были изготовлены шлифы и проведено литологическое описание.

Результаты петрофизических исследований были использованы в моделировании теории эффективных сред. Моделирование рок-физики проводилось в программном продукте "Power Log", в модуле "Rock Physics Module" ("CGG Geosoftware"). Для моделирования использовалась модель дифференциальной эффективной среды (DEM) [6, 7]. Был оценен количественно параметр аспектного отношения пор, он варьирует в диапазоне от 0, 011 до 0,18. Результаты петрофизических исследований и моделирования рок-физики представлены на рис. 1.

По результатам обобщения петрофизических и петрографических данных можно выделить несколько групп:

Группа 1. Породы с наличием трещиноватости, практически полностью заполненной кальцитом. АОП меньше 0,07. Мадстоун. Синие окружности на рис. 1.

Группа 2. Породы с преобладанием микропористости и межчастичной пористости. Аспектное отношение пор – от 0,07 до 0,12. Большая часть породы занята вакстоуном. Красные ромбы на рис. 1.

Группа 3. Породы с преобладанием макро- и мезопор внутричастичного выщелачивания. Аспектное отношение пор условно находится в диапазоне от 0,12 до 0,2. Большая часть породы занята пакстоуном. Зеленые квадраты на рис. 1.



Рис. 1. График зависимости скорости от пористости. Линии соответствуют разным значениям АОП (α)

Очевидно, что теоретическое моделирование рок-физики является мощным инструментом для определения формы порового пространства в сложных карбонатных породах. Данный метод может применяться для снижения неопределенности в поле зависимости пористости и упругих свойств не только в рамках лабораторных исследований, но и в масштабах скважины, с применением каротажных данных, подкрепленных петрофизическими и петрографическими исследованиями.

#### Список литературы

Anselmetti F.S., Eberli G.P. (1993). Controls on sonic velocity in carbonates. Pure Appl. Geophys. 141, pp. 287–323.

- Baechle G.T., Weger R., Eberli G P., & Massaferro J.L. (2004). The role of macroporosity and microporosity in constraining uncertainties and in relating velocity to permeability in carbonate rocks. Society of Exploration Geophysicists Annual Meeting, Denver, United States.
- Eberli G.P., Baechle G.T., Anselmetti F.S., and Incze M.L. (2003). Factors controlling elastic properties in carbonate sediments and rocks: The Leading Edge 22, p. 654–660.

F. Jerry Lucia., (2007). Carbonate Reservoir Characterization, Second Edition, p. 337.

- Kumar M, and Han D.H. (2005). Pore shape effect on elastic properties of carbonate rocks Society of Exploration Geophysicists, Expanded Abstracts, pp. 1477–1480.
- Kuster G.T, Toksoz M.N. (1974). Velocity and attenuation of seismic waves in two-phase media. Geophysics 39, pp. 587–618.

Xu S and Payne M.A. (2009). Modeling elastic properties in carbonate rock The Leading Edge, pp. 66-74.

*Муслимов Р.Х.* Нефтегазоносность Республики Татарстан. Геология и разработка нефтяных месторождений: в 2 т. – Казань: ФЭН АН РТ, 2007. – Т. 1. – 316 с.

## Early Cretaceous microbiofacies and paleobathymetry in the eastern Russian Platform

### Svetlana O. Zorina

Kazan Federal University, Kazan, Russia; svzorina@yandex.ru

The paleobathymetric modeling of the early Cretaceous sedimentary basin in the Eastern Russian Platform was undertaken on the basis of habitat specificity of benthic foraminifera identified in the Lower Cretaceous mudrocks from the Tatar Shatrashany borehole (Zorina, 2009, 2012). It was resulted that calcareous benthic foraminifera Lagenida, Nodozariida, Polymorphinida, Rotaliida inhabited on the entire shelf. Increasing the emergence of new calcareous species marks the basin deepening up to the base of the neritic zone. It was the best tool of paleobathymetric interpretation that calcareous forms are disappeared on the boundary of the shelf and upper bathyal zone (Berggren, 1978). The agglutinated forms such as Lituolida, Trochamminida, Astrorhizida, Textulariida, Ataxophragmiida, and Ammodiscida are taking deeper parts of the basin from lower neritic to the upper bathyal zone where they are abundant. The generic and species diversity of calcareous and agglutinating community, emergence of new species, total population of foraminifera were calculated.

