

Федеральное агентство по недропользованию
Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского
Российская академия наук
Комиссия по микропалеонтологии при Научном совете РАН
по проблемам палеобиологии и эволюции органического мира
Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН
Геологический институт РАН
Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ВКЛАД В РЕГИОНАЛЬНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ НЕДР

Труды XVIII Всероссийского микропалеонтологического совещания

Санкт-Петербург
2023

УДК 005.745(470):56=022.53

ББК 28.14+26.33+26.30

М59

Микропалеонтология: фундаментальные проблемы и вклад в региональное геологическое изучение недр. Труды XVIII Всероссийского микропалеонтологического совещания (Санкт-Петербург, 2023 г.) / гл. ред. М. А. Ткаченко; отв. ред. А. С. Алексеев, В. С. Вишневская, Е. Л. Грундан, Т. Ю. Толмачева. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2023. – 452 с. – ISBN 978-5-93761-876-4.

Труды XVIII Всероссийского микропалеонтологического совещания «Микропалеонтология: фундаментальные проблемы и вклад в региональное геологическое изучение недр» (Санкт-Петербург, 30 октября – 3 ноября 2023 г.) включают материалы докладов совещания, охватывающие актуальные проблемы отечественной микропалеонтологии, в т. ч. эволюции, систематики, морфологии, биостратиграфии, биофациальной и биогеографической приуроченности основных групп микроорганизмов (фораминиферы, радиолярии, остракоды, конодонты, органостенные и известковые диноцисты, споры и пыльца, нанопланктон, микропроблематики и др.). Ряд статей посвящен рассмотрению новых методов изучения микрофоссилий, перспективам микропалеонтологических исследований, а также палеособытиям, в т. ч. климатическим, их мониторингу и прогнозированию. Обсуждаются пути совершенствования стратиграфического расчленения и корреляции отложений нефтегазоносных бассейнов.

УДК 005.745(470):56=022.53
ББК 28.14+26.33+26.30

Главный редактор

М. А. Ткаченко

Ответственные редакторы

*А. С. Алексеев (МГУ, ПИН РАН), В. С. Вишневская (ГИН РАН),
Е. Л. Грундан, Т. Ю. Толмачева (Институт им. А. П. Карпинского)*

Научные рецензенты

*Г. Н. Александрова, А. С. Алексеев, М. А. Алексеев, М. С. Афанасьева,
Э. М. Бугрова, В. С. Вишневская, В. Я. Вукс, А. Ю. Гладенков, Е. Ю. Голубкова,
Н. В. Горева, Е. А. Жегалло, Л. Ф. Копаевич, О. Л. Коссовая, Л. М. Мельникова,
Б. Л. Никитенко, Т. В. Орешкина, Е. Б. Пецевичка, А. Ю. Розанов,
Т. В. Сапелко, Е. М. Тесакова, Т. В. Филимонова, А. И. Яковлева*

ISBN 978-5-93761-876-4

© Федеральное агентство по недропользованию, 2023
© Всероссийский научно-исследовательский
геологический институт им. А. П. Карпинского, 2023
© Комиссия по микропалеонтологии при Научном
совете РАН, 2023
© Коллектив авторов, 2023

Federal Agency for Mineral Resources
Russian Geological Research Institute
Russian Academy of Sciences
Commission on Micropaleontology under the scientific council of the RAS
on problems of paleobiology and evolution of the Organic World
Paleontological Institute of the RAS
Geological Institute of the RAS
Lomonosov Moscow State University

MICROPALAEONTOLOGY: FUNDAMENTAL PROBLEMS AND CONTRIBUTION TO REGIONAL GEOLOGICAL STUDIES

Proceedings of the XVIII Russian micropaleontological meeting

St. Petersburg
2023

Micropaleontology: fundamental problems and contribution to regional geological studies. Proceedings of the XVIII Russian micropaleontological meeting (St. Petersburg, 2023) / ed.-in-chief M. A. Tkachenko; eds. A. S. Alekseev, V. S. Vishnevskaya, E. L. Grundan, T. Yu. Tolmacheva. – St. Petersburg : VSEGEI Press, 2023. – 452 p. – ISBN 978-5-93761-876-4.

Proceedings of the XVIII Russian micropaleontological meeting «Micropaleontology: fundamental problems and contribution to regional geological studies» (St. Petersburg, October 30 – November 3, 2023) include brief papers presented at the meeting and covering issues of micropaleontology such as evolution, taxonomy, morphology, biostratigraphy, biofacies and biogeographic features of main groups of microorganisms (foraminifers, radiolarians, ostracods, conodonts, organic-walled and calcareous dinocysts, spores and pollen, nanoplankton, microproblematics, and others). A number of papers focused on new methods of microfossils studying, prospects on micropaleontological research and paleoevents, among others climatic events, their monitoring and forecasting. Ways to improve the stratigraphic subdivision and correlation of sediments in oil-and-gas basins are touched upon.

UDC 005.745(470):56=022.53

Editor-in-Chief
M. A. Tkachenko

Editors
A. S. Alekseev (Moscow State University, Paleontological Institute),
V. S. Vishnevskaya (Geological Institute),
E. L. Grundan, T. Yu. Tolmacheva (Russian Geological Research Institute)

Reviewers
G. N. Aleksandrova, A. S. Alekseev, M. A. Alekseev, M. S. Afanasyeva,
E. M. Bugrova, V. S. Vishnevskaya, V. Ya. Vuks, A. Yu. Gladenkov, E. Yu. Golubkova,
N. V. Goreva, E. A. Zhegallo, L. F. Kopaevich, O. L. Kossovaya, L. M. Melnikova,
B. L. Nikitenko, T. V. Oreshkina, E. B. Peschevitskaya, A. Yu. Rozanov,
T. V. Sapelko, E. M. Tesakova, T. V. Filimonova, A. I. Yakovleva

ПРИВЕТСТВЕННОЕ СЛОВО
УЧАСТНИКАМ XVIII ВСЕРОССИЙСКОГО СОВЕЩАНИЯ
«МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
И ВКЛАД В РЕГИОНАЛЬНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ НЕДР»

Геологические исследования сегодня – это комплекс технологий, обеспечивающих эффективное и всестороннее изучение недр, поиски и разведку полезных ископаемых, рациональное использование природных ресурсов и охрану окружающей среды. Однако даже при современном высоком технологическом уровне геологических работ не теряют своего значения классические методы исследований, к которым относится изучение ископаемой фауны и флоры. В основе детального определения возраста осадочных пород и создания стратиграфической основы для всех типов геологических работ наряду с другими методами лежат палеонтологические исследования. Палеонтология необходима, в первую очередь, для геологической картографии, где она является одним из основных инструментов расчленения и корреляции структурно-вещественных комплексов верхнего докембрия и фанерозоя. Результаты палеонтологических работ, используемые для совершенствования и уточнения стратиграфического расчленения осадочных отложений, особенно востребованы в работах нефтегазовой отрасли, где они являются базовой информацией при анализе строения нефтегазоносных толщ, пластов и залежей. На закрытых площадях, где изучение глубинных толщ осуществляется путем бурения скважин, совершенствование стратиграфической основы опирается в значительной степени на микропалеонтологические работы, объектом которых являются микроскопические организмы.

В связи с этим проведение XVIII Всероссийского микропалеонтологического совещания во Всероссийском научно-исследовательском геологическом институте им. А. П. Карпинского – ведущей организации Федерального агентства по недропользованию (Роснедра) по региональному геологическому изучению недр нашей страны – является важным событием, позволяющим связать фундаментальные исследования и их практическое применение, показать значение микропалеонтологических работ для решения широкого спектра геологических задач современного недропользования. Это совещание, я уверен, станет эффективной площадкой делового и неформального общения ученых и геологов-практиков, послужит стимулом к обмену научным опытом, установлению контактов и обучению молодых специалистов.

Материалы XVIII Всероссийского микропалеонтологического совещания в виде объемных Трудов, включающих материалы по разнообразным аспектам изучения микрофоссилий и их использованию в разных сферах прикладной геологии, опубликованы в Институте им. А. П. Карпинского и станут источниками для дальнейшего научного поиска в этой области.

Я благодарю всех участников XVIII Всероссийского микропалеонтологического совещания за весомый вклад в изучение тайн и загадок нашей планеты и желаю успешной работы, плодотворного общения, новых открытий и достижений!

*Генеральный директор
Всероссийского научно-исследовательского
геологического института им. А. П. Карпинского
П. В. Химченко*

МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ: ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ВКЛАД В РЕГИОНАЛЬНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ НЕДР

*XVIII Всероссийское микропалеонтологическое совещание,
посвященное памяти А. И. Жамойды*



*Член-корреспондент РАН
Александр Иванович Жамойда
(1921–2021)*

ПРЕДИСЛОВИЕ

В октябре 2023 г. во Всероссийском научно-исследовательском геологическом институте им. А. П. Карпинского (г. Санкт-Петербург) состоялось XVIII Всероссийское микропалеонтологическое совещание, которое традиционно раз в несколько лет проводит Комиссия по микропалеонтологии при Научном совете Российской академии наук по проблемам палеобиологии и эволюции органического мира. Микропалеонтологические совещания проводятся в разных городах нашей страны и в разных организациях (последние пять совещаний состоялись в Москве, Новосибирске, Геленджике, Калининграде и Казани), но все они собирают ведущих специалистов палеонтологов нашей страны, занимающихся разными группами фауны и флоры, объединенными одним важным признаком – микроскопическими размерами. Микроскопические размеры палеонтологических объектов расширяют возможности их нахождения, а значит и изучения в небольших объемах породы, в том числе в материале из керна скважин. Микропалеонтология позволяет расчленять осадочный чехол на закрытых территориях и дает возможность широких межрегиональных корреляций отложений континентального и морского генезиса. Микропалеонтологические исследования в настоящее время становятся все более востребованы, в том числе в области поисков и разведки горючих полезных ископаемых, расширяются методы изучения и список микрофоссилий.

Микропалеонтологические совещания являются эффективной площадкой делового, формального и неформального общения ученых, обмена научного опыта и установления контактов, обучения молодых специалистов. В рамках совещания традиционно проводятся «круглые столы» и семинары. Результаты микропалеонтологических совещаний публикуются в виде объемных трудов или материалов совещания. За последние 20 лет были изданы следующие работы: Материалы XIII Всероссийского микропалеонтологического совещания, Москва, 2005; Материалы XIV Всероссийского микропалеонтологического совещания / «Новости палеонтологии и стратиграфии», вып. 10–11, 2008; Труды XV Всероссийского микропалеонтологического совещания, Геленджик, 2012; Труды XVI Всероссийского микропалеонтологического совещания «Современная микропалеонтология», Калининград, 2015; Труды XVII Всероссийского микропалеонтологического совещания «Современная микропалеонтология – проблемы и перспективы», Москва, 2018. Все эти труды включают статьи по разным группам микрофоссилий – фораминиферам, палиноморфам, нанопланктону, микропроблематикам, радиоляриям, остракодам, конодонтам и микроскопическим остаткам более крупных организмов, таких как иглокожие и рыбы.

XVIII Всероссийское микропалеонтологическое совещание посвящено памяти члена-корреспондента РАН Александра Ивановича Жамойды (1921–2021) – многолетнего председателя Межведомственного стратиграфического комитета

России и вице-президента Палеонтологического общества. С 1969 г. и до конца жизни А. И. Жамойда возглавлял Подкомиссию по радиоляриям Комиссии по микропалеонтологии и заслужено считается основателем отечественной школы по изучению радиолярий. Александр Иванович был организатором и непосредственным участником 11 Всесоюзных семинаров по радиоляриям – базовой школы отечественных радиоляристов. Благодаря Александру Ивановичу состоялся выход в свет девяти томов «Практического руководства по микрофауне СССР». А. И. Жамойда был свидетелем зарождения и широкого развития школы отечественной микропалеонтологии в 1940–1950-е годы, когда микрофаунисты и палинологи активно откликнулись на требования бурно развивающейся горно-геологической отрасли. Александр Иванович работал и сотрудничал с ведущими учеными-микропалеонтологами, основателями научных школ по фораминиферам (А. В. Фурсенко, Н. Н. Субботина, Д. М. Раузер-Черноусова), палинологии (В. С. Порецкий, С. Н. Наумова), остракодам (А. В. Швейцер, М. Н. Грамм), радиоляриям (А. В. Хабаков, Р. Х. Липман, Б. Б. Назаров), конодонтам (О. С. Вялов, И. С. Барсков), диатомовым водорослям (В. С. Шешукова-Порецкая, А. П. Жузе) и многими другими выдающимися учеными.

Труды XVIII Всероссийского микропалеонтологического совещания «Микропалеонтология: фундаментальные проблемы и вклад в региональное геологическое изучение недр» включают более 100 кратких научных статей, посвященных разным аспектам изучения микрофоссилий и охватывающих актуальные проблемы отечественной микропалеонтологии, в том числе эволюции, систематики, морфологии, биостратиграфии, биофациальной и биогеографической приуроченности основных групп микроорганизмов. Ряд статей посвящен рассмотрению новых методов изучения микрофоссилий, перспективам микропалеонтологических исследований, а также палеособытиям, в том числе климатическим, их мониторингу и прогнозированию. Обсуждаются пути совершенствования стратиграфического расчленения и корреляции отложений нефтегазоносных бассейнов.

*Председатель Комиссии по микропалеонтологии
Научного совета по проблемам палеобиологии и эволюции
органического мира при Отделении биологических наук РАН
доктор геол.-минерал. наук В. С. Вишневская*

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

ОБЪЕКТЫ МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИИ

А. С. Алексеев

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, aaleks@geol.msu.ru
Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва

OBJECTS OF MICROPALAEONTOLOGY

A. S. Alekseev

Lomonosov Moscow State University, Moscow, aaleks@geol.msu.ru
Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

Аннотация. Микропалеонтология изучает широкий круг микрофоссилий, среди которых можно насчитать около 40 видов микрозоофоссилий, микрофитофоссилий, микропроблематик и микрокопрофоссилий. Они отличаются по составу, будучи органическими и минеральными. За последние 40 лет новых видов микрофоссилий почти не появилось, но возник такой эффективный метод исследования, как рентгеновская микротомография.

Ключевые слова. Микрофоссилии, классификация, новые группы, новые методы.

Abstract. Micropaleontology studies a wide range of microfossils, among which about 40 types of microzoofossils, microphytofossils, microproblematics and microcoprofossils can be counted. They differ in composition being organic and mineralized. Over the past 40 years, almost no new types of microfossils have appeared, but such an effective research method as X-ray microtomography has emerged.

Key words. Microfossils, classification, new groups, new methods.

Микропалеонтология как особый раздел палеонтологии сформировалась в середине XIX в., но особенно широкое распространение микропалеонтологические исследования получили начиная с 1930-х годов в связи потребностями совершенствования детальной биостратиграфии, главным образом нефтегазоносных толщ (Алексеев, 1988), а затем как эффективный инструмент, необходимый для надежных седиментационных, палеоэкологических и палеоклиматических реконструкций (Alekseev, 2011).

Сорок лет назад мной был составлен список микроскопических биологических объектов, которые присутствуют в ископаемом состоянии в толщах разнообразных осадочных пород (Алексеев, 1988, с. 234–235). В нем насчитывалось 63 вида микрофоссилий, органических и минеральных, распределенных среди четырех основных групп: микрозоофоссилии, микрофитофоссилии, микропроблематики и микрокопрофоссилии.

Новые группы. За прошедшее время как актуальные объекты микропалеонтологии стали рассматриваться некоторые микрофоссилии, которые по большей части были известны и раньше, но не привлекали значительного внимания.

В качестве особой группы следует выделить одноклеточных прокариот – архей и бактерий, сохраняющихся как в кремнелом состоянии, так и в форме органических оболочек. К сожалению, прокариотическую природу таких микрофоссилий далеко не всегда можно доказать, но они составляют значительную часть микробиот докембрия.

Раковинные амебы или текамебы – это близкие к фораминиферам протисты (Rhizopoda, Testacea, thecamoebians), обладающие органической, агглютинированной и редко известковой раковиной размером в десятые доли миллиметра (Medioli et al., 1990). Они населяют в основном пресноводные водоемы и почвы, часто встречаются в голоценовых отложениях, но найдены в неопротерозое, кембрии, карбоне, на различных уровнях в мезозое и кайнозое (Van Hengstum et al., 2007).

У растений это фитолиты (phytoliths) – микроскопические (меньше 250 мкм) кремневые (опаловые) стяжения, содержащиеся в тканях высших растений, особенно однодольных покрытосеменных, часто весьма специфические для той или иной таксономической группы, хорошо сохраняющиеся в почвах и континентальных отложениях, известны начиная с палеогена (Shakoor et al., 2015; Strömberg et al., 2018; Sharma et al., 2019).

Среди проблематик можно выделить так называемые жилианеллиды (gilianelles) – известковые скульптурированные дисковидные тела без центральной полости, известные пока только

в верхнемеловых отложениях (кампан и маастрихт) Западной Европы (Odin, 2011), но недавно обнаруженные В. С. Вишневской и в Крыму. Осторожно предполагается, что это известковые цисты динофлагеллат.

Некоторые давно известные группы за последние десятилетия стали привлекать существенно большее внимание исследователей, поскольку они дают больше экологической и биостратиграфической информации, например, это диноцисты.

Новые методы изучения. Последнее десятилетие отмечено быстрым прогрессом в развитии рентгеновских методов исследования самых различных биологических объектов. Прежде всего это рентгеновская микрокомпьютерная томография, позволяющая получить объемные изображения фоссилий и в ряде случаев детально выявить их внутреннее строение. К сожалению, некоторые микрофоссилии настолько малы (например, скелеты большинства радиолярий), что у современных томографов едва хватает пространственного разрешения, однако их возможности в дальнейшем будут расти. Далеко не всегда томография позволяет получить объемную модель объекта, если внутри он заполнен малококонтрастным материалом. Но обнаружилась способность микротомографии выявлять фосфатные элементы конодонтов в конденсированных кремнистых породах без их растворения в плавиковой кислоте, что позволяет получать пригодные для определения изображения в трех положениях и на этой основе датировать такого типа толщи (Muto et al., 2023).

Современные оптические микроскопы путем компьютерной обработки серии изображений, сделанных на разных уровнях, позволяют получать прекрасные цветные фотографии раковин фораминифер, показывающие их внутреннее строение, которое часто никак не отражается на снимках, сделанных с помощью СЭМ.

Классификация микрофоссилий. Ниже приведена упрощенная за счет ликвидации многих редких проблематик классификационная таблица объектов микропалеонтологии, насчитывающая 44 их вида. Конечно, она не исчерпывает всего разнообразия таких ископаемых и в ней что-то существенное может быть упущено.

0. Прокариоты:

– органические и минерализованные оболочки клеток архей и бактерий.

I. Микрозоофоссилии.

I.1. Микроскопические неделимые скелеты.

I.1.1. *Микрогруппы:*

- фораминиферы;
- раковинные амёбы;
- тинтининоидеи;
- радиолярии s.l.;
- остракоды;
- птероподы.

I.1.2. *Мелкие представители макрогрупп, ранние онтогенетические стадии, личинки (почти все типы с минеральным скелетом).*

I.2. Изолированные скелетные элементы.

I.2.1. *Беспозвоночные:*

- спикулы губок;
- спикулы альционарий;
- сколекодонты;
- фрагменты хитиновых покровов кладоцер;
- мандибулы филлокарид;
- онихиты;
- мелкие скелетные элементы иглокожих;
- иглы брахиопод.

I.2.2. Хордовые:

- спикулы асцидий;
- конодонты;
- чешуя и зубы бесчелюстных и рыб (ихтиолиты);
- глоточные зубы карповых рыб;
- зубы грызунов и других мелких млекопитающих.

I.3. Статолиты и отолиты:

- статолиты мизид (десятиногие ракообразные);
- статолиты цефалопод;
- отолиты костистых рыб.

I.4. Зоопроблематики (мелкораконинчатые раннего кембрия и пр.).

II. Микрофитофоссилии.

II.1. Оболочки одноклеточных водорослей и их цист.

II.1.1. Органические:

- динофлагеллаты и диноцисты и др.

II.1.2. Известковые:

- известковые нанофоссилии (кокколиты и др.);
- кальцисферулиды и кальцисферы.

II.1.3. Кремневые:

- диатомовые;
- силикофлагеллаты;
- эбридеи;
- археомонады.

II.2. Фрагменты органических и минерализованных тканей растений:

- фрагменты и целые скелеты слоевищ известковых водорослей;
- фитолиты.

II.3. Репродуктивные органы:

- споры и пыльца;
- семена и плоды;
- гиригониты харовых водорослей;
- оогонии, конидии и пикнидии грибов.

III. Микропроблематики:

- хитинозои;
- акритархи;
- жилианеллиды;
- гидроконозоа;
- меланосклериты.

IV. Микропрофоссилии:

- фекальные пеллеты беспозвоночных и микропролиты позвоночных.

Литература

Алексеев А. С. Микропалеонтология / ред. В. В. Меннер, В. П. Макридин // Современная палеонтология. Т. 2. Методы, направления, проблемы, практическое приложение. – М. : Недра, 1988. – С. 232–240.

Alekseev A. S. Quantitative paleoecological analysis of Phanerozoic micropaleontological assemblages in Russia (1991–2011) / eds. A. S. Alekseev, M. S. Afanasieva // Proceedings of the Sixth Conference «Environmental Micropaleontology, Microbiology and Meiobenthology». September 19–22, 2011. – Moscow : PIN RAS, 2011. – Pp. 25–28.

Medioli F. S., Scott D. B., Collins E. S. et al. Fossil thecamoebians: present status and prospects for the future / Eds. C. Hemleben, M. A. Kaminski, W. Kuhnt, D. B. Scott // Paleoecology, Biostratigraphy, Paleooceanography and Taxonomy of Agglutinated Foraminifera ASI Series. Vol. 327. – Dordrecht : Springer, 1990. – Pp. 813–839.