The results from analysis of quantitative parameters, calculated for the early Cretaceous assemblage of benthic foraminifers, and the palaeoecological features of calcareous and agglutinated forms enabled us to estimate variations in palaeodepth, and to construct the bathymetric curve (Zorina, 2016). It was revealed that in early Cretaceous the eastern part of the Russian Platform was a part of an epeiric sea with a depth of 50–200 m shallowing periodically to almost 50 m and deepening in the middle Albian up to 300 m.

The work is performed according to the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University. The work was supported by the Ministry of Science and High Education of the Russian Federation contract No. 14.Y26.31.0029 in the framework of the Resolution No.220 of the Government of the Russian Federation. The research was funded by the subsidy allocated to Kazan Federal University for the state assignment #5.2192.2017/4.6 in the sphere of scientific activities.

### References

- Berggren W.A. (1978). Marine micropaleontology: An introduction. In: Haq B.U., Boersma A. (Eds.) Introduction to Marine Micropaleontology. Elsevier. P. 1–17.
- Zorina S.O. (2009). Sequence Stratigraphy of Lower Cretaceous Deposit on the eastern Russian Plate. Russian Geology and Geophysics 50 (5): 430–437.
- Zorina S.O. (2012). Middle Jurassic Lower Cretaceous Tectonic–Eustatic Cyclites of the Southern East European Craton. Doklady Earth Sciences 444 (2): 702–705.
- Zorina S.O. (2016). Early Cretaceous sea level fluctuations in the eastern part of the East European Platform. Doklady Earth Sciences.470 (2): 1002–1005.

### Future prospects for stratigraphy during shifts of scientific

Svetlana O. Zorina<sup>1</sup>, Valery P. Alekseev<sup>2</sup>, Oksana S.Chernova<sup>3</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia; svzorina@yandex.ru <sup>2</sup>Ural State Mining University, Ekaterinburg, Russia <sup>3</sup>National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk, Russia

### Перспективы стратиграфии в ракурсе смены научных парадигм

Зорина С.О.<sup>1</sup>, Алексеев В.П.<sup>2</sup>, Чернова О.С.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия; svzorina@yandex.ru
<sup>2</sup>Уральский государственный горный университет, Екатеринбург, Россия
<sup>3</sup>Томский национальный политехнический университет, Томск, Россия

Рубеж миллениумов зафиксировал смену классической линейной, или ньютоновской, общенаучной парадигмы на нелинейную, или неклассическую. В последней ответы природы на задаваемые ей вопросы зависят не только от свойств изучаемого объекта, но и от способа вопрошания (Степин, 2000). Нелинейная наука отчетливо выражена в теории относительности и представлена синергетическим мировидением, основы которого заложены «Ньютоном XX века» И.Р. Пригожиным. Для стратиграфии важность основных позиций нелинейности разобрана, в частности, в статье (Алексеев, Амон, 2013). Также здесь следует привести следующую цитату: «Нелинейность развития свойственна биосистемам..., поэтому она характеризует ход эволюции фактически всех блоков биосферы (при возможно линейном типе развития ее отдельных звеньев)» (Гладенков, 2004). Вместе с тем введение в стратиграфию представлений о нелинейном характере многих процессов и взаимодействий обострило ряд неразрешенных (а возможно, и неразрешимых) противоречий.