Muto S., Takahashi S., Murayama M. Conodont biostratigraphy of a Carboniferous-Permian boundary section in siliceous successions of pelagic Panthalassa revealed by X-ray computed microtomography // *Frontiers in Earth Science*. – 2023. – Pp. 1–19. – DOI: 10.3389/feart.2023.1162023

Odin G. S. Gilianelles: Late Cretaceous microproblematica from Europe and Central America // *Palaeontology*. – 2011. – Vol. 54. – No. 1. – Pp. 133–144.

Shakoor Sh. A., Bhat M. A., Mir Sh. H. Phytoliths in plants: A review // *Research & Reviews: Journal of Botanical Sciences*. – 2015. – Vol. 3. – No. 3. – Pp. 10–24.

Sharma R., Kumar V., Kumar R. Distribution of phytoliths in plants: a review // *Geology, Ecology, and Landscapes*. – 2019. – Vol. 3. – No. 2. – Pp. 123–148.

Strömberg C. A. E., Dunn R. E., Crifò C., Harris E. B. Phytoliths in paleoecology: analytical considerations, current use, and future directions // *Methods in Paleocology: Reconstructing Cenozoic Terrestrial Environments and Ecological Communities*. Berlin et al. : Springer, 2018. – Pp. 235–287.

Van Hengstum P. J., Reinhardt E. G., Medioli F. S., Gröcke D. R. Exceptionally preserved late Albian (Cretaceous) arcellaceans (Thecamoebians) from the Dakota Formation near Lincoln, Nebraska, USA // *Journal Foraminiferal Research*. – 2007. – Vol. 37. – No. 4. – Pp. 300–308.

МЕЖВЕДОМСТВЕННЫЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ КОМИТЕТ: ИСТОРИЯ, ЗАДАЧИ И ПУТИ РАЗВИТИЯ

Т. Ю. Толмачева¹, А. С. Алексеев^{2,3}

¹ *Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского, Санкт-Петербург, Tatiana_tolmacheva@vsegei.ru*

² *Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, aaleks@geol.msu.ru*

³ *Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва*

INTERDEPARTMENTAL STRATIGRAPHIC COMMITTEE: HISTORY, TASKS AND WAYS OF DEVELOPMENT

T. Yu. Tolmacheva¹, A. S. Alekseev^{2,3}

¹ *A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Tatiana_tolmacheva@vsegei.ru*

² *Lomonosov Moscow State University, Moscow, aaleks@geol.msu.ru*

³ *Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow*

Аннотация. В задачи Межведомственного стратиграфического комитета России, созданного почти 70 лет назад, входит уточнение стратиграфической классификации, терминологии и номенклатуры, совершенствование и уточнение Общей и региональных стратиграфических шкал и схем, разработка специальных шкал в целях унификации стратиграфических исследований, в том числе обеспечения стратиграфической основы государственного геологического картографирования.

Ключевые слова. Общая стратиграфическая шкала, региональные шкалы, региональные стратиграфические схемы, стратиграфия, Стратиграфический кодекс.

Abstract. The tasks of the Interdepartmental stratigraphic committee of Russia, that was established almost 70 years ago, include elaboration of stratigraphic classification, terminology and nomenclature, improvement and refinement of the General and regional stratigraphic scales and charts, development of special scales in order to unify stratigraphic studies and provide a stratigraphic base for state geological mapping.

Key words. General stratigraphic scale, regional scales, regional stratigraphic charts, stratigraphy, Stratigraphic Code.

В 2024 г. исполняется 70 лет со дня выхода в свет первого в истории нашей страны нормативно-методического документа по стратиграфии – брошюры «Стратиграфические и геохронологические подразделения» (1954), подготовленной Стратиграфической комиссией ВСЕГЕИ к Всероссийскому совещанию по общим вопросам стратиграфической классификации (ВСЕГЕИ, январь 1955 г.). Эта книга, которая стала прообразом отечественного Стратиграфического кодекса, положила начало эпохе унификации и создания единого подхода к стратиграфическим исследованиям. На этом совещании было предложено создать Межведомственный стратиграфический комитет СССР (МСК), который и был образован в 1955 г. по приказу Министерства геологии и охраны недр СССР № 472 от 02.06.1955 г. и Постановлением бюро Отделения геолого-географических наук АН СССР.

МСК начал свою работу с подготовки двух изданий книги «Стратиграфическая классификация и терминология» (1956, 1960, ред. А. П. Ротай) и ее расширенной версии «Стратиграфическая классификация, терминология и номенклатура» (1965, ред. А. И. Жамойда). Были выпущены методические документы «Задачи и правила изучения и описания стратотипов и опорных разрезов» (1963, отв. Л. С. Либрович, Н. К. Овечкин) и «Инструкция по составлению корреляционных стратиграфических схем...» (1958, отв. Л. С. Либрович, А. И. Жамойда). Шагом к созданию отечественного «Стратиграфического кодекса» стал и «Обзор зарубежных геологических кодексов» (Жамойда и др., 1969), существовавших к этому времени в 12 странах.

В 1970 г. МСК издал первый проект Стратиграфического кодекса, в 1974 г. – его второй вариант, который был рассмотрен на пленарном заседании МСК и утвержден к печати в мае 1976 г. В 1977 г. Стратиграфический кодекс СССР был опубликован тиражом 15 тыс. экземпляров.

Еще при первом председателе МСК академике Д. В. Наливкине сложился порядок работы МСК, сочетающий, по словам А. И. Жамойды (Жамойда, Прозоровская, 2005), «широкое открытое обсуждение и обязательность принятых решений». Тогда же были определены следующие основные направления деятельности МСК.

1. *Определение и уточнение положения ярусных границ Общей стратиграфической шкалы (ОСШ).* Это направление работ МСК долгие годы было в центре горячих дискуссий стратиграфов. В отечественной стратиграфии утвердилась концепция комплексности обоснования основных стратиграфических подразделений ОСШ, подразумевающая взаимосвязь разных геологических процессов и отражение этапов истории Земли в каком-то конкретном разрезе или регионе. Соответствие границ общих и региональных стратиграфических подразделений резким, легко узнаваемым в обнажениях и керне скважин уровням смены характера седиментации или залегания слоев давало хорошую возможность для картографирования и корреляции стратотипов.

Международная комиссия по стратиграфии (ICS) в то же время пошла по пути определения общих стратотипов как хроностратиграфических единиц (единиц временной шкалы) с границами, обозначенными биостратиграфическими, палеомагнитными, климатическими или другими маркерами, позволяющими распознавать в разрезе хронологические рубежи. Ярусные границы с начала 1970-х годов стали определяться через «глобальные стратотипические разрезы и точки» (Global Stratotype Section and Point – GSSP), выбор и утверждение которых стали базовой задачей ICS (Cowie, 1986).

Несмотря на горячие дискуссии и возражения, которые вызвал у многих отечественных стратиграфов такой путь построения Международной хроностратиграфической шкалы (МСШ) (например, Гладенков, 2004; Жамойда, 2004), МСК при допущении о самостоятельности ОСШ одной из своих задач считал приближение ОСШ к МСШ (Жамойда, 2011). В соответствии с ярусным составом и их границами в МСШ были полностью приведены отечественные ярусные шкалы ордовика и силура, карбона; идентичными считаются ярусные шкалы девона, триаса, юры, мела, палеогена и неогена ОСШ. Кембрий и пермь в ОСШ существенно отличаются и по структуре, и по набору ярусов от таковых соответствующих систем МСШ. А стратиграфическая шкала докембрия России основана на ином историко-геологическом принципе и имеет не так много общего с МСШ.

В настоящее время внимание ICS сфокусировано на завершении формирования МСШ, поскольку до сих пор 22 яруса из 102 не имеют утвержденных границ, а также на уточнении геохронологического возраста ярусных границ МСШ. В связи с недостаточным количеством отечественных исследований в этом направлении МСК было принято решение использовать для границ ОСШ геохронологические датировки границ соответствующих ярусов МСШ, прошедших утверждение в подкомиссиях по системам ICS (Постановления ... , 2023).

Для увеличения корреляционных возможностей GSSP и прослеживания ярусных границ в разных биогеографических провинциях, климатических зонах и фациях ICS ввела

вспомогательные стратотипы (гипостратотипы) – Auxiliary Stratotype Point (Cowie, 1986), заменив их позднее на Standard Auxiliary Boundary Stratotype (SABS) (Head et al., 2023), требования для выбора которых соответствуют таковым GSSP. В этой связи установление вспомогательных стратотипов ярусных границ МСШ на разнородной в геологическом плане территории России является одной из важных задач, решение которой позволит надежнее прослеживать ярусные границы МСШ, точнее сопоставлять их с границами ярусов ОСШ и их корреляцию с региональными подразделениями.

2. Разработка региональных стратиграфических шкал и стратиграфических схем. Выделение региональных подразделений (горизонтов или региональных ярусов и подъярусов) является одной из основных задач, которую решают специалисты-стратиграфы при возрастном расчленении осадочных, вулканических и метаморфических толщ отдельного региона или седиментационного бассейна. Региональная шкала осадочного чехла платформ чаще всего отражает историю развития региона, а границы ее подразделений часто имеют комплексное обоснование. В складчатых областях гетерогенного строения региональная шкала, наоборот, традиционно больше опирается на биоzonальные последовательности, т. к. этапность развития региона, как правило, не прослеживается в сближенных тектонических блоках разнофациальных толщ.

Региональные и местные стратиграфические схемы, по сути, являются модельным представлением стратиграфии о геологическом строении участков недр или регионов. За время работы МСК рассмотрел и утвердил 467 региональных схем на все регионы страны и бывших союзных республик и на все стратиграфические интервалы от докембрия до четвертичного времени. Несмотря на значительную потерю государственного интереса к созданию и обновлению региональным стратиграфическим схемам, эту работу необходимо продолжать.

3. Разработка специальных стратиграфических шкал. С построения специальных шкал начинается работа стратиграфов и палеонтологов. К этим шкалам отнесены последовательности биостратиграфических зон, а также литостратиграфических, климатостратиграфических, магнитостратиграфических, сейсмостратиграфических подразделений, которые «устанавливаются с помощью отдельных методов», в отличие от «основных стратиграфических подразделений, которые имеют геосистемную природу и отражают некий этап в развитии геосферы в целом или ее участка» (Стратиграфический ... , 1992, с. 16). Эта категория подразделений детально рассмотрена в Дополнениях к Стратиграфическому кодексу (2000).

За последние десятилетия значительно вырос уровень лабораторно-аналитических методов стратиграфических исследований, в особенности большое значение приобрело изучение вариаций стабильных изотопов углерода, кислорода, стронция, неодима в осадочных породах и фаунистических остатках. С помощью методов геохронологии стало возможным определять в единицах физического времени возраст любых отложений, слабо охарактеризованных фауной и флорой. Появилась концепция событийной стратиграфии, дающая новый инструмент для корреляции разнофациальных толщ (Walliser, 1996). Постоянно уточняются магнитостратиграфические шкалы, расширяется число групп фауны и флоры, по которым строятся, уточняются и детализируются биоzonальные последовательности.

4. Разработка нормативных документов Межведомственного стратиграфического комитета. Нормативными документами МСК являются Стратиграфический кодекс и публикации его решений в регулярных Постановлениях МСК и его постоянных комиссий. Близкое к современному виду содержание Стратиграфического кодекса было разработано еще к 1992 г., когда в основном были завершены дискуссии по общим вопросам и проблемам стратиграфии, установлению процедур, номенклатуры и классификации стратиграфических подразделений, возникшие в связи с большим объемом геологосъемочных работ масштабов 1 : 200 000 и 1 : 50 000. Все последующие нормативные решения МСК были связаны с требованиями развернувшейся в начале века программы по созданию государственной геологической карты масштаба 1 : 1 000 000 третьего поколения. В результате в Стратиграфическом кодексе

2006 г. был сокращен ряд статей, примечаний и примеров, не включены приложения, помещенные в Дополнения к Стратиграфическому кодексу России (2000). В 2019 г. при переиздании кодекса были внесены минимальные изменения, касающиеся организационных вопросов рассмотрения региональных стратиграфических схем. В настоящее время, когда в геологических организациях накопился опыт картографирования в масштабах 1 : 1 000 000 и 1 : 200 000, к Стратиграфическому кодексу, который по существу не обновлялся с 2006 г., возник ряд замечаний и вопросов, в том числе касающихся уточнения категорий листостратиграфических подразделений и многое другое.

Стратиграфия – важнейший раздел геологии, делающий эту науку действительно исторической, т. к. создает ее временной каркас – стратиграфические шкалы и схемы. От надежности стратиграфических схем, которые лежат в основе легенд листов и серий листов геологических карт и обязательны для использования при работах по картографированию и геологической съемке, зависит достоверность и точность геологических карт, а следовательно, и суверенитет государства над своими недрами. В связи этим статус и значение МСК должны быть существенно повышены.

Литература

- Гладенков Ю. Б.* Некоторые проблемы стратиграфии начала XXI века и ее основные направления // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2004. – Т. 12. – № 4. – С. 14–19.
- Дополнения к Стратиграфическому кодексу России. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. – 112 с.
- Жамойда А. И.* Проблемы Международной (Общей) стратиграфической шкалы и ее совершенствование // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2004. – Т. 12. – № 4. – С. 3–13.
- Жамойда А. И.* Эскиз структуры и содержания теоретической стратиграфии. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2011. – 196 с. (Тр. Новая серия. Т. 352).
- Жамойда А. И., Ковалевский О. П., Моисеева А. И.* Обзор зарубежных стратиграфических кодексов // Тр. МСК. – М. : Наука, 1969. – Т. 1. – 103 с.
- Жамойда А. И., Прозоровская Е. Л.* Пять десятилетий Межведомственного стратиграфического комитета // Региональная геология и металлогения. – 2005. – № 24. – С. 160–170.
- Задачи и правила изучения и описания стратотипов и опорных разрезов / сост. Л. С. Либрович, Н. К. Овечкин. – М. : Госгеолтехиздат, 1963. – 28 с.
- Инструкция по составлению корреляционных стратиграфических схем для территории СССР и отдельных ее регионов / сост. Л. С. Либрович, А. И. Жамойда. – М. : Госгеолтехиздат, 1958. – 18 с.
- Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 47. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2023. – 68 с.
- Стратиграфическая классификация и терминология / под ред. А. П. Ротая. – М. : Госгеолтехиздат, 1956. – 27 с.
- Стратиграфическая классификация и терминология / под ред. А. П. Ротая. – 2-е изд., перераб. – М. : Госгеолтехиздат, 1960. – 59 с.
- Стратиграфическая классификация, терминология и номенклатура / под ред. А. И. Жамойды. – Л. : Недра, 1965. – 70 с.
- Стратиграфические и геохронологические подразделения. Их принципы, содержание, терминология и правила применения / под ред. Л. С. Либровича. – М. : Госгеолтехиздат, 1954. – 87 с.
- Стратиграфический кодекс России. Издание третье. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. – 96 с.
- Стратиграфический кодекс СССР. – Л. : ВСЕГЕИ, 1977. – 79 с.
- Стратиграфический кодекс. Издание второе, дополненное. – СПб. : ВСЕГЕИ, 1992. – 120 с. (Межвед. стратигр. ком.).
- Cowie J. W.* Guidelines for Boundary Stratotypes // Episodes. – 1986. – Vol. 9. – Pp. 78–82.
- Head M. J., Aubry M.-P., Piller W. E., Walker M.* Standard Auxiliary Boundary Stratotype (SABS) approved to support the Global boundary Stratotype Section and Point (GSSP) // Episodes. – 2023. – Vol. 46. – No. 1. – Pp. 99–100.
- Head M. J., Aubry M.-P., Piller W. E., Walker M.* The Standard Auxiliary Boundary Stratotype: a proposed replacement for the Auxiliary Stratotype Point in supporting a Global boundary Stratotype Section and Point (GSSP) // Episodes. – 2023. – Vol. 46. – No. 1. – Pp. 35–45.
- Walliser O. H.* Global Events and Event Stratigraphy in the Phanerozoic. – Berlin, Heidelberg, New York, London, Paris, Tokyo, Hong Kong : Springer-Verlag, 1996. – 333 p.

ДИНАМИКА ИЗМЕНЕНИЯ ВИДОВОГО БОГАТСТВА ФИТО- И ЗООПЛАНКТОНА МЕЗОЗОЯ И КАЙНОЗОЯ

Ю. В. Агарков¹, Т. А. Агаркова²

¹ Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, yagarkov2011@yandex.ru

² Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону

DYNAMICS OF CHANGES IN THE MESOZOIC AND CENOZOIC PHYTO- AND ZOOPLANKTON SPECIES RICHNESS

Yu. V. Agarkov¹, T. A. Agarkova²

¹ Southern Federal University, Rostov-on-Don, yagarkov2011@yandex.ru

² Don State Technical University, Rostov-on-Don

Аннотация. Выявлено семь интервалов массовых вымираний фито- и зоопланктона на протяжении мезозойской и кайнозойской эр. Интенсивность исчезновения видов в маастрихтском веке постепенно уменьшается от центра импактного воздействия в Мексиканском заливе к западной части Тихого океана и восточной части Тетиса. Появление новых видов кремнистых организмов связано с эпохами массового формирования силицитов.

Ключевые слова. Радиолярии, диатомовые водоросли, массовые вымирания, кремненакопление, седиментация.

Abstract. Seven intervals of phyto- and zooplankton mass extinctions were revealed during the Mesozoic and Cenozoic eras. The intensity of species extinction in the Maastrichtian Age gradually decreases starting from the impact center in the Mexico Gulf to the western Pacific Ocean and the eastern part of Tethys. The appearance of new types of siliceous organisms is associated with the epochs of mass silicidies formation

Key words. Radiolaria, diatoms, mass extinctions, silicon accumulation, sedimentation.

Анализ изменения видового богатства фито- и зоопланктона имеет как важное теоретическое значение для понимания процессов эволюции живых организмов, крупных биотических кризисов и влияния на них различных экологических факторов среды обитания, так и практические цели в области биостратиграфии, литологии и прогноза неметаллических полезных ископаемых.

Первая попытка провести количественный анализ разнообразия радиолярий на видовом уровне для мезозоя была предпринята Ю. В. Агарковым (Агарков, 2000), а для фанерозоя в целом с точностью до эпох П. Де Вевером (De Wever et al., 2001) и в совместной работе с М. С. Афанасиевой, Э. О. Амоном и Д. С. Болтовским (Afanasieva et al., 2005). Диатомовые водоросли с этой целью детально изучались Н. И. Стрельниковой (Стрельникова, 1974, 1991).

Современные расчеты видового разнообразия с использованием информационной системы, содержащей более 20 000 видов радиолярий, 6000 ископаемых водорослей и др. (Агарков, Агарков, 2017), показали резкое различие численности видов по геологическим векам. Для радиолярий это от 305 видов в датском веке до 1516 в титонском веке. Видовое богатство диатомовых водорослей колеблется в пределах от 20–25 видов в сеномане–коньяке до 454–576 в сerratваллийском и тортонском веках, а силикофлагеллат – от 18 в дании до 51 в приабоне. Однако такие резкие отличия в численности видов в значительной степени связаны с различной длительностью геологических веков. Расчеты, приведенные к размерности число видов/млн лет, показывают менее резкие колебания и часто обратные максимумы. Средние значения количества видов радиолярий составляют около 130 видов/млн лет, опускаясь ниже до 60–80 видов/млн лет в синемюрском, плинсбахском, аптском, альбском, кампанском, датском, ипрском, лютетском и хатском веках. Высокие значения (более 200 видов/млн лет) приурочены к кимериджскому (272), титонскому (261), берриасскому (227), сантонскому (281), бартонскому (208), приабонскому (209) векам и ранненеогеновой эпохе (290–383).

Диатомовые водоросли имеют в верхнемеловое и палеоценовое время меньшее разнообразие видов, их наибольшее видовое богатство представлено в маастрихтском (56 видов/млн лет) и особенно в унамедском (136 видов/млн лет) веках. Начиная со среднего эоцена оно несколько увеличивается и достигает максимальных величин с лангийского

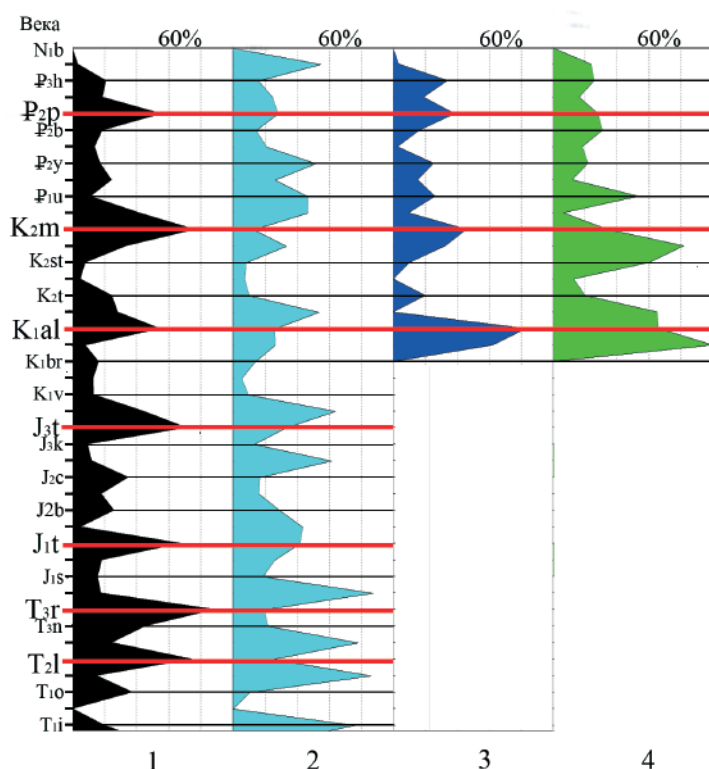


Рис. 1. Вымирание и появление новых видов (%):

1 – радиолярии – вымирание; 2 – радиолярии – появление;
3 – диатомовые – вымирание; 4 – диатомовые – появление

заключается в характере распределения всплесков появления новых видов. Для диатомовых водорослей всплески появления новых видов всегда предшествуют массовому вымиранию и имеют большую интенсивность.