Одно из таких противоречий состоит в трудности, а часто и неосуществимости фиксации и прослеживания строгой изохронности границ биостратонов и ярусов, которые на практике выступают как диахронные (гетерохронные). Отчасти затруднения могут быть смягчены, например, введением понятия «окна возрастного скольжения», которое несколько сглаживает «парадокс изохронности» (Зорина и др., 2018). В определении размера «окна диахронности» ключевую роль должна сыграть одновременная регистрация в нескольких разрезах одной и той же выборки геологических событий, включающей в себя как «быстрые», так и «медленные» события, например, соответственно магнитные хроны и биозоны. Различное положение магнитного хрона в биозональной последовательности выбранных разрезов указывает, что граница биозоны в разных разрезах диахронна и «окно возрастного скольжения» можно считать зафиксированным. Размер окна в единицах времени несложно определить, сопоставив последовательность биозон со шкалой геологического времени. «Окна диахронности», в частности, были зарегистрированы при сопоставлении бореальных и тетических мезозойских и кайнозойских толщ Русской плиты и пр. (Гужиков, Барабошкин, 2006; Зорина, Афанасьева, 2006).

Однако следует помнить, что магнитные инверсии далеко не «мгновенны», и скорость их протекания достаточно хорошо изучена. В среднем она составляет от нескольких лет до 28 тыс. лет (Clement, 2004). Самая быстрая из известных – Матуяма-Брюнес – про-
исходила 781 тыс. лет назад, со скоростью 2° в год, т. е. длилась 90 лет (Sagnotti et al., 2014). Не исключено, что вскоре в геологических разрезах можно будет легко идентифицировать признаки еще более высокоскоростных событий (особые изотопные метки кратковременных вулканических и космических событий?), по сравнению с которыми магнитные инверсии окажутся более «медленными», а точность определения окна возрастного скольжения повысится многократно. Этот процесс может потребовать разработки новых критериев проведения ярусных границ в силу явной невалидности рекомендованных в настоящее время руководящих корреляционных событий (Gradstein et al., 2012).

В фациально-литологических исследованиях последних десятилетий отчетливо проявляется тенденция к «механизированию» представлений об условиях формирования геологических тел и их ансамблей, т. е. сведению многообразия протекавших процессов к ограниченному числу линейных форм. Для стратиграфии это особенно ярко проявилось в базовых положениях сейсмической стратиграфии – ведущего инструмента изучения нефтегазоносных толщ, среди которых сущностный интерес представляют парасиквенсы (последовательности генетически связанных, непрерывно накопившихся слоев) нескольких порядков, сопоставляемые с циклами. При этом, как правило, упускается из виду метко охарактеризованный аспект, что «цикличность без углубленного фациального анализа – лишь формальный, механический прием» (Жемчужников, 1947). Лишь с относительно недавнего времени методология стратификации разрезов в рамках сейсмической стратиграфии диверсифицируется. Совершенствуются и детализируются представления о механизме формирования осадочных толщ, в частности учитываются аккомодационные вариации и др. Помимо традиционного выделения сиквенсов по поверхностям несогласия и их аналогам в тонкозернистых частях разрезов, практикуется и «генетическая стратиграфия» с проведением границ комплексов по поверхностям максимального затопления. Подобный подход, по сути, адекватен смене трансгрессии регрессией, что лежит в основе школы Ю.А. Жемчужникова по выделению циклов в угленосных толщах (Ботвинкина, Алексеев, 1990).

Исходя из всего вышеперечисленного, обозначим наличие двух «векторов давления» на современную российскую стратиграфию, почти исключительно базирующуюся на постулатах классической линейной парадигмы. А – «внешний», связанный с ее неизбежной сменой на нелинейную и, соответственно, с вовлечением в сферу исследований средств изучения объектов (здесь не имеется в виду часто используемое понятие «множественная стратиграфия», которое, по существу, представляет собой лишь набор различных методов). Б – «внутренний», определяемый необходимостью принципиальной диверсификации используемых методических подходов. Взаимозачет или компенсацию обоих векторов, с нашей точки зрения, можно реализовать в двух направлениях. А – посредством признания ведущей роли цикличности, ярко выраженной в геологических телах любого генезиса, в формировании этих тел. Б – реализацией взглядов на геологические процессы «изнутри», т. е. не механистично, но подлинно генетически. Подобно «физике изнутри», или эндофизике (Rossler, 1998), либо эндолитологии (Алексеев, Амон, 2017) эндостратиграфия вполне способна дать существенный и сущностный импульс развитию стратиграфических исследований как в России, так и за рубежом. Этим мог бы быть сделан прорыв в область изучения внелинейных процессов, что относится уже к области постнеклассической научной парадигмы, или открытого диалога человека с природой.

#### Список литературы

- Алексеев В.П., Амон Э.О. Нелинейность в геологии, процессах осадконакопления и стратиграфии // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии: научные материалы Пятого Всероссийского совещания (Тюмень). Екатеринбург: ИздатНаукаСервис, 2013. С. 13–16.
- Алексеев В.П., Амон Э.О. Седиментологические основы эндолитологии. Екатеринбург: Издательство Уральского государственного горного университета, 2017. – 476 с.
- Ботвинкина Л.Н., Алексеев В.П. Цикличность осадочных толщ и методика ее изучения. Свердловск: Издательство Уральского университета, 1991. – 336 с.
- *Гладенков Ю.Б.* Биосферная стратиграфия (проблемы стратиграфии начала XXI века). М.: ГЕОС, 2004. – 120 с.
- *Гужиков А.Ю., Барабошкин Е.Ю.* Оценка диахронности биостратиграфических границ путем магнитохронологической калибровки зональных шкал нижнего мела Тетического и Бореального поясов // Доклады Академии Наук. 2006. Вып. 409. № 3. С. 365–368.
- Жемчужников Ю.А. Цикличность строения угленосных толщ, периодичность осадконакопления и методы их изучения // Труды Института геологических наук АН СССР. 1947. Вып. 90. № 2. С. 7–18.
- Зорина С.О., Алексеев В.П., Амон Э.О., Хасанова К.А. Возрастное скольжение слоев: факты и геологические следствия (к 150-летию фундаментальной работы Н.А. Головкинского) // Георесурсы. 2018. Т. 20. № 4. Ч. 1. С. 278–289.
- Зорина С.О., Афанасьева Н.И. О хроностратиграфическом соотношении пограничных стратонов верхнего мела и палеоцена в Среднем и Нижнем Поволжье // Известия ВУЗов. Геология и разведка. – 2006. – № 4. – С. 3–7.
- Степин В.С. Теоретическое знание. М.: Прогресс-Традиция, 2000. 743 с.
- Clement B.M. (2004). The dependence of geomagnetic polarity reversal durations on site latitude. Nature 428, pp. 637–639.
- Gradstein F.M., Ogg J.G., Schmitz M., Ogg G. (Eds.). (2012). The Geologic Time Scale 2012. Vols. 1– 2. Elsevier, Oxford – Amsterdam – Waltham, 1176 p.
- Rossler O.E. (1998). Endophysics: The World as Interface. Singapure: World Scientific, 204 p.
- Sagnotti L., Scardia G., Giaccio B., Liddicoat J.C., Nomade S., Renne P.R., Sprain C.J. (2014). Extremely rapid directional change during Matuyama-Brunhes geomagnetic polarity reversal. Geophys. J. Int. 199 (2), pp. 1110–1124.

#### Volcanogenic influx onto the Epeiric Sea in the Russian Platform

Svetlana O. Zorina<sup>1</sup>, Konstantin I. Nikashin<sup>1</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia

The upper Jurassic – lower Cretaceous succession from the northeastern Peri-Tethys (eastern Russian Platform) has been accumulated by strong input of the pyroclastic material which was altered partly or completely forming the association of minerals including smectite, zeolite, mixed-layered minerals, and semidissolved and unaltered volcanic glass fragments (Kossovskaya, 1975; Rentgarten, Kuznetsova, 1967; Zorina, Afanas`eva, 2015; Zorina et al., 2017).