Затем интенсивность падает в 2 раза в период вымирания и продолжается на этом уровне и на протяжении следующего века. У радиолярий всплески видообразования всегда следуют за вымираниями. Такой характер взаимосвязи можно объяснить изменением среды обитания и привноса необходимых для нормального развития веществ и прежде всего растворенного кремнезема. В этот момент появляются новые виды, которые более конкурентоспособны и вытесняют старые формы. После перераспределения экологических ниш и снижения конкуренции появляются новые радиолярии, обитающие в основной массе в более глубоководных зонах.

Для анализа пространственного распределения процессов массового вымирания на палеогеографическую карту маастрихтского века были вынесены данные об интенсивности вымирания различных групп кремнистого и карбонатного фито- и зоопланктона по конкретным разрезам (рис. 2). Минимальное вымирание радиолярий наблюдается в разрезах Новой Зеландии и в скважинах, пробуренных в южной части Тихого океана (2–14 %, при общем 76 %). В западной части Тихого океана наблюдается незначительное вымирание кокколитофорид (6 %, при общем 67 %). В скважинах Восточного Урала также видно незначительное вымирание радиолярий (29 %) и диатомовых водорослей (0 %). Далее на запад, в разрезах Болгарии заметно значительное вымирание планктонных фораминифер (75 %) и близкое значение для радиолярий Кипра (85 %). В скважинах центральной части Атлантического и Тихого океанов, а также в разрезах Калифорнии вымирание радиолярий составляет 100 %.

Таким образом, на общие процессы вымирания наложился второй фактор, связанный с импактным воздействием в районе современного Мексиканского залива на границе мела и палеогена.

(205 видов/млн лет) до мессинского (235 видов/млн лет) веков. Силикофлагеллаты в среднем имеют 3–8 видов/млн лет с максимумами в приабонском (14 видов/млн лет), аквитанском (14 видов/млн лет) и ланггийском (15 видов/млн лет) веках.

Такие существенные изменения видового разнообразия связаны с выявленными интервалами массовых (более 50 %) вымираний видов фито- и зоопланктона (рис. 1).

На графике видно, что существенные вымирания радиолярий происходили в ладинский (74 %), рэтский (88 %), тоарский (67 %), титонский (71 %), альбский (54 %), маастрихтский (76 %) и приабонский (55 %) века, при этом фоновое вымирание составляет 20–30 %. Диатомовые водоросли имеют те же максимумы вымирания, но интенсивность их составляет всего 38–45 %, а фоновое – 15–20 %. Принципиальное отличие кремнистого фито- и зоопланктона

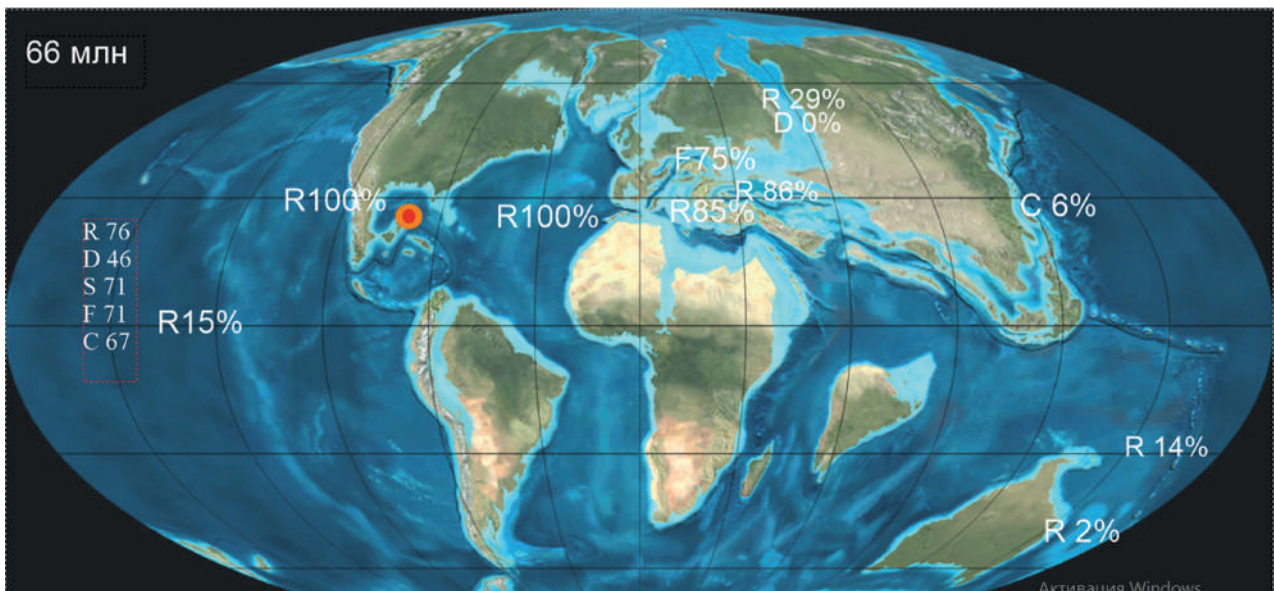


Рис. 2. Распределение интенсивности вымирания кремнистого и карбонатного фито- и зоопланктона в целом по Земле и в конкретных разрезах на границе мела и палеогена:
 R – радиолярии; D – диатомовые водоросли; S – силикофлагеллаты; F – фораминиферы; C – кокколитофориды

Изменения видового богатства радиолярий на уровне семейств проанализированы на примере *Archaeodictyomitridae* Pessagno, 1976, *Hagiastridae* Riedel, 1971, emend. Baumgartner, 1980 и др. (Agarkov et al., 2019). Общим в развитии видов в данных семействах являются следующие закономерности. После появления одного или нескольких видов первого рода семейства на протяжении одного или нескольких веков, иногда эпох, идет стабильное существование с отдельными слабыми всплесками видообразования. Затем в течение короткого времени происходит мощный всплеск, появляются в большом количестве виды, представляющие примерно 70 % родов этого семейства. Очень часто это виды, существующие в узком возрастном интервале. В это время на протяжении двух или трех эпох идет активное видообразование, частая сменяемость видов, затем наступает время массового вымирания. Происходит исчезновение почти всех родов и появляются виды двух-трех новых родов, причем общее количество их снижается в 2 раза по сравнению с первым всплеском видового разнообразия. Однако в течение последующей эпохи вымирают практически все виды и продолжается существование одних-двух видов последнего рода, которые вскоре тоже исчезают.

Специфику видового развития в пределах рода можно наблюдать на примере *Crucella* Pessagno, 1971, *Savaryella* Jud, 1994 и др. (рис. 3).

Род *Crucella* Pessagno, 1971 содержит 80 видов, из которых валидными являются 45. На схеме эволюции по географическим параметрам выделены виды Северного и Южного полушарий и биполярные виды. Пунктиром выделены эндемичные виды или виды с малыми ареалами распространения. Положение ветвей развития отражает Западное и Восточное полушария.

Первый вид данного рода обнаружен в отложениях карнийского яруса верхнего триаса в районе Британской Колумбии. На протяжении всей поздне триасовой эпохи существовало всего два валидных вида.

В гетангском веке среди представителей рода, как и в целом для радиолярий, происходит мощная вспышка видового разнообразия и появляется пять новых видов. Этот процесс продолжается и в следующем веке, появляются виды широкого распространения и биполярные таксоны.

К концу раннеюрской эпохи практически все виды *Crucella* Pessagno, 1971 вымирают и остаются только два биполярных вида. Следующий этап развития приурочен к оксфордскому веку,

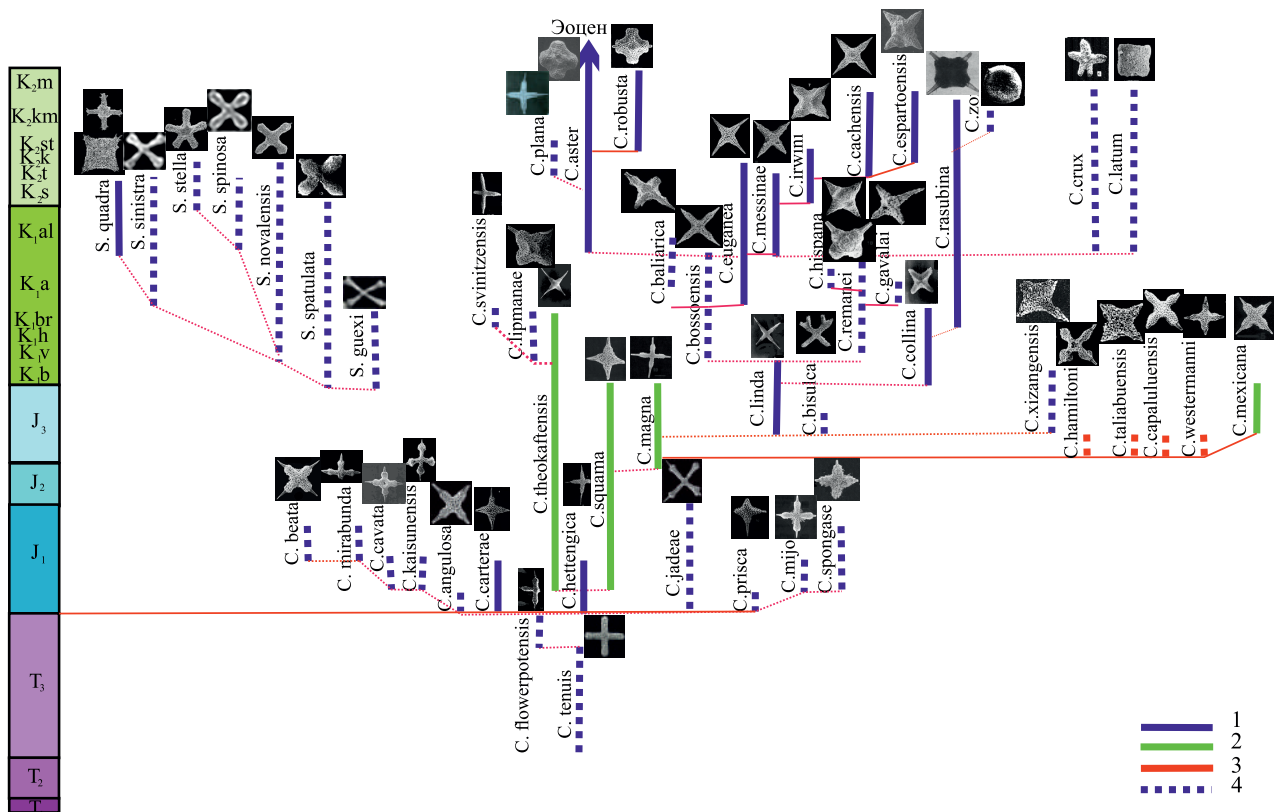


Рис. 3. Филогенетические модели эволюции родов *Crucella* Pessagno, 1971, *Savaryella* Jud, 1994:

1 – виды Северного полушария; 2 – биполярные виды; 3 – виды Южного полушария; 4 – пунктиром эндемичные виды Северного (синий) и Южного (красный) полушарий

когда появляются новые виды Южного полушария, а в кимериджском веке виды Северного полушария (Тетис, Тихий океан и др.). Только единичные виды находят широкое распространение и становятся биполярными (*Crucella mexicana* Yang, 1993).

Более слабые вспышки разнообразия связаны с валанжинским и альбским веками. На протяжении поздне меловой эпохи медленно продолжается появление новых видов, и к концу маастрихтского века происходит синхронно с общим процессом массового вымирания и резкое сокращение видов рода *Crucella* Pessagno, 1971. Только один вид *Crucella aster* (Lipman, 1952) Vragina продолжает свое существование в северной части Тетиса до начала эоцена. Приведенные данные показывают, что развитие видов различного таксономического уровня (семейства, роды) в целом повторяют общую картину эволюции кремнистого планктона и, вероятно, имеют общие причинно-следственные отношения. Из приведенной схемы эволюции рода *Crucella* Pessagno, 1971 видно, что основную массу видового богатства составляют эндемичные, короткоживущие виды, часто имеющие уродливые формы и низкую жизнестойкость. Особенно это заметно на примере рода *Savaryella* Jud, 1994.

Для оценки общих причин существенных колебаний биоразнообразия кремнистого фито- и зоопланктона проведен сравнительный анализ эволюции кремненакопления в мезозойских и кайнозойских платформенных и геосинклинальных палеобассейнах и интенсивности видового богатства.

Выше нами отмечались высокие значения (более 200 видов/млн лет) в кимериджском, титонском, берриасском, сантонском, бартонском, приабонском веках и раннеэоценовой эпохе. Именно к этим отложениям приурочены основные месторождения различных типов кремнистых пород (Кремнистые породы ..., 1976).

Для геосинклинальных бассейнов отмечалась тесная связь кремненакопления с темпами породообразования, а следовательно, и приносимыми объемами терригенного и растворенного

материала (Агарков и др., 1987). Прямой зависимости кремненакопления с вулканизмом не устанавливается. Эти процессы синхронны лишь в половине случаев.

Исследованиями установлено наличие нескольких этапов существенных всплесков вымирания и появления новых таксонов фито- и зоопланктона. Основной причиной этого процесса являются колебания привноса питательных веществ в бассейны осадконакопления, связанные с палеогеографической обстановкой.

Литература

Агарков Ю. В. Новые данные о видовом разнообразии радиолярий мезозоя // Материалы 11 Семинара по радиоляриям (19–24 июня 2000 г.). – СПб. ; М., 2000. – С. 9–10.

Агарков Ю. В., Агарков А. Ю. Влияние скоростей породообразования на кремнистую седиментацию в мезозойско-кайнозойских бассейнах Западного Кавказа // Научная мысль Кавказа. – Ростов н/Д : СКНЦ ВШ, 2005. – С. 29–33.

Агарков Ю. В., Агарков А. Ю. Свидетельство государственной регистрации базы данных № 2017620457 от 20 апреля 2017 г.

Агарков Ю. В., Рышков М. М., Седлецкий В. И. Альпийское кремненакопление Большого Кавказа // Происхождение и практическое использование кремнистых пород. Доклады Всесоюзной школы-семинара (27 сентября – 2 октября 1985 г., Новороссийск). – М., 1987. – С. 96–111.

Кремнистые породы СССР (диатомиты, опоки, трепелы, спонголиты, радиоляриты) / отв. ред. У. Г. Дистанов. – Казань : Татарское книжное изд-во, 1976. – 412 с.

Стрельникова Н. И. Диатомей позднего мела. – М. : Наука, 1974. – 203 с.

Стрельникова Н. И. Палеогеновые диатомовые водоросли / под ред. А. Моисеевой. – СПб. : Изд-во Санкт-Петербургского университета, 1991. – 312 с.

Agarkov Y. V., Agarkov A. Y., Gorbunova T. L. Analysis of species richness dynamic of Mesozoic and cenozoic radiolarian // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. – 2019. – Vol. 272. – Iss. 2.

De Wever P., Dumitrica P., Caulet J.-P. et al. Radiolarians in the sedimentary record. – Amsterdam : Springer-Verlag, 2001. – 533 p.

Radiolarians in the Geological Record / M. S. Afanasieva, E. O. Amon, Yu. V. Agarkov, D. S. Boltovskoy // Paleontological Journal. – 2005. – Vol. 39. – Suppl. 3. – 392 p.

РАДИОЛЯРИИ, КОНОДОНТЫ И ФОРАМИНИФЕРЫ ЗОЛОТООЗЕРСКОЙ СВИТЫ НИЖНЕГО ТУРНЕ ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО БАСЕЙНА РОССИИ

М. С. Афанасьева¹, Л. И. Кононова^{2,3}, Е. Л. Зайцева^{2,3}, А. В. Баранова³

¹ Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва, afanasieva@paleo.ru

² Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, ezaitseva@mail.ru

³ Всероссийский научно-исследовательский геологический нефтяной институт, Москва, litolog@vnigni.ru

RADIOLARIANS, CONODONTS AND FORAMINIFERA FROM THE ZOLOTOOZERSKAYA FORMATION OF THE LOWER TOURNAISIAN (MISSISSIPPIAN) OF THE VOLGA-URAL BASIN OF RUSSIA

M. S. Afanasieva¹, L. I. Kononova^{2,3}, E. L. Zaytseva^{2,3}, A. V. Baranova³

¹ Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, afanasieva@paleo.ru

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, ezaitseva@mail.ru

³ FGBU «VNIGNI», Moscow, litolog@vnigni.ru

Аннотация. Приведены результаты комплексного исследования конодонтов, радиолярий и фораминифер из нижнетурнейских отложений скв. Мелекесская-1 Волго-Уральского бассейна. Бедное содержание конодонтов позволило установить присутствие трех зон конодонтов: *Siphonodella sulcata*, *S. duplicata* и *S. belkai*. Установлены две экозоны радиолярий: *Provisocyntra kononovae* и *Spongentactinia oraia*. Выделены комплексы фораминифер, коррелируемых с зонами *Toutnayellina pseudobeata* – доживающие *Quasiendothyra* и *Earlandia minima*. Изучение фораминифер и конодонтов позволило уточнить положение границы девона и карбона.

Ключевые слова. Радиолярии, конодонты, фораминиферы, зоны, экозоны, нижний турне, нижний карбон, скв. Мелекесская-1, Волго-Уральский бассейн, Россия.

Abstract. The results of a comprehensive study of conodonts, radiolarians and foraminifera from the Lower Tournaisian deposits of the borehole Melekesskaya-1 of the Volga-Ural Basin are presented. The poor content of conodonts made it possible to identify three conodont zones: *Siphonodella sulcata*, *S. duplicata*, and *S. belkai*. Two radiolarian ecozones have been established: *Provisocyntra kononovae* and *Spongentactinia oraia*. Assemblages of foraminifera correlated with the *Toutnayellina pseudobeata* – surviving *Quasiendothyra* and *Earlandia minima* zones have been identified. The study of foraminifera and conodonts made it possible to clarify the position of the Devonian–Carboniferous boundary.

Key words. Radiolarians, conodonts, foraminifera, zones, ecozones, Lower Tournaisian, Lower Carboniferous, Borehole Melekesskaya-1, Volga-Ural Basin, Russia.

Получены новые данные по конодонтам, фораминиферам и радиоляриям из впервые установленной в опорной скв. Мелекесская-1 (интервал 1899,0–1872,0 м) золотоозерской свиты нижнего турне. Скважина расположена в Ульяновской области Волго-Уральского субрегиона. Название скважины дано по г. Мелекес (ныне Димитровград), расположенному в устье р. Мелекеска, впадающей в р. Бол. Черемшан (рис. 1). Название свиты дано по оз. Золотое на окраине г. Димитровград (Фортунатова и др., 2023).

Золотоозерская свита согласно залегает на органогенно-обломочных известняках мало-черемшанской свиты фаменского яруса, перекрывается карбонатно-глинистой ерыклинской свитой верхнего турне и объединяет нерасчлененные гумеровский, малевский и упинский горизонты (рис. 1). Мощность стратотипа свиты составляет 27 м. На основании новых литологических и палеонтологических данных выполнено послойное описание пород и выделены фаунистически обоснованные биостратиграфические подразделения.

Конодонты в золотоозерской свите обнаружены в восьми образцах в интервале глубин 1898,5–1881,7 м (рис. 1). Учитывая бедное содержание конодонтов в изученной части разреза, можно выделить слои с конодонтами и условно сопоставить их комплексы с ассоциациями конодонтов из нижнекаменноугольных отложений западного склона Южного Урала (Пазухин, 2011; Кулагина и др., 2013).