The content of pyroclastics in the upper Jurassic Trazov marlstones is about 20%. Upwards the section it increases dramatically to more than 50% in the Promzino black shales. The lower Cretaceous Klimov-Khmelev and Zarykley mudrocks are consisted of around 40% pyroclasic matter, whereas the OAE-1a-related Uljanovsk black shales and overlaying Studenets mudrocks contain about 50% pyroclastics. The highest amount of volcanogenic input (more than 70%) is found in the middle Albian Alov mudrocks.

Variations in pyroclastic matter values in the studied section are regarded to be associated with fluctuations in volcanic influxes on the study area during the late Jurassicearly Cretaceous. The Armavir basaltic stratovolcano could be proposed among the main sources of the volcanic ash clouds transporting the pyroclastic material to the basin (Grekov et al., 2004; Kornev, 1965). In the middle Albian the volcanic activity is thought to be the most tremendous as the pyroclastics from the Ciscaucasian backarc including that from the Armavir massif was supplemented by the ash clouds transporting from the Crimean volcanic arc (Nikishin et al., 2013).

The work is performed according to the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University. The work was supported by the Ministry of Science and High Education of the Russian Federation contract No. 14.Y26.31.0029 in the framework of the Resolution No.220 of the Government of the Russian Federation. The research was funded by the subsidy allocated to Kazan Federal University for the state assignment #5.2192.2017/4.6 in the sphere of scientific activities.

#### References

- Grekov I. I., Prutsky N. I., Enna N. L. (2004). The main Phanerozoic tectonic and magmatic activity zones (seat zones) of the North Caucasus. Lithosphera 3, pp. 127–136.
- Kornev G. I. (1965). Armavir volcanic complex. In: V.L. Egojan (Ed.) Fauna, stratigraphy, lithology of the Mesozoic and Cenozoic deposits of the Krasnodar district. Proceedings of KF VNII 16. Leningrad, Nedra, pp. 382–410.
- Kossovskaya A. G. (1975). Genetic Types of Zeolites in Stratified Formations. Lithology and Mineral Resources 2, pp. 23–44.
- Nikishin A. M., Khotylev A. O., Bychkov A. Yu., Kopaevich L. F., Petrov E. I. (2013). Cretaceous volcanic belts and the evolution of the Black Sea Basin. Moscow University Geology Bulletin 3, pp. 6–18.
- Rentgarten I. V., Kuznetsova K. I. (1967). Pyroclastic material in the upper Jurassic sediments from the Russian Platform. Doklady Earth Sciences 173 (6), pp. 1422–1425.
- Zorina S. O., Afanas`eva, N. I. (2015). "Camouflaged" Pyroclastic Material in the Upper Cretaceous– Miocene Deposits of the Southeastern East European Craton. Doklady Earth Sciences 463 (2), pp. 770–772.
- Zorina S. O., Pavlova O. V., Galiullin B. M., Morozov V. P., Eskin A. A. (2017). Euxinia as a dominant process during OAE1a (Early Aptian) on the Eastern Russian Platform and during OAE1b (Early Albian) in the Middle Caspian. Science China Earth Sciences 60 (1), pp. 58–70.

#### Element geochemistry of the organic carbon-rich strata from the northeastern Peri-Tethys

Svetlana O. Zorina<sup>1</sup>, Natalya V. Sokerina<sup>2</sup>, Bulat I. Gareev<sup>1</sup>, Georgy A. Batalin<sup>1</sup>, Konstantin I. Nikashin<sup>1</sup> <sup>1</sup>Kazan Federal University, Kazan, Russia

<sup>2</sup>Institute of Geology of Komi Science Center of Ural Branch of Russian of Academy of Sciences, Syktyvkar, Russia

Regarding Oceanic anoxic event (OAE) is a concatenation of sedimentary, geochemical, and biological events (Jenkyns, 2010), the related black shales may record massive changes from the pre- to the post-OAE environments. Geochemical observations of two black shales Promzino and Uljanovsk formations (Fms) corresponding with the late Jurassic OAE and early Aptian OAE-1a, respectively and those of the Kimmeridgian – Albian hosted strata from the epeiric basin of the northeastern Peri-Tethys were provided to evaluate influences of different processes and conditions in the basin. The data obtained evidence for predomination the terrigenous rather than marine source of organic matter (OM) accumulated during the early Aptian OAE-1a, whereas strong near-surface weathering affected the mid Volgian Promzino strata during the widespread latest Jurassic-earliest Cretaceous erosion in observed area.