Слои с *Siphonodella sulcata* (интервал 1898,5–1897,78 м) характеризуются присутствием зонального вида *Siphonodella sulcata*, а также *Polygnathus purus purus*, *P. purus subplanus*, *Pseudopolygnathus* aff. *dentilineatus*, *Bispathodus stabilis* и *Neopolygnathus communis*

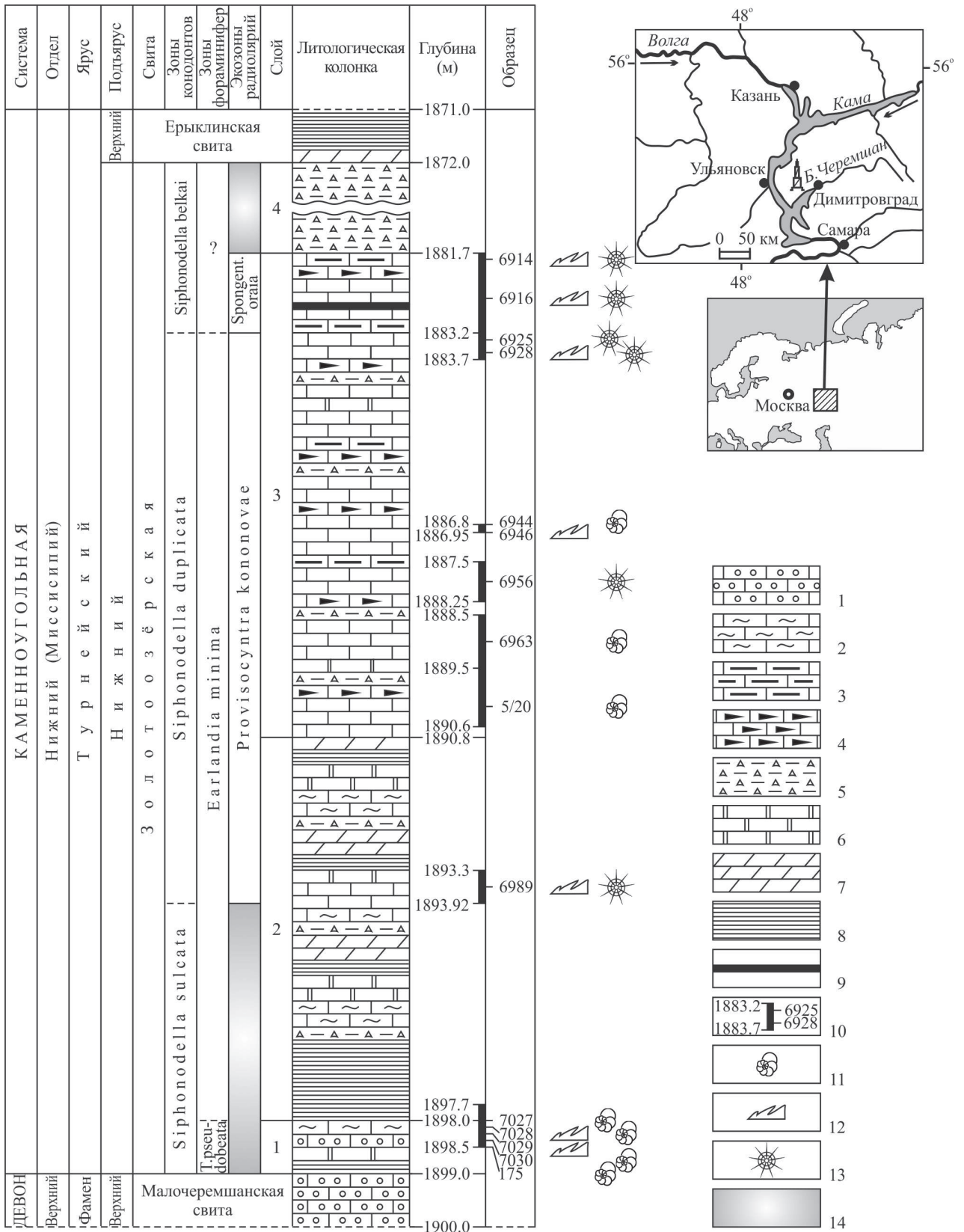


Рис. 1. Схема строения нижнетурнейских отложений золотоозерской свиты в разрезе скв. Мелекесская-1 Волго-Уральского бассейна (по Фортунатову и др., 2023):

1–4 – известняки: 1 – органогенно-обломочные, 2 – углеродистые, 3 – кремнистые, 4 – битуминозные; 5 – карбонатно-кремнистые сланцеватые породы; 6 – доломиты; 7 – мергели; 8 – аргиллиты, глины; 9 – субгоризонтальные прослои органического вещества; 10 – интервалы отбора и номера образцов; 11–13 – фауна: 11 – фораминиферы, 12 – конодонты, 13 – радиоларии; 14 – радиоларии не встречены

(рис. 2, фиг. 10–18). Данный комплекс по совместному присутствию *S. sulcata* и представителей *P. purus* может быть сопоставлен с комплексом зоны *Siphonodella sulcata*, характеризующим на Урале верхний подгоризонт гумеровского горизонта и нижнюю часть малевского горизонта (Кулагина и др., 2013), а в Башкирском Приуралье нижнюю часть малевского горизонта (Пазухин, 2011). Таким образом, слои с *S. sulcata* могут быть отнесены к зоне *S. sulcata*.

Слои с *Siphonodella duplicata* (интервал 1893,92–1883,2 м) содержат зональный вид *Siphonodella duplicata*, а также *Protognathodus collinsoni* (рис. 2, фиг. 8а, б, 9а, б), распространенный от зоны lower praesulcata до зоны upper duplicata. Данный комплекс по появлению зонального вида *S. duplicata* и присутствию *P. collinsoni* принадлежит конодонтовой зоне *Siphonodella duplicata*, характеризующей на Урале и Башкирском Приуралье верхнюю часть малевского горизонта.

Слои с *Siphonodella obsoleta* – *Dinodus* (интервал 1883,2–1881,7 м) охарактеризованы комплексом видов из рода *Siphonodella*: *S. duplicata*, *S. obsoleta* и *S. cf. crenulata*, кроме того, присутствуют условные представители рода *Dinodus* (рис. 2, фиг. 1–7). Данная ассоциация конодонтов по присутствию *S. duplicata* и появлению *S. obsoleta* может быть сопоставлена

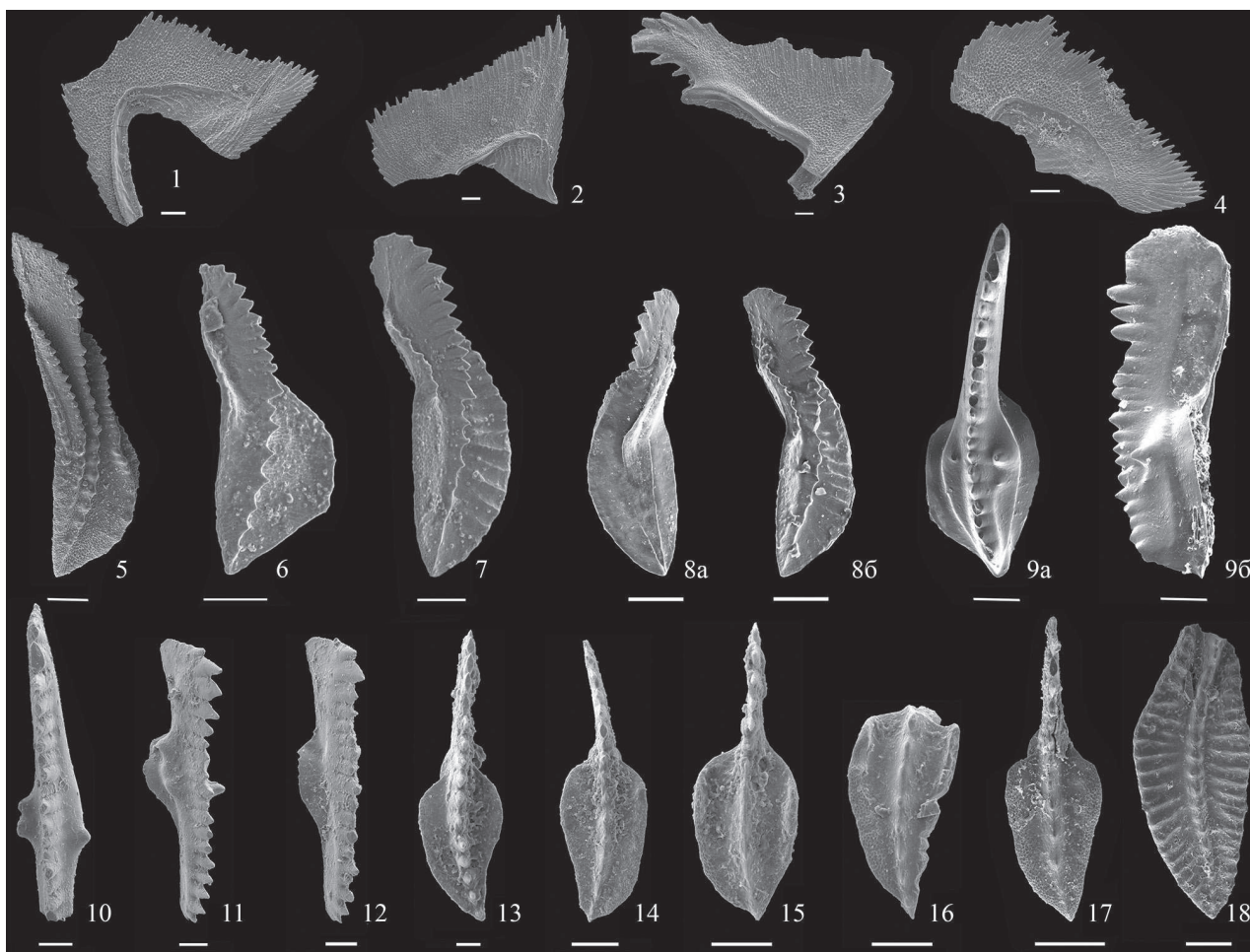


Рис. 2. Конодонты, Волго-Уральский бассейн, скв. Мелекесская-1, зона *Siphonodella belkai* (1–7), зона *Siphonodella duplicata* (8а, б, 9а, б) и зона *Siphonodella sulcata* (10–18):

1–4 – «*Dinodus*» sp.; 5 – *Siphonodella obsoleta* Hass, 1959; 6 – *S. cf. crenulata* (Cooper, 1939); 7, 8а, б – *S. duplicata* (Branson et Mehl, 1934): 8а – вид с аборальной стороны, 8б – вид с оральной стороны; 9а, б – *Protognathodus collinsoni* Ziegler, 1969: 9а – вид с оральной стороны, 9б – вид сбоку; 10, 11 – *Pseudopolygnathus aff. dentilineatus* E. R. Branson, 1934; 12 – *Bispathodus stabilis* (Branson et Mehl, 1934); 13, 14 – *Polygnathus purus subplanus* Voges, 1959; 15–17 – *Neopolygnathus communis* (Branson et Mehl, 1934); 18 – *Siphonodella sulcata* Huddle, 1934. Длина масштабной линейки – 100 мкм

с комплексом зоны *Siphonodella belkai*, которая характеризует упинские отложения на Южном Урале (Пазухин, 2011; Кулагина и др., 2013). Слои с *Siphonodella obsoleta* – *Dinodus* условно отнесены к зоне *Siphonodella belkai*.

Фораминиферы в золотоозерской свите немногочисленны и представлены преимущественно, однокамерными формами (рис. 1, 3).

Зона *Tournaeyellina pseudobeata* – доживающие *Quasiendothyra*. В основании свиты (интервал 1898,5–1897,7 м) фораминиферовый комплекс наиболее разнообразен и включает *Vicinesphaera squalida*, *V. angulata*, *Archaesphaera minima*, *Parathuramminites cushmani*, *Suleimanovella suleimanovi*, *Spinoseella subvasta*, *S. spinosa*, *Bisphaera malevkensis*, *Diplosphaerina inaequalis*, *Tournaeyellina primitiva*, *T. cf. pseudobeata*, *Earlandia* sp. (рис. 3, фиг. 1–14). Эту ассоциацию фораминифер можно сопоставить с комплексом зоны *Tournaeyellina pseudobeata* – доживающие *Quasiendothyra*, выделенной для интервала, переходного от девона к карбону (Кулагина и др., 2018; Kulagina et al., 2021).

Совместно с фораминиферами встречен комплекс конодонтов зоны *Siphonodella sulcata*, что позволило уточнить положение границы девона и карбона в разрезе скв. Мелекесская-1.

Зона *Earlandia minima*. В слое 3, в интервалах 1889,5–1888,5 и 1886,95–1886,80 м, обнаружены фораминиферы *Archaesphaera magna*, *Parathuramminites cf. cushmani*, *Salpinothurammina crassithesa*, *Earlandia cf. minima* (рис. 3, фиг. 15–18), которые с некоторой долей условности можно сопоставить с зоной *Earlandia minima*, отвечающей малевскому горизонту нижнего турне.

Радиолярии. Достоверные и очень хорошо сохранившиеся радиолярии раннетурнейского возраста установлены в Волго-Уральском бассейне в шести образцах скважины Мелекесская-1 (интервал 1893,92–1881,7 м) в приграничных с девоном отложениях золотоозерской свиты (рис. 1) (Афанасьева, 2022, 2023). Изменение таксономического состава комплексов и прекрасная сохранность радиолярий позволяют установить в нижнетурнейских отложениях

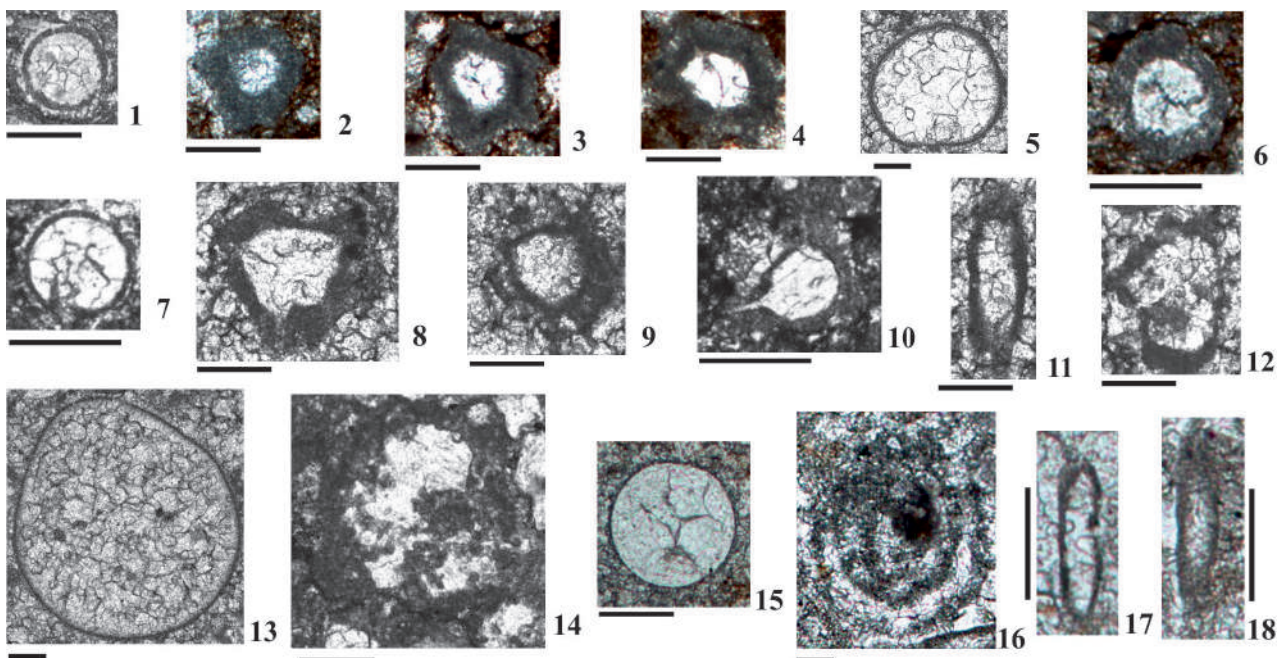


Рис. 3. Фораминиферы, Волго-Уральский бассейн, скв. Мелекесская-1; зона *Tournaeyellina pseudobeata* – доживающие *Quasiendothyra* (1–14) и зона *Earlandia minima* (15–18):

1 – *Archaesphaera minima* Suleimanov, 1945; 2 – *Vicinesphaera squalida* Antropov, 1950; 3, 4 – *Suleimanovella suleimanovi* (Lipina, 1950); 5, 13 – *Bisphaera malevkensis* Birina, 1948; 6 – *Parathuramminites cushmani* (Suleimanov, 1945); 7 – *Diplosphaerina inaequalis* (Derville, 1931); 8 – *Spinoseella subvasta* (Быкова, 1955); 9 – *Spinoseella spinosa* (Lipina, 1950); 10 – *Spinoseella stellata* (Lipina, 1950); 11 – *Earlandia* sp.; 12 – *Tournaeyellina primitiva* Lipina, 1965; 14 – *Tournaeyellina cf. pseudobeata* Reitlinger et Kulagina, 1987; 15 – *Archaesphaera magna* Suleimanov, 1945; 16 – *Eotournaeyella* sp.; 17, 18 – *Earlandia cf. minima* (Birina, 1948). Длина масштабной линейки – 100 мкм

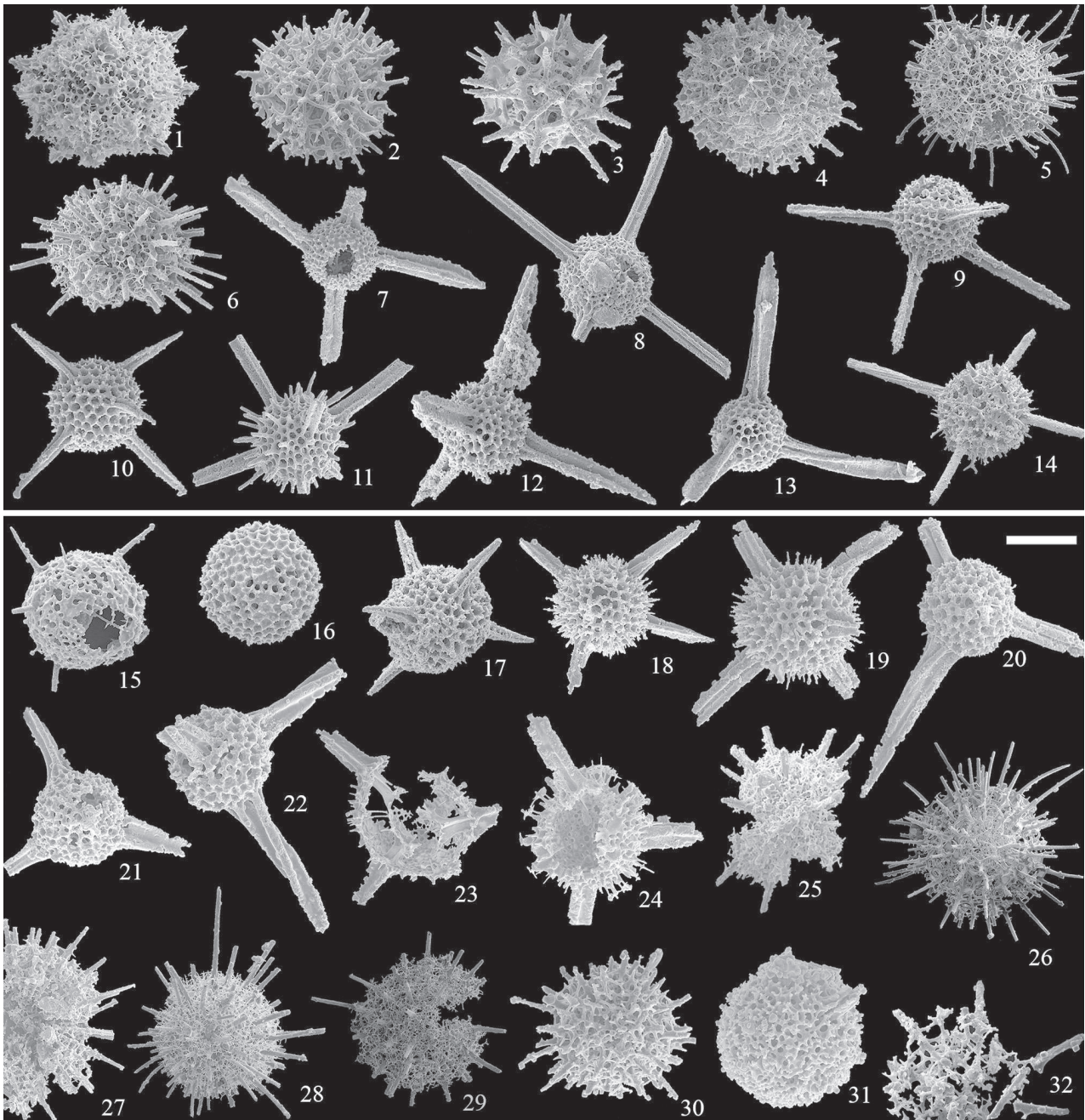


Рис. 4. Раннетурнейские радиоларии, Волго-Уральский бассейн, скв. Мелекесская-1; экозона *Spongentactinia oraia* (1–14) и экозона *Provisocyntra kononovae* (15–32):

1 – *Adamasirad cathedrarius* Afanasieva, 2000 (штрих = 65 мкм); 2 – *Nestelliana glomerata* Afanasieva, 2022 (68 мкм); 3 – *N. grassiclatrata* Afanasieva, 2022 (65 мкм); 4 – *Provisocyntra cassicula* Nazarov et Ormiston, 1987 (100 мкм); 5 – *P. magniporosa* Afanasieva, 2022 (85 мкм); 6 – *P. valminazae* Afanasieva, 2022 (135 мкм); 7 – *Spongentactinia altasulcata* (Won, 1983) (75 мкм); 8 – *S. oraia* Afanasieva, 2023 (128 мкм); 9 – *Entactinia zaitsevae* Afanasieva, 2023 (84 мкм); 10 – *E. mariannae* Afanasieva et Amon, 2017 (81 мкм); 11 – *E. parapychnoclada* Nazarov et Ormiston, 1985 (112 мкм); 12 – *Triaenosphaera fortunatovae* Afanasieva, 2023 (68 мкм); 13 – *T. spiroacus* Afanasieva, 2023 (76 мкм); 14 – *Spinoalius melekessensis* Afanasieva, 2019 (128 мкм); 15 – *Borisella* cf. *bykovaе* Afanasieva, 2000 (85 мкм); 16 – *Duplexia* cf. *foremanae* (Ormiston et Lane, 1976) (78 мкм); 17 – *Entactinia vulgaris* Won, 1983 (112 мкм); 18 – *E. mariannae* Afanasieva et Amon, 2017 (73 мкм); 19 – *E. zaitsevae* Afanasieva, 2023 (73 мкм); 20 – *Triaenosphaera fortunatovae* Afanasieva (76 мкм); 21 – *T. sicarius* Deflandre, 1973 (73 мкм); 22 – *T. spiroacus* Afanasieva, 2023 (66 мкм); 23 – *Radiobisphaera* cf. *nazaroviana* Won, 1997 (81 мкм); 24 – *R.* sp. F (73 мкм); 25 – *Duodecimentactinia* cf. *ampla* Won, 1997 (87 мкм); 26 – *Provisocyntra magniporosa* Afanasieva, 2022 (150 мкм); 27 – *P. cassicula* Nazarov et Ormiston, 1987 (148 мкм); 28 – *P. valminazae* Afanasieva, 2022 (124 мкм); 29 – *P. grandis* Afanasieva, 2022 (235 мкм); 30 – *P. kononovae* Afanasieva, 2022 (64 мкм); 31 – *Spongentactinia* cf. *diplostraca* (Foreman, 1963) (53 мкм); 32 – *Ceratoikiscum* cf. *araneosum* Afanasieva, 2000 (53 мкм)

две сменяющие друг друга экозоны: *Provisocyntra kononovae* и *Spongentactinia oraia*. Радиолярии в той или иной степени отражают экологические условия среды обитания, поэтому в характеристике экозон показано количественное соотношение таксонов высокого ранга: классов *Sphaerellaria* и *Spumellaria*, обитавших в разных условиях.

Экозона *Provisocyntra kononovae* (интервал 1893,92–1883,2 м) представлена 18 видами радиолярий из девяти родов (рис. 4, фиг. 15–32). Экозона характеризуется численным преобладанием своеобразного вида *Provisocyntra kononovae*, характерного только для нижней части разреза золотоозерской свиты. На этом основании экозоне радиолярий присвоено название *Provisocyntra kononovae*. Биостратиграфическое положение экозоны отвечает конодонтовой зоне *Siphonodella duplicata*. Ассоциация радиолярий отличается: ярким доминированием сферических пористых *Sphaerellaria* (55,6 %), насчитывающих 10 видов по сравнению с губчато-сетчатыми *Spumellaria* (38,9 %), которые представлены семью видами. Иглистые *Aculearia* представлены только одним видом *Ceratoikiscum cf. araneosum*.

Экозона *Spongentactinia oraia* (интервал 1883,2–1881,7 м) объединяет 14 видов из семи родов (рис. 4, фиг. 1–14). На основе распространения вида *Spongentactinia oraia* только для верхней части разреза золотоозерской свиты экозона получила название *Spongentactinia oraia* и рассматривается в объеме конодонтовой зоны *Siphonodella belkai*. Среди радиолярий экозоны доминируют губчато-сетчатые *Spumellaria*, которые представлены восемью видами (57,1 %) на фоне пористых *Sphaerellaria*, насчитывающих шесть видов (42,9 %).

Биоразнообразие радиоляриевых сообществ и условия обитания. Существуют весьма важные морфологические отличия между доминирующими высокими таксонами (классами) радиолярий, обитавшими на разных глубинах древних морей и океанов: (1) в ассоциациях из глубоководных отложений палеоокеанов преобладали билатерально-симметричные таксоны; (2) в комплексах из отложений палеоморей доминировали сферические морфотипы.

Вместе с тем в палеоморях билатерально-симметричные *Albaillellaria* практически не известны. Здесь доминировали сферические *Spumellaria* и *Sphaerellaria*.

Анализ видового состава радиолярий из нижней и верхней экозон радиолярий в разрезе золотоозерской свиты скв. Мелекесская-1 выявил изменение таксономического состава комплексов и инверсию доминирования *Sphaerellaria* и *Spumellaria*. То есть, если в нижней экозоне *Provisocyntra kononovae* доминировали пористые *Sphaerellaria* (55,6 %), то в верхней экозоне *Spongentactinia oraia* преобладали губчато-сетчатые *Spumellaria* (57,1 %). Особенности доминирующих морфотипов в этих ассоциациях радиолярий указывают на то, что они обитали в разных, соответственно более и менее глубоких экологических зонах.

Литература

- Афанасьева М. С. Новый род *Nestelliana* gen. nov. и новые виды радиолярий позднего девона Полярного Урала и раннего карбона Волго-Уральского бассейна России // Палеонтологический журнал. – 2022. – № 1. – С. 20–26.
- Афанасьева М. С. Новые виды радиолярий из нижнего карбона Волго-Уральского бассейна и верхнего карбона Южного Урала, Россия // Палеонтологический журнал. – 2023. – № 4.
- Кулагина Е. И., Пазухин В. Н., Кочетова Н. Н. Предложения по обновлению стратиграфической схемы нижнего карбона Урала // Ин-т геологии Уфимского научного центра РАН. Геологический сборник. – 2013. – № 10. – С. 88–98.
- Кулагина Е. И., Степанова Т. И., Зайцева Е. Л. и др. Атлас фораминифер и микрофаций верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений Северной Евразии. Фаменский и турнейский ярусы. – М. : ПИН РАН, 2018. – 220 с.
- Пазухин В. Н. Биостратиграфия верхнего девона и нижнего карбона Башкирского Приуралья по конодонтам // Биостратиграфия, палеогеография и события в девоне и нижнем карбоне (Международная подкомиссия по стратиграфии девона. Проект 596 МПГК): Материалы Международной Конференции памяти Е. А. Елкина. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2011. – Т. 18. – № 3. – С. 126–129.
- Фортунатова Н. К., Зайцева Е. Л., Бушуева М. А. и др. Стратиграфия нижнего карбона Волго-Уральского субрегиона (материалы к актуализации стратиграфической схемы). – М. : ВНИГНИ, 2023. – 288 с.
- Kulagina E. I., Zaytseva E. L., Vevel Ya. A. et al. The foraminiferal zonal scale of the Devonian–Carboniferous boundary beds in Russia and Western Kazakhstan and its correlation with ammonoid and conodont scales // Palaeobiodiversity and Palaeoenvironments. – 2021. – Vol. 101. – Pp. 91–110.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО ЮРСКОЙ МИКРОФАУНЕ ВОСТОЧНОГО БЕРЕГА АНАБАРСКОГО ЗАЛИВА (СЕВЕР СИБИРИ)

Л. А. Глинских

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,
Новосибирск, glor@mail.ru*

THE NEW DATA ON THE JURASSIC MICROFAUNA OF THE EASTERN COAST OF THE ANABAR BAY (THE NORTHERN SIBERIA)

L. A. Glinskikh

*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, glor@mail.ru*

Аннотация. Представлены результаты исследования юрской микрофауны восточного берега Анабарского залива (обн. 109, север Сибири). Установлены систематический состав и распределение в разрезе фораминифер и остракод. Приведены изображения характерных и редких таксонов микрофауны.

Ключевые слова. Фораминиферы, остракоды, юра, келловей, оксфорд, север Сибири.

Abstract. The results of the study of Jurassic microfauna from the eastern coast of the Anabar Bay (section 109, northern Siberia) are presented. The systematic composition and distribution of foraminifers and ostracodes in the section are established. Images of characteristic and rare taxa of microfauna are given.

Key words. Foraminifers, ostracodes, Jurassic, Callovian, Oxfordian, the Northern Siberia.

Система параллельных (автономных) зональных шкал, разработанная на разрезах мезозоя севера Сибири, надежно зарекомендовала себя в качестве высокоразрешающей стратиграфической основы (Захаров и др., 1997; Шурыгин и др., 2000; Никитенко и др., 2013 и др.). Ее корреляционные возможности некоторых уровней юры проверены на разрезах Арктики и смежных регионов, включая европейскую часть России (Mitta et al., 2014, 2015 и др.). Однако в последнее десятилетие в связи с интенсивным таянием снега в Арктике открылись многие выходы пород, ранее вынужденно пропускаемые при описании или наблюдаемые лишь фрагментарно, что позволило собрать новые коллекции аммонитов. Этот материал наряду с новыми палеонтологическими находками и стратиграфическими уточнениями в соседних регионах сыграл определяющую роль в изменении существующих ранее представлений о зональном расчленении келловей севера Сибири по аммонитам, в том числе восточного берега Анабарского залива (рис. 1) (Алифиров, Князев, 2020; Князев и др., 2020; Киселев, 2022). А поскольку оценка стратиграфического объема биостратонов по парастратиграфическим группам (фораминиферам и остракодам) осуществляется посредством находок в них

аммонитов, то весьма актуально переизучение микрофауны из опорных разрезов, где уточнено зональное расчленение по аммонитам.

Материалом для исследования послужила коллекция фораминифер и остракод, полученная в результате обработки образцов из пограничного интервала средней–верхней юры (обн. 109) (рис. 1) восточного берега Анабарского залива, собранных А. С. Алифировым и Б. М. Поповым в 2015 г. во время экспедиционных работ отряда ИНГГ СО РАН на севере Сибири. Описание юрского разреза восточного берега Анабарской губы неоднократно приводилось в литературе (Басов и др., 1967; Меледина, 1994; Князев и др.,

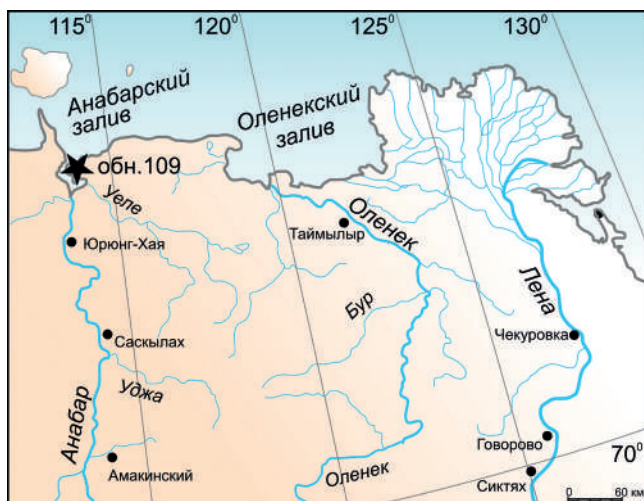


Рис. 1. Местоположение обн. 109

2010; Алифиров, Князев, 2020 и др.). В настоящем исследовании используется нумерация пачек и уточненное стратиграфическое расчленение разреза (обн. 109), принятые в работе А. С. Алифирова и В. Г. Князева (Алифиров, Князев, 2020). Комплексы микрофауны изучены из интервала разреза, охватывающем пачки 40–48.

Фораминиферы обнаружены во всех образцах, хотя распределение микрофаунистических комплексов неравномерное: встречаются уровни с единичными раковинами, принадлежащими одному роду, так, например, в кровле пачки 41 обнаружены обломки раковины *Dentalina*, в кровле пачки 45 – единичные раковины рода *Recurvoides*. Следует отметить, что ранее из этого разреза фораминиферы изучались З. В. Лутовой (Лутова, 1981). По результатам микропалеонтологического анализа подтверждено стратиграфическое распределение фораминифер в этой части разреза, установленное З. В. Лутовой, с некоторым уточнением согласно современным представлениям о биостратиграфии по фораминиферам (Никитенко, 2009; Глинских, 2021). Наряду с этим существенно расширен таксономический состав микрофаунистических комплексов. Так, в интервале разреза, охватывающем пачку 40, З. В. Лутовой фораминиферы не обнаружены, а из пачки 41 определены пять видов из четырех родов (Лутова, 1981). Автором же из этой части разреза установлен таксономически разнообразный комплекс фораминифер, содержащий представителей 18 родов: *Ammodiscus arangastachiensis* Nikitenko, 1991, *Recurvoides anabarensis* Basov et A. Sokolov, 1985, *Ammobaculites lapidosus* Gerke et Scharovskaja, 1958, *A. spp.*, *Kutsevelia memorabilis* (Scharovskaja, 1958), *Trochammina jakovlevae* Glinskikh et Nikitenko, 2018, *Saccammina sp.*, *Reophax sp.*, *Verneuilinoides sp.*, *Lenticulina mironovi* (Dain, 1948), *L. spp.*, *Citharina cf. arangastachiensis* Nikitenko, 1991 (рис. 2), *Vaginulina dainae* Kosyreva in Dain, 1948, *Geinitzinita crassata* Gerke, 1959, *Globulina praecircumphlua* Gerke, 1968, *G. ex gr. oolithica* (Terquem, 1874), *Dentalina spp.*, *Pseudonodosaria spp.*, *Ichthyolaria sp.*, *Astacolus sp.*, *Cornuspira sp.* (рис. 2).

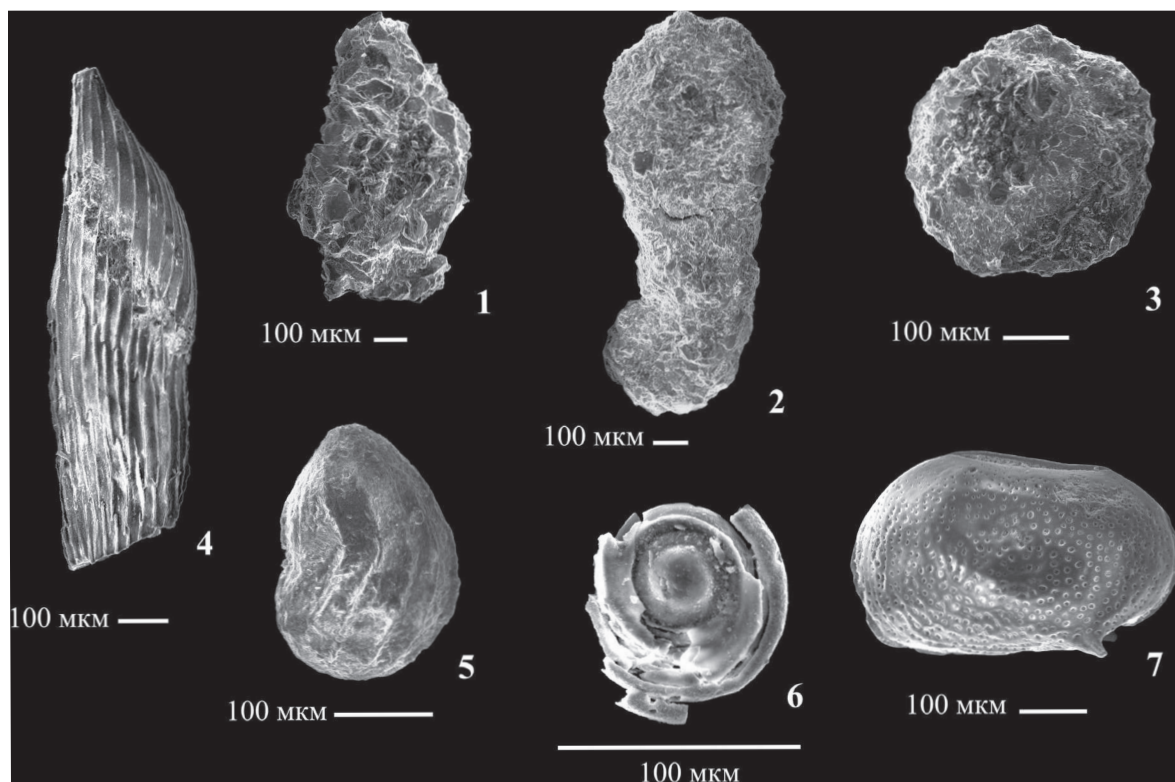


Рис. 2. Юрские фораминиферы и остракоды из обн. 109 восточного берега Анабарского залива (север Сибири):

1 – *Reophax sp.*; 2 – *Ammobaculites sp.*; 3 – *Trochammina rostovzevi* Levina, 1972; 4 – *Citharina cf. arangastachiensis* Nikitenko, 1991; 5 – *Marginulinopsis suprajurensis* Gerke et Scharovskaja, 1961; 6 – *Cornuspira sp.*; 7 – *Camptocythere (Anabarocythere) spinulosa* (Sharapova, 1940)

По результатам анализа стратиграфического распределения фораминифер в изученной части разреза прослежена фораминиферовая зона *Trochammina jakovlevae* JF22 (верхи нижнего байоса – средний бат) (Никитенко, 2009; Глинских, Никитенко, 2018; Глинских, 2021). Присутствие некоторых таксонов, как, например, *Vaginulina dainae* – вида-индекса одноименной фораминиферовой зоны верхнего байоса – нижнего бата Восточно-Европейской платформы (Унифицированная ... , 2012), *Cornuspira* sp. – характерного элемента среднеюрских комплексов фораминифер Северного Кавказа (Практическое ... , 1991), указывает на связь между морскими бассейнами на рубеже байоса–бата.

Выше по разрезу, в пачках 42–47, установлены многочисленные и таксономически разнообразные комплексы фораминифер, представленные большей частью агглютинированными формами, таксоны же с известковой раковиной редки и малочисленны. Характерные виды комплекса: *Recurvoides scherkaliensis* Levina, 1962, *R. singularis* Lutova, 1981, *Trochammina rostovzevi* Levina, 1972, *Haplophragmoides magnus* Bulynnikova, 1962. Изредка встречается *Dorothia insperata* (Bulynnikova, 1962). Из нижележащих слоев проходят: *Ammodiscus arangastachiensis* – встречен по всему разрезу, виды *Recurvoides anabarensis*, *Ammobaculites lapidosus*, *Kutsevelia memorabilis* приурочены к нижней части разреза. Из известковых фораминифер встречены *Marginulinopsis suprajurensis* Gerke et Scharovskaja, 1961 (рис. 2), а также единичные представители родов *Lenticulina*, *Saracenaria*, *Citharina*, *Geinitzinita*, *Globulina*. В пачках 46–47, соответствующих верхнему келловою (Алифинов, Князев, 2020), определены 28 видов из 19 родов, тогда как ранее из этой части разреза приводились 11 видов из 8 родов (Лутова, 1981). Возможно, это обусловлено тем, что настоящее исследование проводилось с применением современного микроскопического оборудования как световых микроскопов (Carl Zeiss Stemi 2000-C и Carl Zeiss Stemi SV-11), так и сканирующего электронного микроскопа (Carl Zeiss EVO). По результатам анализа таксономического состава и стратиграфического распределения фораминифер по разрезу в интервале пачек 42–47 установлена фораминиферовая зона *Trochammina rostovtsevi*, *Dorothia insperata* JF-25 (верхи верхнего бата – келловей) (Никитенко, 2009). Из верхней части разреза – пачки 48, в которой был найден среднеоксфордский аммонит *Cardioceras (Maltoniceras) maltonense* (Yong et Bird, 1822) (Алифинов, Князев, 2020), фораминиферы З. В. Лутовой не изучались, автором же в этом интервале наряду с видами, проходящими из нижележащих слоев, определены таксоны *Ammodiscus thomsi* Chamney, 1971, *Recurvoides disputabilis* Dain, 1972, *Trochammina kosyrevae* Levina, 1972, характерные для фораминиферовой зоны *Ammodiscus thomsi*, *Tolypammmina svetlanae* JF35 (средний оксфорд) (Никитенко, 2009).

Остракоды, несмотря на редкость и малочисленность их раковин в разрезе, имеют важное значение, поскольку совместное нахождение представителей разных групп микробентоса обеспечивает более дробное расчленение разреза и взаимный контроль результатов. В низах пачки 40–41 обнаружены раковины остракод хорошей сохранности вида *Camptocythere (Anabarocythere) spinulosa* (Shararova, 1940) (рис. 2), который является видом-индексом одноименной остракодовой зоны Ю-11 нижнего байоса (Никитенко, 2009; Глинских, 2021). Выше по разрезу, в пачке 41 (в средней и верхней ее части) встречены створки и раковины *Camptocythere (Anabarocythere) arangastachiensis* Nikitenko, 1994 вида-индекса остракодовой зоны *Camptocythere arangastachiensis* Ю-13 (Никитенко, 2009; Глинских, 2021). Кроме этого вида, в верхах пачки 41 определена форма, описанная Е. М. Тесаковой из байоса–бата Саратовской области как *Camptocythere (Anabarocythere) triangula* Tesakova, 2022 (Тесакова, 2022). По совместным находкам фораминифер и остракод в пачках 40–41, 41, практически не охарактеризованных аммонитами (Лутова, 1981; Меледина, 1994), стратиграфический объем этой части разреза определяется как верхи нижнего байоса – нижний бат.

В верхней части разреза (пачки 42–47), соответствующей верхнему бату – верхнему келловою, встречены единичные раковины остракод *Camptocythere (Camptocythere) micra* Nikitenko, 2009 зонального вида одноименной остракодовой зоны Ю-15 (верхи верхнего

бата – келловей) (Никитенко, 2009), а также несколько раковин неясной систематической принадлежности, требующих дополнительного изучения.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00058, <https://rscf.ru/project/23-27-00058/>.