All the redox-sensitive parameters measured show almost synchronous vertical distribution marking black shales by clear positive shifts being higher than those in hosted marlstones and mudrocks. Thus, redox condition played a crucial role in OM accumulation during the deposition of both black shales. The organic-rich Promzino and Uljanovsk Fms were deposited under predominantly anoxic to euxinic bottom-water conditions, whereas the organicpoor hosted rocks were deposited under oxic-suboxic conditions.

Strong watermass restriction is proposed during accumulation of the upper Volgian Promzino black shales. Probably, it was caused by the late Jurassic eustatic fall (Haq, 2017) and consequent basin shallowing (Zorina, 2009, 2014, 2016), therefore, connections between the observed basin and the northern and southern open seas were signally weakened. In contrast, watermass restriction during the deposition of the OAE-1a-related black shales was less strong and the basin definitely had more or less distinct connections with the Tethys Ocean.

The work is performed according to the Russian Government Program of Competitive Growth of Kazan Federal University. The work was supported by the Ministry of Science and High Education of the Russian Federation contract No. 14.Y26.31.0029 in the framework of the Resolution No.220 of the Government of the Russian Federation. The research was funded by the subsidy allocated to Kazan Federal University for the state assignment #5.2192.2017/4.6 in the sphere of scientific activities.

#### References

- Jenkyns H. C. (2010). Geochemistry of oceanic anoxic events. Geochemistry. Geophysics. Geosystems 11 (3). DOI:10.1029/2009GC002788.
- Haq B. U. (2017). Jurassic Sea-Level Variations: A Reappraisal. GSA Today 28 (1), DOI: 10.1130/GSATG359A.
- Zorina S. O. (2009). Sequence Stratigraphy of Lower Cretaceous Deposit on the eastern Russian Plate. Russian Geology and Geophysics 50 (5), pp. 430–437.
- Zorina S. O. (2014). The Sediment Accommodation Space and Sedimentary Successions in Platformal Basins: Mechanisms of Formation. Doklady Earth Science 455 (2), pp. 399–402.
- Zorina S. O. (2016). Sea-level and climatic controls on Aptian depositional environments of the Eastern Russian Platform. Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology 441 (3), pp. 599–609.

Electronic scientific publication online distribution

## Kazan Golovkinsky Stratigraphic Meeting 2019

Late Paleozoic Sedimentary Earth Systems: Stratigraphy, Geochronology, Petroleum Resources

### Fifth All-Russian Conference "Upper Paleozoic of Russia"

September 24-28, 2019, Kazan, Russia

# **Abstract Volume**

Proofreader

Digital typesetting

Cover design

Signed for use 09.10.2019 Format 60x84 1/8. Typeface «Arial». Conv. print sheets 38,3. Order 24/9

Kazan University Press

420008, Kazan, st. Professor Nuzhin, 1/37 tel. (843) 233-73-59, 233-73-28 Электронное научное издание сетевого распространения

# Международная стратиграфическая конференция Головкинского 2019

Осадочные планетарные системы позднего палеозоя: стратиграфия, геохронология, углеводородные ресурсы

# Пятая Всероссийская конференция «Верхний палеозой России»

24-28 сентября 2019 г., Казань, Россия

# Сборник тезисов

Подписано к использованию 09.10.2019 Формат 60х84 1/8. Гарнитура «Arial». Усл. печ. л. 38,3. Заказ 24/9

Издательство Казанского университета

420008, г. Казань, ул. Профессора Нужина, 1/37 тел. (843) 233-73-59, 233-73-28