Литература

- Алифиров А. С., Князев В. Г.* Аммониты семейства Cardioceratidae из верхнего келловоя севера Сибири // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2020. – Т. 28. – № 5. – С. 78–100.
- Басов В. А., Великжанина Л. С., Джиноридзе Н. М.* и др. Новые данные по стратиграфии юры Лено-Анабарского района // Проблемы палеонтологического обоснования детальной стратиграфии мезозоя Сибири и Дальнего Востока. – Л. : Наука, 1967. – С. 74–94.
- Глинских Л. А.* Остракоды и биостратиграфия ниже-среднеюрских отложений Ямала (север Западной Сибири) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2021. – № 3. – С. 12–20.
- Глинских Л. А., Никитенко Б. Л.* Представители рода Trochammina (Foraminifera) из средней юры арктических и бореальных районов // Палеонтологический журнал. – 2018. – № 3. – С. 3–9.
- Захаров В. А., Богомолов Ю. И., Ильина В. И.* и др. Бореальный зональный стандарт и биостратиграфия мезозоя Сибири // Геология и геофизика. – 1997. – Т. 38. – № 5. – С. 927–956.
- Киселев Д. Н.* Аммониты и инфразональная стратиграфия бореального и суббореального бата и келловоя. – М. : ГЕОС, 2022. – 667 с.
- Князев В. Г., Кутыгин Р. В., Меледина С. В.* Новая аммонитовая зональная шкала нижнего келловоя севера Сибири // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2010. – Т. 18. – № 4. – С. 45–64.
- Князев В. Г., Меледина С. В., Алифиров А. С.* Средний келловей Сибири: аммониты и зональное деление // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2020. – Т. 28. – № 3. – С. 63–81.
- Лутова З. В.* Стратиграфия и фораминиферы келловоя севера Средней Сибири. – М. : Наука, 1981. – 135 с.
- Меледина С. В.* Бореальная средняя юра России (аммониты и зональная стратиграфия байоса, бата и келловоя). – Новосибирск : Наука, 1994. – 184 с.
- Никитенко Б. Л.* Стратиграфия, палеогеография и биофации юры Сибири по микрофауне (фораминиферы и остракоды). – Новосибирск : Параллель, 2009. – 680 с.
- Никитенко Б. Л., Шурыгин Б. Н., Князев В. Г.* и др. Стратиграфия юры и мела Анабарского района (Арктическая Сибирь, побережье моря Лаптевых) и бореальный зональный стандарт // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54. – № 8. – С. 1047–1082.
- Практическое руководство по микрофауне СССР. Т. 5. Фораминиферы мезозоя. – Л. : Недра, 1991. – 375 с.
- Тесакова Е. М.* Позднебайосские и раннебатские остракоды Русской плиты. Ч. III. Роды Camptocythere Triebel и Procytheridea Peterson // Палеонтологический журнал. – 2018. – № 4. – С. 48–58.
- Унифицированная региональная стратиграфическая схема юрских отложений Восточно-Европейской платформы. Объяснительная записка. – М. : ПИН РАН – ФГУП «ВНИГНИ», 2012. – 64 с. : 14 л.
- Шурыгин Б. Н., Никитенко Б. Л., Девятов В. П.* и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000. – 476 с.
- Mitta V., Kostyleva V., Dzyuba O.* et al. Biostratigraphy and sedimentary settings of the Upper Bajocian-Lower Bathonian in the vicinity of Saratov (Central Russia) // Neues Jahrbuch für Geologie und Palaontologie. – 2014. – Vol. 271. – No. 1. – Pp. 95–121.
- Mitta V., Glinskikh L., Kostyleva V.* et al. Biostratigraphy and sedimentary settings of the Bajocian--Bathonian Beds of the Izhma River basin (European North of Russia) // Neues Jahrbuch für Geologie und Palaontologie. – 2015. – Vol. 277. – No. 3. – Pp. 307–335.

БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДОННЫХ ОСАДКОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ (КОЛОНКИ В34-95 И В34-110)

Е. Л. Грундан¹, Э. В. Саркисова¹, Н. А. Фрегатова², Ю. Ю. Юрченко¹, В. А. Рашидов³

¹ *Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского, Санкт-Петербург, Ekaterina_Grundan@vsegei.ru*

² *Санкт-Петербург*

³ *Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН, Петропавловск-Камчатский*

BIOSTRATIGRAPHIC CHARACTERISTIC OF THE SEDIMENT CORES (B34-95 AND B34-110) FROM THE SOUTHEASTERN PART OF THE SEA OF OKHOTSK

E. L. Grundan¹, E. V. Sarkisova¹, N. A. Fregatova², Yu. Yu. Yurchenko¹, V. A. Rashidov³

¹ *A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Ekaterina_Grundan@vsegei.ru*

² *St. Petersburg*

³ *Institute of Volcanology and Seismology, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Petropavlovsk-Kamchatsky*

Аннотация. В результате изучения фораминифер, радиолярий, диатомовых водорослей и силикофлагеллат из донных осадков Охотского моря вблизи северного окончания Курильской островной дуги (колонки В34-95 и В34-110) получены новые сведения о составе микрофоссилий и сделано предположение о возрасте вмещающих их отложений.

Ключевые слова. Биостратиграфия, диатомовые водоросли, силикофлагеллаты, радиолярии, фораминиферы, голоцен, неоплейстоцен, Охотское море.

Abstract. As a result of the study of foraminifers, radiolarians, diatoms, and silicoflagellates in the sediment cores B34-95 and B34-110 near the northern end of the Kuril Island Arc (the Sea of Okhotsk) new data on the microfossils assemblages were obtained and the Middle Neopleistocene – Holocene age of the sediments was inferred.

Key words. Biostratigraphy, diatoms, radiolarians, foraminifers, silicoflagellate, Holocene, Neopleistocene, the Sea of Okhotsk.

В рамках картографических работ по созданию Госгеолкарты-1000 (третье поколение) листа М-56 (Курильские острова (северная часть)) проведены микропалеонтологические исследования донных осадков юго-восточной части Охотского моря в районе северного окончания Курильской островной дуги.

Материалом для исследований послужили образцы из двух колонок, полученные в 34-м рейсе НИС «Вулканолог» в 1989 г. Осадки были отобраны прямоточными грунтовыми трубками ПГР-2 на станциях опробования В34-95 (координаты – 50°36 с. ш., 155°09,7 в. д.) и В34-110 (координаты – 50°31 с. ш., 155°18 в. д.) (рис. 1). Глубина моря в точке В34-95 составляет 1200 м и в точке В34-110 – 786 м; опробованы интервалы 262 см (24 образца) и 80 см (8 образцов) соответственно с взятием проб через 10 см. Пробоподготовка проведена в палеонтологической лаборатории Отдела стратиграфии и палеонтологии ВСЕГЕИ по стандартным методикам.

В колонке В34-95 (интервал 0–150 см) осадки представлены диатомовыми илами, содержащими остатки силикофлагеллат, эбриидей, радиолярий и спикулы губок (рис. 2). Цвет осадка золотисто-бежевый, серовато-бежевый, примесь терригенного материала минимальна. По-видимому, эти отложения формировались достаточно далеко от источника сноса, основным поступлением вещества являлись скелеты кремнистых организмов. Нижележащие породы в колонке В34-95 (интервал 150–267 см), а также в колонке В34-110 (интервал 0–80 см) представляют собой диатомовые алевропелиты серовато-зеленого цвета, примесь терригенного материала более высокая. Помимо кремнистых микрофоссилий, в обоих разрезах присутствуют раковины бентосных фораминифер (в колонке В34-110 их массовое скопление) и изредка остракод (рис. 2).

Фораминиферы. Для изучения фораминифер были исследованы 16 проб, по 8 проб из каждой колонки. В обоих разрезах сохранность материала хорошая, число раковин варьирует от единичных экземпляров до массового скопления. При общем таксономическом составе

выделенного комплекса, состоящего из 17 секретирующих видов, в изученных образцах различается количественное содержание раковин некоторых видов.

Доминантными видами в разрезах обеих колонок являются *Uvigerina peregrina magnocostata* (Saidova), *Criboelphidium batialis* (Saidova), *Nonion skaphum* (Fichtel et Moll), *Elphidium clavatum* Cushman. Менее представительны – *Globobulimina auriculata orbiculata* (Saidova) *Epistominella pacifica* (Cushman), *Chilostomellina fimbriata* (Cushman), *Valvulineria ochotica* Stshedrina (рис. 3).

В целом изученный комплекс фораминифер из колонок В34-95 и В34-110 является характерным для четвертичных отложений. Его виды-доминанты (такие как *Uvigerina peregrina magnocostata* и *Criboelphidium batialis*), по данным некоторых исследователей, типичны для верхнеплейстоценовых–голоценовых отложений.

Сравнительный анализ данного комплекса фораминифер с ранее изученным в юго-восточной части Охотского моря (34-й рейс НИС «Вулканолог», колонки В34-90 и В34-98) (Басов, Хусид, 1983а) выявил некоторое их различие в видовом и количественном составе. Общими являются только вид *Uvigerina peregrina* Cushman, определенный в нашем материале как *Uvigerina peregrina magnocostata* (Saidova), массовое скопление раковин которого отмечается почти во всех образцах, и вид *Valvulineria ochotica* Stshedrina, встречающийся в небольшом количестве. Учитывая различие видового состава фораминифер из довольно близко расположенных колонок опробования, трудно делать выводы о сходстве условий обитания этих бентосных сообществ. В публикациях по материалам из разреза В34-98 представлены результаты изучения численности, разнообразия и относительного содержания видов фораминифер на различных глубинах в верхнеплейстоценовых–голоценовых осадках, на основании которых выделяются климатические интервалы: межледниковый, дегляциации и ледниковый (Басов, Хусид, 1983а, 2002; Саидова, 1976, 1994; Хусид, Басов, 1999). Для более достоверных оценок возраста фораминифер из колонок В34-95 и В34-110, условий их обитания и отнесения к определенному климатическому интервалу сравнительных данных пока недостаточно.

Радиолярии изучены из 26 проб: 18 – из колонки В34-95 (интервал 40–267 см) и 8 – из В34-110 (интервал 0–80 см); в первой из них часты прослои с обильными остатками

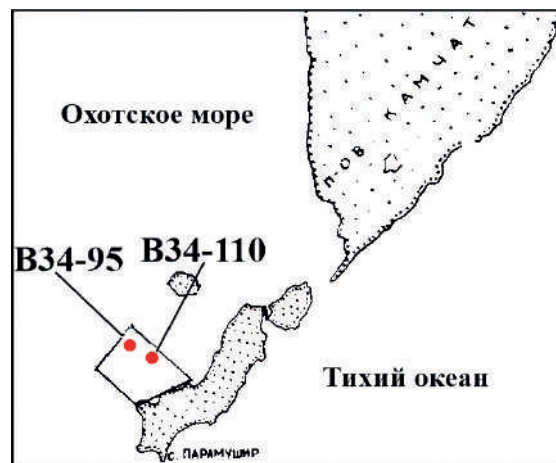


Рис. 1. Местоположение станций опробования

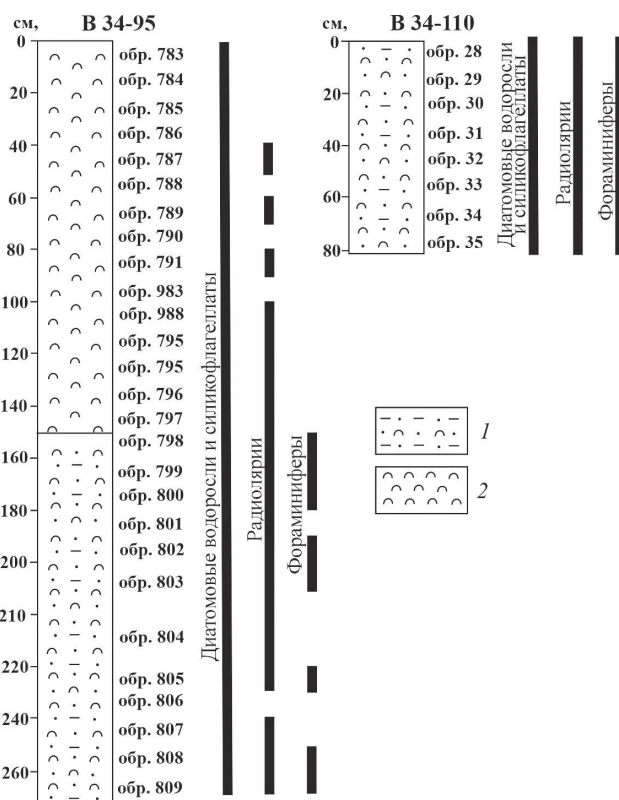


Рис. 2. Распространение микрофоссилий в донных осадках колонок В34-95 и В34-110:

1 – диатомовые алевролиты; 2 – диатомовые илы, диатомиты

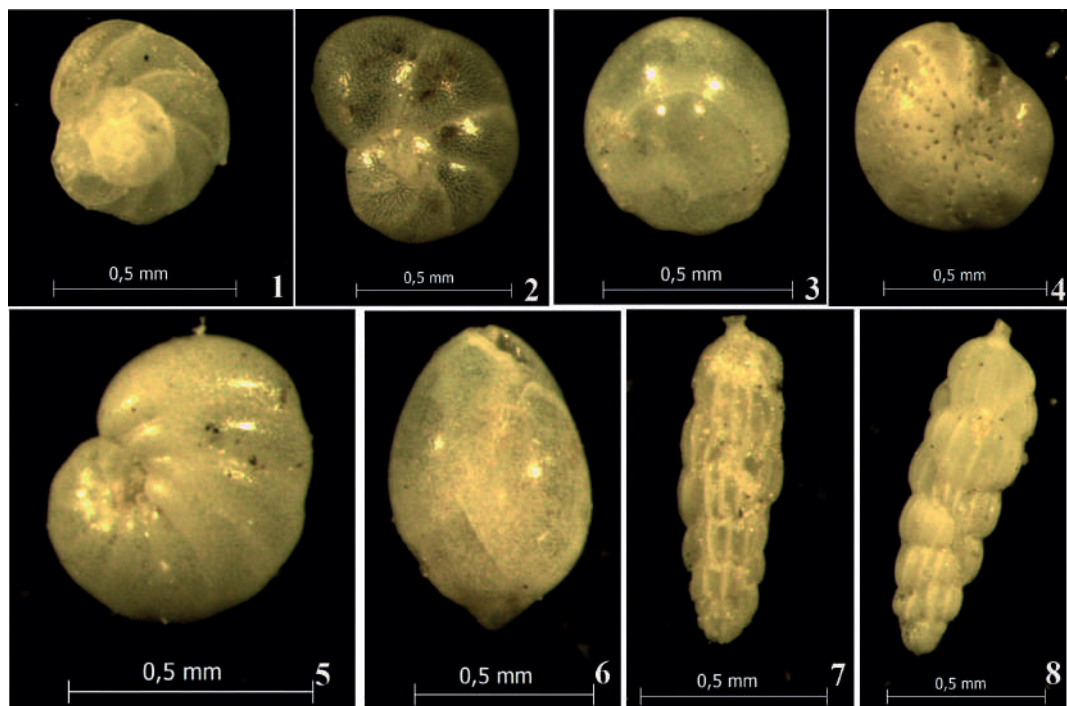


Рис. 3. Характерный комплекс фораминифер из донных осадков юго-восточной части Охотского моря:
 1 – *Epistominella pacifica* (Cushman); 2 – *Valvulineria ochotica* Stschedrina; 3 – *Chilostomellina fimbriata* Cushman; 4 – *Criboelphidium batialis* (Saidova); 5 – *Nonion scaphum* (Fitchel et Moll); 6 – *Globobulimina auriculata orbiculata* (Saidova); 7, 8 – *Uvigerina peregrina magnocostata* Saidova

радиолярий. Сохранность панцирей достаточно хорошая для идентификации их родовой и видовой принадлежности.

Из обоих разрезов было определено 28 видов, относящихся к 21 роду и 10 семействам (рис. 4). Характерно численное преобладание спумеллярий над населляриями, доминирование представителей семейства Spongodiscidae (рода *Spongotrochus*, *Stylochlamydidium*, *Stylotrichus*, *Schizodiscus*, *Spongodiscus*). Содержание колониальных радиолярий (рода *Collosphaera* и *Plegmosphaera*) невелико и существенного значения не имеет.

Большая часть ассоциации представлена видами-космополитами, такими как *Lithomitra arachnea* (Ehrenberg), *Cycladophora davisiana* Ehrenberg, *Spongotrochus glacialis* Popovsky, *Rhizoplegma boreale* (Cleve), *Lithomitra lineata* (Ehrenberg), *Actinomma delicatulum* Dogiel. Также встречаются эндемики бореальной зоны *Spongurus pylomaticus* Riedel borealis Kruglikova, *Tholospira* sp., *Ceratospyrus borealis* (Bailey), *Stylochlamydidium venustum* (Bailey).

Численность сообщества радиолярий изменяется по разрезам обеих колонок. Наибольшее их разнообразие наблюдается в интервалах 260–267 см (обр. 809) и 170–190 см (образцы 800, 801) колонки В-34-95, что может быть связано с периодом относительного потепления вод (Кругликова, 1977а). Кроме того, накопление биогенных (диатомовых) илов с примесью радиолярий и фораминифер может являться показателем межледниковья в осадконакоплении Охотского моря (Nurnberg, Tiedeman, 2004).

Хотя в изученной ассоциации радиолярий зональных видов не обнаружено, но присутствуют виды *Stylochlamydidium venustum* и *Spongodiscus* sp., имеющие датировочные уровни (Матуль, 2009). Это определяет положение интервала 40–267 см колонки В-34-95 и интервала 0–40 см колонки В-34-110 в пределах четвертичной системы не древнее 500 тыс. лет (нижний неоплейстоцен – голоцен; Стратиграфический кодекс..., 2019) и позволяет отнести отложения к верхней части зоны *Sylatractus universus* и зоне *Botryostrobilus aquilonaris* радиоляриевой зональной шкалы квартала для средне- и высокоширотных областей Тихого океана (Nigrini, Sanfilippo, 2001; Матуль, 2009).

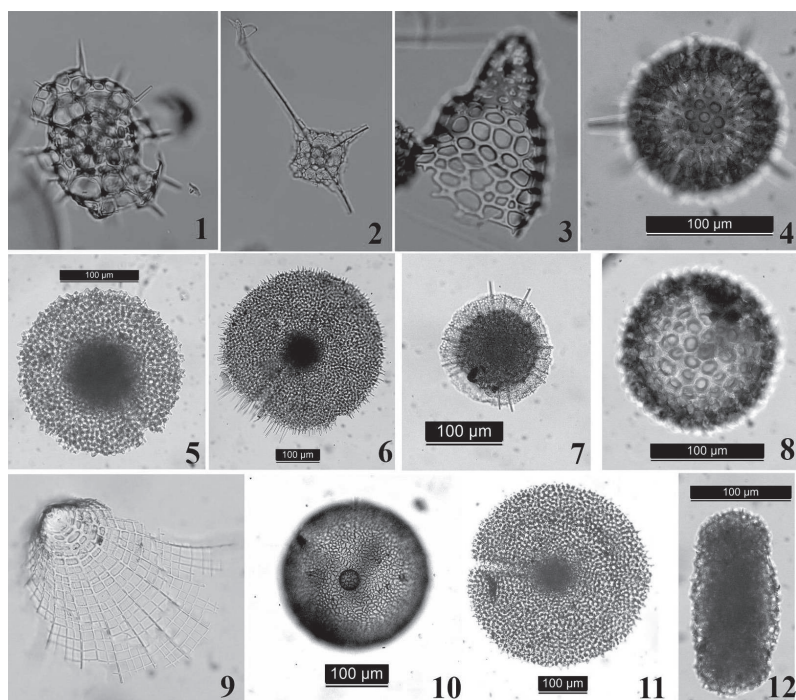


Рис. 4. Характерный комплекс радиолярий из донных осадков юго-восточной части Охотского моря:

1 – *Spirema haliomma* (Ehrenberg), обр. 809 (инт. отбора 260–267 см); 2 – *Rhizoplegma boreale* (Cleve), обр. 809 (инт. 260–267 см); 3 – *Cycladophora davisiana* Ehrenberg, обр. 30 (инт. отбора 20–30 см); 4 – *Actinomma delicatulum* Dogiel, обр. 809 (инт. 260–267 см); 5 – *Spongodiscus* sp., обр. 800 (инт. 170–180 см); 6 – *Schizodiscus* sp., обр. 801 (инт. 180–190 см); 7 – *Stylochlamidium venustum* (Bailey), обр. 804 (инт. 206–220 см); 8 – *Cenosphaera* sp. aff. *C. cristata* Haeckel, обр. 799 (инт. 160–170 см); 9 – *Litharachnium* cf. *tentorium* Haeckel, обр. 30 (инт. 60–70 см); 10 – *Plegmosphaera?* sp., обр. 796 (инт. 130–140 см); 11 – *Schizodiscus dissymmetricus* (Dogel) group, обр. 32 (инт. 40–50 см); 12 – *Spongurus pylomaticus* Riedel *borealis* Kruglikova, обр. 800 (инт. 170–180 см)

Диатомей и силикофлагеллаты были изучены из 32 проб: 24 – из колонки В34-95 и 8 – из В34-110. Панцири и створки диатомовых водорослей и скелеты силикофлагеллат имеют прекрасную сохранность.

Комплексы *диатомей* обеих колонок сходны по составу и разнообразию и различаются только по количественному соотношению видов. Они состоят преимущественно из океанических форм (50–70 %) при участии неритических (30–40 %) и небольшого числа бентосных. В колонке В34-95 число океанических видов значительно выше неритических, а бентосные встречаются единично, тогда как в колонке В34-110 содержание океанических видов незначительно превышает таковое неритических, а бентосных – достигает 10 % и более. Среди диатомовых водорослей доминируют *Shinodiscus latimarginatus* (Makarova) Alv., *Thalassiostrix longissima* Cleve et Grun., *Neodenticula seminae* (Sim. et Kanaya) Akiba et Yan., *Thalassiosira gravida* Cleve, *Actinocyclus curvatulus* Janisch., *A. ochotensis* A. P. Jousé, *Odontella aurita* (Lyngby) Agardh., субдоминатными видами являются *Chaetoceros* spp., *Coscinodiscus marginatus* Ehr., *Bacterosira bathyomphala* (Cleve) Syvert. et Hasle, *Thalassiosira eccentrica* (Ehr.) Cleve, *Th. anguste-lineata* (Schmidt) Fryx., *Rhizosolenia hebetate* f. *hiemalis* Bailey (рис. 5).

Приведенная ассоциация обычна для четвертичных и современных осадков Охотского моря (Черепанова, 1999; Цой, Шастина, 2005). Отсутствие в ней индексов зон нижней части среднего и раннего неоплейстоцена позволяет отнести весь комплекс к зоне *Neodenticula seminae* зональной диатомовой шкалы для Северо-Тихоокеанской области (приведена в работах: Цой, Шастина, 2005; Гладенков, 2007 и др.), имеющей возраст 0–0,3 млн лет (верхняя часть среднего неоплейстоцена – голоцен; Стратиграфический кодекс ..., 2019).

Силикофлагеллаты в обоих разрезах немногочисленны и представлены в основном видами *Distephanus speculum* (Ehr.) Haec. и *Distephanopsis octangulatus* (Wailes) Des. et Prema,

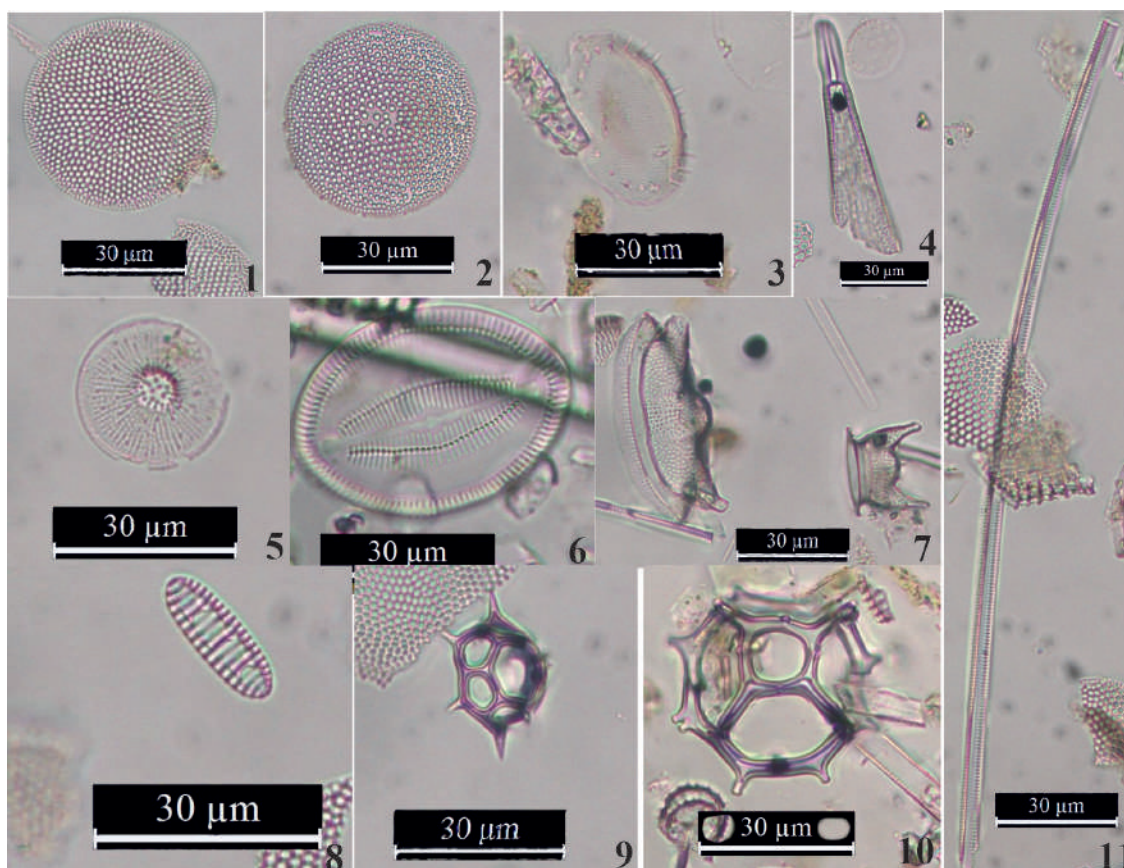


Рис. 5. Характерные комплексы диатомей и силикофлагеллат из донных осадков юго-восточной части Охотского моря:

1 – *Shinodiscus latimarginatus* (Makarova) Alv.; 2 – *Actinocyclus ochotensis* A. P. Jousé; 3 – *Thalassiosira nordenskiöldii* Cleve; 4 – *Rhizosolenia hebetate* f. *hiemalis* Bailey; 5 – *Bacterosira bathyomphala* (Cleve) Syvertsen; 6 – *Cocconeis vitrea* Brun; 7 – *Odontella aurita* (Lyngby) Agardh.; 8 – *Neodenticula seminae* (Sim. et Kanaya) Akiba et Yan.; 9 – *Distephanus speculum* (Ehr.) Haec.; 10 – *Distephanopsis octangulatus* (Wailles) Des. et Prema; 11 – *Thalassiotrix longissima* Cleve et Grun

находимыми в каждом образце. Подобное видовое однообразие характерно для высоких широт в позднеплиоцен-плейстоценовое время (Цой, Шастина, 2005). *Distephanopsis octangulatus* (Wailles) Des. et Prema является видом-индексом зоны силикофлагеллат (описание зонального комплекса приведено в работе И. Б. Цой, 2011) верхней части среднего неоплейстоцена – голоцена (Стратиграфический кодекс ... , 2019).

По результатам биостратиграфического анализа микрофоссилий из донных осадков Охотского моря (колонки В34-95 и В34-110) установлены характерные неоплейстоцен-голоценовые комплексы бентосных фораминифер и радиолярий. Выделенные зоны по диатомеям – *Neodenticula seminae* и по силикофлагеллатам – *Distephanopsis octangulatus* имеют возраст 0–0,3 млн лет, что соответствует верхней части среднего неоплейстоцена – голоцену (Стратиграфический кодекс ... , 2019). Таким образом, отложения изученных колонок можно рассматривать в интервале верхней части среднего неоплейстоцена – голоцена. Более детальное расчленение этих разрезов, выделение ледниковых и межледниковых циклов требует проведения широкого и детального палеогеографического анализа с привлечением данных по фораминиферам, радиоляриям и микрофитопланктону.

Работа выполнена в рамках создания комплекта Государственной геологической карты масштаба 1 : 1 000 000 листа М-56 – Курильские острова (северная часть) по государственному заданию Федерального агентства по недропользованию № 049-00009-18-01 от 28.02.2018 г.

Литература

- Басов И. А., Хусид Т. А.* Бентосные фораминиферы в осадках Охотского моря // Биология моря. – 1983а. – № 6. – С. 31–43.
- Басов И. А., Хусид Т. А.* Сообщества бентосных фораминифер последнего ледникового в юго-восточной части Охотского моря // Океанология. – 2002. – Т. 42. – № 4. – С. 592–599.
- Гладенков А. Ю.* Детальная стратиграфия и морские экосистемы позднего кайнозоя севера Тихоокеанского региона (по диатомеям) // Тр. Геологического ин-та. Вып. 571. – М. : ГЕОС, 2007. – 296 с.
- Кругликова С. Б.* Особенности распределения радиолярий в отложениях бореальной и субтропической зон Тихого океана в плейстоцене // Океанология. – 1977а. – Т. 17. – № 6. – С. 1055–1063.
- Кругликова С. Б.* Стратиграфическое расчленение четвертичных осадков океана по радиоляриям. Зональная биостратиграфия, датировочные уровни. // Неоген-четвертичная палеоокеанология по микропалеонтологическим данным. – М. : Наука, 1989. – С. 85–89.
- Матуль А. Г.* Четвертичная биостратиграфия и палеоокеанология Охотского моря и других субарктических районов. – М. : ГЕОС, 2009. – 182 с.
- Саидова Х. М.* Бентосные фораминиферы Мирового океана. – М. : Наука, 1976. – 160 с.
- Саидова Х. М.* Шельфовые сообщества фораминифер Охотского моря // Океанология. – 1994. – Т. 34. – № 6. – С. 867–872.
- Стратиграфический кодекс России. Издание третье, исправленное и дополненное. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2019. – 96 с.
- Хусид Т. А., Басов И. А.* Позднечетвертичная гидрологическая история Охотского моря по данным фораминифероанализа // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 1999. – Т. 7. – № 6. – С. 41–52.
- Цой И. Б., Шастина В. В.* Кайнозойский кремнистый микропланктон из отложений Охотского моря и Курило-Камчатского желоба. – Владивосток : Дальнаука, 2005. – 181 с.
- Цой И. Б.* Силикофлагеллаты кайнозоя Японского и Охотского морей и Курило-Камчатского желоба. – Владивосток : Дальнаука, 2011. – 226 с.
- Цой И. Б.* Условия формирования кайнозойского осадочного чехла Дальневосточных морей и островного склона Курило-Камчатского желоба (по микропалеонтологическим данным) // Дисс. д-ра геол.-минерал. наук. – Владивосток, 2012. – 360 с.
- Черепанова М. В.* Диатомовые комплексы и корреляция четвертичных отложений северо-западной части Тихого океана // Дисс. канд. геол.-минерал. наук. – Владивосток, 1999. – 209 с.
- Abelmann A., Nimmergu A.* Radiolarians in the Sea of Okhotsk and their ecological implication for paleoenvironmental reconstructions // Deep-Sea Research II. – 2005. – Vol. 52. – Pp. 2302–2331.
- Nigrini C., Sanfilippo A.* Cenozoic radiolarian stratigraphy for low and middle latitudes with descriptions of biomarkers and stratigraphically useful species // ODP Technical Note. – 2001. – No. 27.
- Nürnberg D., Tiedemann R.* Environmental change in the Sea of Okhotsk during the last 1.1 million years // Paleooceanography. – 2004. – Vol. 19 (4). – PA4011. – DOI:10.1029/2004PA001023

КОМПЛЕКСНАЯ БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСАДОЧНОГО ЧЕХЛА ОХОТСКОГО МОРЯ (МАГАДАНСКИЙ ШЕЛЬФ)

Т. В. Дмитриева¹, О. В. Кочубей¹, Е. Ю. Мещерякова¹, А. В. Данилова²,
О. В. Аркадьева³, Т. В. Орешкина⁴

¹ Санкт-Петербургский филиал ФГБУ «ВНИГНИ», Санкт-Петербург,
dmitrievatv_ds@mail.ru, slavyanskok@yandex.ru, kotya101@mail.ru

² ФГБУ «ВНИИОкеангеология», Санкт-Петербург, andanilova@gmail.com

³ АО «ВНИГРИ-Геологоразведка», Санкт-Петербург, olar_@mail.ru

⁴ Геологический институт РАН, Москва, tanya.oreshkina@gmail.com

COMPLEX BIOSTRATIGRAPHIC CHARACTERISTICS OF THE SEDIMENTARY COVER OF THE OKHOTSK SEA (MAGADAN SHELF)

T. V. Dmitrieva¹, O. V. Kochubey¹, E. Yu. Meshcheryakova¹, A. V. Danilova²,
O. V. Arkadeva³, T. V. Oreshkina⁴

¹ FGBU «VNIGNI», St. Petersburg Branch, St. Petersburg,

dmitrievatv_ds@mail.ru, slavyanskok@yandex.ru, kotya101@mail.ru

² FGBU «VNIIOkeangeologia», St. Petersburg, andanilova@gmail.com

³ JSC «VNIGRI-Geologorazvedka», St. Petersburg, olar_@mail.ru

⁴ Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, tanya.oreshkina@gmail.com

Аннотация. По результатам комплексных микропалеонтологических исследований (фораминифер, спор, пыльцы, диноцист и диатомовых водорослей) обоснован палеоцен-плиоценовый возраст отложений, вскрытых скважинами Дукчинская-1 и Ульбериканская-1 на Магаданском шельфе Охотского моря.

Ключевые слова. Фораминиферы, споры, пыльца, цисты динофлагеллат, диатомовые водоросли, палеоцен-плиоценовые отложения, Магаданский шельф, Охотское море.

Abstract. Based on the results of complex micropaleontological studies (foraminifera, spores, pollen, dinocysts and diatoms), the Paleocene-Pliocene age of sediments uncovered by the wells Dukchinskaya-1 and Ulberikanskaya-1 on the Magadan shelf of the Sea of Okhotsk has been substantiated.

Key words. Foraminifera, spores, pollen, dinoflagellate cysts, diatoms, Paleocene-Pliocene deposits, Magadan shelf, Ochotsk Sea.

Биостратиграфические исследования на Магаданском шельфе Охотского моря начались в середине 1980-х годов, когда была пробурена первая параметрическая скв. Магаданская-1 (Шаинян и др., 1989). В 2016 г. ПАО «НК «Роснефть» совместно с норвежской компанией «Статойл» пробурили две поисково-разведочные скважины – Дукчинская-1 и Ульбериканская-1. В результате комплексного изучения микрофоссилий из кайнозойских отложений, вскрытых этими скважинами, получены новые уникальные данные о палеонтологической характеристике и стратификации разрезов, что существенно дополнило представление о строении осадочного чехла северной части Охотского моря.

Скважинами вскрыты отложения от палеоцена?–эоцена до плиоцена, наиболее полный разрез представлен в скв. Дукчинская-1 (рисунок).

Палеоцен?–эоценовые отложения в разрезе скв. Дукчинская-1 охарактеризованы палиноассоциацией Pinaceae, Betulaceae, Ulmoidepites, Palmae. В спектрах присутствуют широко распространенные термофильные покрытосеменные палеоцена–эоцена – *Palmae* и *Ulmoidepites*, а также пыльца стеммы Normopollis, наиболее характерная для отложений верхнего мела – нижнего палеоцена. В составе голосеменных представлен род *Tsuga*, который является постоянным компонентом пыльцевых спектров, начиная с эоцена (Брутман, 1986). По особенностям таксономического состава ассоциация сопоставима с комплексами из верхнепалеоценовых–эоценовых отложений различных регионов Дальнего Востока России (Брутман, 1986; Гладенков и др., 1997; Маргулис и др., 2011). Обнаруженные единичные динофлагеллаты родов *Leptodinium*, *Batiacasphaera*, *Cerodinium* также распространены в палеоцен-эоценовых отложениях многих регионов Дальнего Востока (Запорожец и др., 2015; Matsuoka, Bujak, 1988).

Выше в этом разрезе залегают, вероятно, нижнеэоценовые отложения, содержащие палиноспектры резко обедненные, вплоть до исчезновения палиноморф. В них незначительно доминирует пыльца голосеменных. Микрофитопланктон представлен единичными диноцистами *Lejeunecysta* sp. и *Thalassiphora* sp., последняя известна с позднего мела, но в отложениях Дальнего Востока была наиболее распространена в палеоэоценовое и эоценовое время (Запорожец и др., 2015; Matsuoka et al., 1988). Столь резкое обеднение комплекса может быть вызвано сменой условий осадконакопления. В восточных районах России (Камчатка, Корякское нагорье, Сахалин и Курильские острова) «на это время приходится, видимо, значительная эрозия, и в регионе отмечаются лишь редкие образования, в основном континентального происхождения с неясным нижним и несогласным верхним контактами. К ним, вероятно, относятся базальты, андезиты и дациты кахтанинской толщи. Помимо этого, они местами представлены угленосными песчаниками» (Решения ... , 1998, с. 32). В подобных условиях захоронение и сохранение палиноморф, как и других органических остатков, было затруднено. Положение в разрезе изученных отложений косвенно свидетельствует в пользу их раннеэоценового возраста.

Средне-верхнеэоценовые отложения в разрезе скв. Дукчинская-1 установлены по спорово-пыльцевой ассоциации с *Alnus*, *Pinaceae*, *Betulaceae*, *Juglandaceae*, *Triporopollenites*, которая по высокому содержанию пыльцы покрытосеменных, разнообразию термофильных элементов, присутствию реликтовых форм сопоставима со средне- и позднеэоценовыми комплексами Западной Камчатки (Решения ... , 1998; Опорный разрез ... , 2018), скв. Центральная-1 (Маргулис и др., 2011), а также с эоценовым музьяминским комплексом северо-западных районов Северного Сахалина (Брутман, 1986).

Выше вскрывается неогеновая часть разреза, представленная миоценовыми и плиоценовыми образованиями. По палеонтологическим данным нахождение отложений олигоцена в скважинах не подтверждено.

Нижнемиоценовые отложения в разрезе скв. Дукчинская-1 охарактеризованы фораминиферовой зоной *Pseudoelphidiella subcarinata*, прослеживаемой в разрезах Западной и Восточной Камчатки, Северо-Восточного Сахалина и всего Охотоморского шельфа (Дмитриева, 2007; Жаров и др., 2013; Практическое ... , 2005 и др.). Присутствие в ее комплексе шельфового тепловодного вида *Porosorotalia tumiensis* Volosh. свидетельствует о начале потепления климата в раннем миоцене. В этом интервалервале выделяются две ассоциации со спорами и пыльцой. Первая – с *Pinaceae*, *Betulaceae*, *Alnus*, *Myrica*, по таксономическому составу сопоставима с комплексом *Pinaceae*, *Tsuga*, *Taxodiaceae*, *Betula*, *Alnus*, *Myrica* нижнего миоцена (Решения ... , 1998). В скв. Ульбериканская-1 прямого аналога первой ассоциацией не выявлено, однако в интервале 1527–1656 м присутствуют близкие по составу спектры. Вторая – с *Alnus*, *Pinus*, *Juglandaceae* имеет общие черты с переходными палинокомплексами нижнего–среднего миоцена разрезов Западной Камчатки, Сахалина и Северного Приохотья, а также с зональными комплексами среднего миоцена в Дальневосточном регионе (Решения ... , 1998). В разрезе скв. Ульбериканская-1 подобная палинологическая ассоциация не выявлена.

В интервале 1385–1390 м скв. Дукчинская-1 произошло резкое изменение составов палеонтологических комплексов, обусловленное региональными событиями на рубеже раннего и среднего миоцена. Данный уровень по многим характеристикам (геологической, литологической, геофизической, палеонтологической) является наиболее коррелятивным в Охотоморском регионе. В скв. Ульбериканская-1 этот уровень прослеживается на глубине 1522 м.

Среднемиоценовые отложения в разрезах обеих скважин устанавливаются достаточно уверенно. В скв. Дукчинская-1 они обоснованы фораминиферами зоны *Martinottiella communis* – *Spirosigmoilinella compressa*, прослеживаемой в разрезах Западной Камчатки, Северного Сахалина и Охотоморского шельфа, а в отложениях, вскрытых скв. Ульбериканская-1, дополняется еще и фауной зоны *Harporhagmoides impressus* – *Islandiella exavata* (Дмитриева, 2007; Жаров и др., 2013; Практическое ... , 2005 и др.). На этом уровне в разрезе скв. Дукчинская-1 выделена палиноассоциация с *Pinaceae*, *Pinus*, *Tsuga*, *Taxodiaceae*, *Alnus*, *Betula*, сопоставимая с зональными комплексами среднего миоцена Западной Камчатки и Сахалина (Решения ... , 1998).

Возраст **верхнемиоценовых отложений** обоснован находками диатомовых водорослей, фораминифер, спор, пыльцевых зерен и диноцист.

В разрезе скв. Дукчинская-1 на основании присутствия ряда реперных видов диатомовых водорослей отложения в интервале 1000–1040 м отнесены к нерасчлененному верхнему миоцену. Выше по разрезу (интервал 980–900 м) установлена верхнемиоценовая подзона «а» зоны *Neodenticula kamtschatica*. Этот же уровень установлен в скв. Ульбериканская-1 (интервал 720–770 м), а также по пробе шлама сейсмосерии А скв. Магаданская-1 в интервале 700–930 м (Шаинян и др., 1989).

По фораминиферам в скважинах Дукчинская-1 и Ульбериканская-1 выделены слои с *Narphragmoides impressus*, в которых количественно преобладают агглютинирующие виды рода *Narphragmoides* (*N. impressus* Volosh. и др.); единичные секретирующие фораминиферы представлены шельфовыми формами. Такой комплекс характерен для верхнемиоценовых отложений северо-восточного Сахалинского и Магаданского (скв. Магаданская-1) шельфов Охотского моря (Волошинова и др., 1973; Жаров и др., 2013; Шаинян и др., 1989). Его отличие от одновозрастных ассоциаций Западной Камчатки (Дмитриева, 2007; Практическое ..., 2005) является фациальным. В скв. Ульбериканская-1 ассоциация фораминифер обнаружена совместно с диатомеями позднего миоцена.

Палиноассоциация с *Picea*, *Pinus*, *Tsuga*, *Alnus*, *Betula*, *Ericaceae* из разреза скв. Дукчинская-1 (интервал 900–1270 м) сопоставима с зональными комплексами верхнего миоцена Западной Камчатки и Сахалина (Решения ..., 1998). Сходные по составу спектры обнаружены и в отложениях позднего миоцена, вскрытых скв. Ульбериканская-1: *Picea*, *Pinus*, *Tsuga*, *Abies*, *Alnus*, *Ericaceae* (интервал 1210–1380 м) и *Picea*, *Pinus*, *Abies*, *Alnus*, *Betulaceae*, *Ericaceae* (интервал 720–1180 м).

В интервале 762–1230 м скв. Дукчинская-1 прослежена ассоциация диноцист с *Filisphaera filifera*. В скв. Ульбериканская-1 похожий состав цист динофлагеллат отмечен в интервале 270–1180 м.

Нахождение **плиоценовых отложений** в разрезах скважин установлено по результатам изучения диатомовых водорослей, спорово-пыльцевых комплексов, диноцист и фораминифер.

По диатомеям в разрезе скв. Дукчинская-1 (интервал 820–890 м) выделена подзона «б» зоны *Neodenticula kamtschatica* по появлению реперного вида *Thalassiosira oestrupii* (Ostenfeld) Hasle, синхронного в Северо-Тихоокеанском регионе (Barron et al., 1995). Данному биособытию на границе миоцена и плиоцена сопутствует появление *Thalassiosira jouseae* Akiba, а присутствие крупных толстостенных створок *Nitzschia* sp. A, вероятно, связано с распреснением вод сублиторальной зоны. Этот уровень прослеживается и в скв. Ульбериканская-1 (интервал 600–690 м), и в скв. Магаданская-1 (интервал 500–700 м).

В интервале 762–810 м скв. Дукчинская-1 установлена нижняя граница зоны плиоцена *Neodenticula kamtschatica* – *Neodenticula koizumii* по появлению единичных створок *N. koizumii* Akiba et Yanagisawa. В скв. Магаданская-1 этот уровень прослежен в интервале 350–500 м, а в скв. Ульбериканская-1 – в интервале 420–570 м. Данной зоне в разрезе скв. Дукчинская-1 соответствуют слои с *Islandiella* spp., содержащие единичные экземпляры *I. kasiwazakiensis* (Husezima et Maruhazi) и *I. terelis* (Tappan). В этой же скважине (интервал 762–890 м) выявлены палинокомплекс с *Picea*, *Pinus*, *Alnus*, *Alnaster*, *Salix*, *Ericaceae*, сопоставимый с зональным комплексом плиоцен-плейстоцена Западной Камчатки (Решения ..., 1998), а также ассоциация диноцист с *Filisphaera filifera*. Похожие палинокомплекс и ассоциация с диноцистами прослежены и в скв. Ульбериканская-1.

Результаты проведенных биостратиграфических исследований значительно детализируют и уточняют информацию о строении и стратификации осадочного чехла северной части шельфа Охотского моря. Существующие сведения о смене микропалеонтологических сообществ палеогена и неогена в сложных разнофациальных разрезах Охотоморского региона свидетельствуют об отсутствии олигоценых отложений в изученных скважинах Магаданского шельфа.

Литература

- Брутман Н. Я. Палинostrатиграфия палеоген-неогеновых отложений Сахалинской нефтегазоносной области // Дисс. канд. геол.-минерал. наук. – Оха-на-Сахалине, 1986. – 223 с.
- Гладенков Ю. Б., Шанцер А. Е., Челебаева А. И. и др. Нижний палеоген Западной Камчатки (стратиграфия, палеогеография, геологические события) // Тр. ГИН РАН. Вып. 488. – М.: ГЕОС, 1997. – 367 с.
- Дмитриева Т. В. Зональная шкала по бентосным фораминиферам продуктивных отложений палеогена и неогена Охотской нефтегазоносной провинции // Стратиграфия и ее роль в развитии нефтегазового комплекса России. – СПб.: ВНИГРИ, 2007. – С. 376–395.
- Жаров А. Э., Митрофанова Л. И., Тузов В. П. Стратиграфия кайнозойских отложений шельфа Северного Сахалина // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2013. – Т. 21. – № 5. – С. 72–93.
- Запорожец Н. И., Ахметьев М. А., Витухин Д. И. и др. Шкала морского нижнего палеогена Западной Камчатки (Тигильский район) по диноцистам // Бюлл. МОИП. Отдел геологический. – 2015. – Т. 90. – Вып. 1. – С. 18–41.
- Маргулис Л. С., Агапатов Д. Д., Маргулис Е. А. и др. Первые данные о кайнозойском разрезе Чукотского шельфа Берингова моря // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2011. – Т. 19. – № 2. – С. 103–114.
- Опорный разрез кайнозоя Западно-Камчатской структурно-формационной зоны / Ю. Б. Гладенков, А. Ю. Гладенков, С. И. Бордунов, В. Д. Чехович, Г. Н. Александрова и др. – М.: Геокарт; ГЕОС, 2018. – 202 с.
- Практическое руководство по микрофауне. Т. 8. Фораминиферы кайнозоя. Западная Камчатка. Ичинский опорный разрез / ред. Т. В. Дмитриева. – СПб.: ВСЕГЕИ, 2005. – С. 155–160.
- Решения рабочих межведомственных региональных стратиграфических совещаний по палеогену и неогену восточных районов России – Камчатки, Корякского нагорья, Сахалина и Курильских островов // Объяснительная записка к стратиграфическим схемам. – М.: ГЕОС, 1998. – 147 с.
- Шапнян С. Х., Большаков А. К., Большакова Р. А. и др. Стратиграфия кайнозойских образований Северо-Охотского прогиба по био- и сейсмостратиграфическим данным // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1989. – № 4. – С. 23–33.
- Barron J. A., Gladenkov A. Y. Early Miocene to Pleistocene diatom biostratigraphy of leg 145 / eds. D. K. Rea et al. // Proceedings of the Ocean Drilling Program. Sci. Results. College Station TX. – 1995. – Vol. 145. – Pp. 3–19.
- Matsuoka K., Bujak J. P. Cenozoic Dinoflagellate cysts from the Navarin Basin, Norton Sound and St. George Basin, Bering Sea // Bulletin of Faculty of Liberal Arts, Nagasaki University (Natural Science). – 1988. – Vol. 29 (1). – 147 p.

МИКРОФОССИЛИИ В ОСАДКАХ КОЛОНКИ АМК-6150 КАК ИНДИКАТОРЫ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ В РАЙОНЕ ХРЕБТА КНИПОВИЧА (НОРВЕЖСКОЕ МОРЕ) В ГОЛОЦЕНЕ

Т. С. Ключевиткина¹, Е. А. Агафонова², Е. А. Новичкова², Л. А. Лозинская², М. П. Чеховская²,
А. Г. Матуль², М. Д. Кравчишина²

¹ Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, t.klyuvitkina@mail.ru

² Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва

MICROFOSSILS IN THE CORE AMK-6150 AS INDICATORS OF HOLOCENE ENVIRONMENTS IN THE KNIPOVICH RIDGE REGION (NORWEGIAN SEA)

T. S. Klyuvitkina¹, E. A. Agafonova², E. A. Novichkova², L. A. Lozinskaia², M. P. Chekhovskaya²,
A. G. Matul², M. D. Kravchishina²

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, t.klyuvitkina@mail.ru

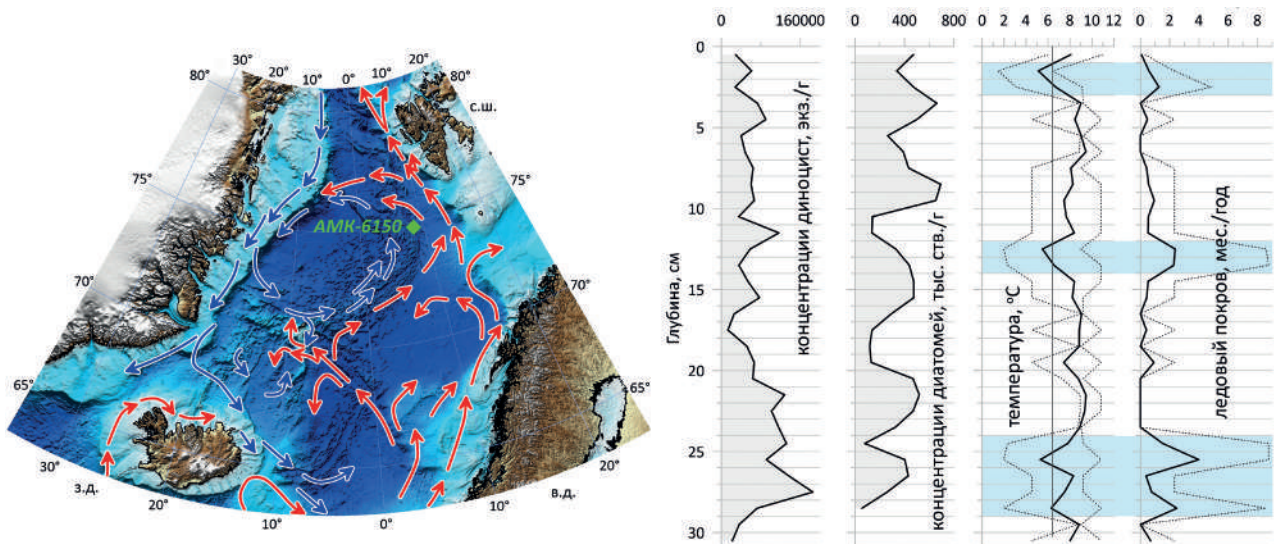
² Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow

Аннотация. С целью реконструкции климатических событий последних тысячелетий выполнен микропалеонтологический анализ осадков колонки АМК-6150, отобранной в северо-восточной части Норвежско-Гренландского бассейна с глубины моря 3013 м. Результаты реконструкций, основанные на смене таксономического состава ассоциаций микрофоссилий, указывают на неоднократные смены морских природных условий во время накопления осадков

Ключевые слова. Норвежское море, палеорекострукции, голоцен, диатомовые водоросли, цисты динофлагеллат, фораминиферы.

Abstract. Microfossils were studied in the sediment core AMK-6150 collected in the northeastern part of the Norwegian-Greenland basin from a sea depth of 3013 m in order to reconstruct Holocene sea-surface conditions. The results show different types of marine conditions that have changed during the sedimentation.

Key words. The Norwegian Sea, paleoreconstruction, Holocene, diatoms, dinoflagellate cysts, foraminifers.



Местоположение колонки АМК-6150 (красными и синими стрелками показаны теплые и холодные течения соответственно (по Blindheim, Rey, 2004)), общая концентрации микроводорослей и реконструированные по диноцистам средняя летняя температура поверхностных вод и продолжительность ледового покрова

Сплошная линия на графиках реконструкций показывает среднее, наиболее вероятное значение, пунктиром ограничен доверительный интервал. Серая вертикальная линия обозначает современную среднюю летнюю температуру поверхностных вод в точке отбора колонки (~ 6,3 °С); цветом выделены интервалы, осадки в которых накапливались, вероятно, в эпохи относительных похолоданий

Норвежско-Гренландский регион играет ключевую роль в формировании климата всего Северного полушария. Через пролив Фрама идет постоянный водообмен: на юг с Восточно-Гренландским течением выносятся холодные полярные водные массы, а на север с Норвежским поступают относительно теплые и соленые воды. Здесь проходят Полярный и Арктический фронты, которые в прошлом неоднократно меняли свое положение, реагируя на изменения глобального и регионального климата. Для понимания современных климатических процессов в океане необходим детальный анализ изменений природных условий в прошлом. Одним из самых точных способов восстановить историю морской среды и климата считаются микропалеонтологические методы.

В работе представлены первые результаты комплексного микропалеонтологического (цисты динофлагеллат, диатомовые водоросли, планктонные и бентосные фораминиферы) анализа осадков колонки АМК-6150 (74°46,813' с. ш., 08°26,052' в. д.), полученной в северо-восточной части Норвежско-Гренландского бассейна на 75-м рейсе НИС «Академик Мстислав Келдыш» (2019 г.) с помощью мультикорера Mini Muc К/МТ 410. Колонка длиной 31 см отбрана у восточного подножья хр. Книповича с глубины моря 3013 м (рисунок). Осадки представлены в основном алевритистым илом темно-коричневых оттенков. Образцы для изучения микрофоссилий отбирались с интервалом 1 см. Всего изучен 31 образец. Перед химической и механической обработкой все пробы были высушены в лиофильной сушилке ALPHA 1–4 LDplus Martin Christ.

Химическая обработка проб на анализ диноцист осуществлялась по общепринятой палинологической методике. Для растворения карбонатов и кремнесодержащих частиц использовались соляная и фтористоводородная кислоты. Для удаления из образцов пелитовых частиц препараты фильтровались через сито с диаметром пор 7–10 мкм. В каждом образце насчитывалось более 300 диноцист. Подготовка образцов для диатомового анализа заключалась в термической обработке осадка в 10 % растворе перекиси водорода (H₂O₂) и последующей декантации дистиллированной водой. В составе диатомовых ассоциаций насчитывалось 300–400 створок. Для анализа бентосных и планктонных фораминифер взвешенный осадок

фильтровался через сито фракции > 0,063 мм (бентос) или > 0,1 мм (планктон). В препаратах насчитывали, как правило, 250–350 микрофоссилий.

Анализ фораминифер. Предварительные данные о составе планктонных и бентосных фораминифер показали, что в интервале 31–23 см наблюдаются повышенные содержания бентосного вида *Oridorsalis umbonatus* Reuss, 1851 и агглютинированных таксонов, что указывает на условия с низким потоком органических частиц, холодные обстановки и отсутствие придонных течений (Struck, 1997). Рост численности и разнообразия фораминифер в интервале 23–0 см, смена доминантов и появление ряда малочисленных видов, вероятно, свидетельствуют об изменении условий осадконакопления, связанные с началом поступления значительного количества органического вещества совместно с теплыми водами североатлантического происхождения.

Анализ диноцист. Осадки колонки характеризуются абсолютным преобладанием цист динофлагеллат в составе органических микроводорослей. Концентрации диноцист варьируют от 13 до 185 тыс./г сухого осадка, их содержание максимально в нижней части колонки, а вверх по разрезу в целом снижается. Всего идентифицировано 20 видов и видовых групп. Преобладают виды, характерные для послеледниковых и голоценовых осадков Западной Арктики и Северной Атлантики (Zonneveld et al., 2013 и др.). Более 75 % в составе ассоциаций во всех пробах занимает *Operculodinium centrocarpum* Wall and Dale (1966), типичный для северо-восточной части Атлантики и Норвежского моря (Rochon et al., 1999; Zonneveld et al., 2013). Заметную роль в ассоциациях (до 10 %) играет космополитный *Nematosphaeropsis labyrinthus* (Ostenfeld, 1903) Reid, 1974. Абсолютное преобладание *O. centrocarpum* над *N. labyrinthus* – характерная черта среднего и позднего голоцена Норвежско-Гренландского бассейна. Данные по диноцистам из ряда колонок, изученных в этом регионе, показывают, что ранний голоцен характеризовался обратной картиной, т. е. преобладанием *N. labyrinthus* в составе ассоциаций. Смена доминант произошла около 6–7 тыс. лет назад (Van Nieuwenhove et al., 2016), следовательно, возраст осадков колонки АМК-6150, по-видимому, не превышает 7 тыс. лет.

Кроме *O. centrocarpum* и *N. labyrinthus*, в осадках колонки присутствуют *Impagidinium pallidum* Bujak, 1984, *I. sphaericum* (Wall, 1967) Lentin and Williams, 1981, *Spiniferites mirabilis* (Rossignol, 1964) Sarjeant, 1970, *S. elongatus* Reid, 1974, *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg, 1838) Mantell, 1854, *Bitectatodinium tepikiense* Wilson, 1973, *Islandinium minutum* (Harland, Reid in Harland et al., 1980) Head et al., 2001, *Brigantedinium* spp. и др.

В нижней части колонки, на глубинах 31–24 см, в составе диноцист повышено содержание холодноводных *I. pallidum* и *S. elongatus*. В современных осадках они широко распространены в высоких широтах. *I. pallidum* достигает 40 % в ассоциациях диноцист Гренландского моря (Rochon et al., 1999), также обилен в зоне полярного фронта (Zonneveld et al., 2013). *S. elongatus* прекрасно адаптирован к ледовым, арктическим условиям, встречается во фьордах Шпицбергена (Grøsfjeld et al., 2009) и повсеместно в Баренцевом море (Zonneveld et al., 2013; de Vernal et al., 2020). Содержание тепловодных видов в этом интервале минимально. Это может свидетельствовать о том, что осадконакопление шло в условиях низких температур поверхностных вод и близости сезонного морского льда.

Существенная смена условий осадконакопления, судя по ассоциациям диноцист, происходит на глубине 24 см. Она выражается в резком, практически до нуля, снижении содержания *I. pallidum* и *S. elongatus*, при этом в составе ассоциаций возрастает роль *I. sphaericum*, *S. ramosus* и *S. mirabilis*, который можно считать относительно тепловодным для Норвежско-Гренландского региона, он широко распространен в умеренных и экваториальных районах Атлантики. *S. ramosus* может присутствовать в морских осадках от субполярных до экваториальных регионов, при этом его распределение ограничено зонами полярных фронтов. Можно предположить, что такой комплекс диноцист формировался в условиях относительного повышения температуры и солености поверхностных вод и, возможно, при некотором усилении влияния Норвежского течения.

Выше по разрезу, в коротком интервале осадков 14–12 см, снова увеличивается число холодноводных видов. Содержание *I. pallidum* возрастает до 8,8 %, при этом *S. ramosus*, *I. sphaericum* и *S. mirabilis* практически исчезают. По-видимому, осадки в этом интервале накапливались во время эпизода похолодания, усиления влияния арктических водных масс.

Выше 12 см находится интервал, в котором происходят резкие, скачкообразные изменения концентраций индикаторных видов, указывающие, предположительно, на короткие и быстрые смены условий осадконакопления.

В самой верхней части колонки опять можно наблюдать смену комплексов цист динофлагеллат: в коротком интервале глубин 1–3 см заметно снижаются их концентрации, а в составе ассоциаций появляются, хоть и в небольших количествах (до 1 % либо единично), типичные арктические виды *Islandinium minutum* и *Brigantedinium* sp., не встречающиеся в других частях керна. Вид *I. minutum* – самый распространенный в осадках шельфовых морей Арктики, его содержание часто достигает 97 %. В районах, где температура поверхностных вод зимой опускается ниже 0 °С, а летом ниже 5 °С, *I. minutum* отмечается в количествах свыше 10 % (Zonneveld et al., 2013). *I. minutum* и *Brigantedinium* sp. распространены в осадках вдоль восточного побережья Гренландии, а также во фьордах Шпицбергена (Grøsfjeld et al., 2009; Zonneveld et al., 2013). Кроме того, в данном интервале осадков нашей колонки снова возрастает количество *I. pallidum* (до 6,1 %) и *S. elongatus* (до 1,8 %), однако содержание *S. ramosus* и *S. mirabilis* при этом существенно не меняется. Таким образом, комплекс диноцист в интервале 1–3 см может указывать на похолодание в период формирования осадков, связанное, по-видимому, с влиянием арктических вод в месте взятия колонки.

Диатомовый анализ. Суммарные концентрации диатомовых водорослей изменяются от 55 до 693 тыс. ств./г сухого осадка, в целом увеличиваясь снизу вверх. Всего идентифицировано 54 вида, из них – 38 морских неритических и панталасных, 9 – морских сублиторальных и 7 – пресноводных. Среди неритических и панталасных видов выделены относительно тепловодные *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg, 1840, *C. asteromphalus* Ehrenberg, 1840, *Shionodiscus oestrupii* (Ostenfeld) Alverson, Kang, Theriot, 2006, *Asteromphalus brookei* var. *robustus* (Castracane) Rattray, 1890 и другие и холодноводные *Thalassiosira baltica* (Grunow) Ostenfeld, 1901, *T. eccentrica* (Ehrenberg) Cleve, 1904, *Fragilariopsis atlantica* Paasche, 1961 и др. Особое внимание уделялось ледово-морским видам *Attheya septentrionalis* (Østrup) R. M. Crawford, 1994 и *Fragilariopsis oceanica* (Cleve) Hasle, 1965, связанным с морским льдом на протяжении по крайней мере части своего жизненного цикла (Усачев, 1949; Horner, 1989), а также ледово-неритическим видам *Porosira glacialis* (Grunow) Jørgensen, 1905, *Thalassiosira nordenskiöldii* Cleve, 1873, *Bacterosira bathyomphala* (Cleve) Syvertsen, Hasle 1993, *Rhizosolenia hebetata* f. *hebetata* Bailey, 1856 и другие, которые развиваются в фитопланктоне краевой ледовой зоны при температурах, близких 0 °С или ниже (Horner, 1989; von Quillfeldt, 1997; Полякова и др., 2021).

В нижней части колонки, в интервале 29–24 см, концентрации диатомей варьируют от 55 до 430 тыс. ств./г, а их ассоциации насчитывают 21 вид. Доля сублиторальных видов уменьшается снизу вверх с 14,3 до 2,2 %. В трех образцах на глубинах 28–25 см обнаружены виды, характерные для палеогеновых отложений (Атлас ..., 1977). Они, скорее всего, поступали с баренцевоморского шельфа, где палеогеновые и неогеновые диатомеи часто встречаются в современных и четвертичных отложениях (Полякова и др., 2021).

Суммарные концентрации диатомей в залегающих выше отложениях изменяются от 117 до 519 тыс. ств./г, а таксономическое разнообразие составляет 22 вида. От 23–24 см и выше в отложениях появляются ледово-морские виды, содержание ледово-неритических и холодноводных достигает максимума (8,9 и 30,3 % соответственно), а доля сублиторальных видов увеличивается до 14,3 %. До глубины 14–15 см доля относительно холодноводных и сублиторальных видов последовательно сокращается, а содержание относительно тепловодных повышается до 91,3 % на глубине 18–19 см. Появление ледово-морских и увеличение доли ледово-неритических видов диатомей, так же как и смена комплекса диноцист на более

тепловодный на глубине 24 см, может свидетельствовать об относительном повышении температуры и солености поверхностных вод за счет усиления влияния Норвежского течения и возможном отступании границы сезонных морских льдов на север. Таяние льда могло способствовать поступлению ледово-морских видов диатомей во время их вегетации в прикромочной зоне льдов в осадочное вещество и дальнейшему их сохранению в отложениях.

В интервале глубин 14–12 см наблюдается локальный пик морских относительно холодноводных видов, доля которых возрастает до 29,3 %, а также увеличивается до 7,1 % число ледово-неритических. На глубине 13,5 см снижается доля относительно тепловодных видов, преимущественно за счет уменьшения содержания *Thalassionema nitzschioides* (Grunow) Mereschkowsky, 1902. Это свидетельствует о накоплении осадков на глубинах 14–12 см в условиях снижения температуры поверхностных вод в районе исследования.

С глубины 8,5 до 3,5 см наблюдается некоторое увеличение доли морских холодноводных видов снизу вверх от 13–14 до 22 %. В составе диатомовых ассоциаций на глубине 7,5 см появляются пресноводные виды, представленные планктонными *Aulacoseira islandica* (Müller) Simonsen, 1979, *A. subarctica* (Müller) Haworth, 1990, *Cyclotella meneghiniana* Kützing, 1844 и бентосными видами *Amphora copulata* (Kützing) Schoeman, Archibald, 1986 и *Gomphonema parvulum* (Kützing) Kützing, 1849. Их появление наряду с небольшим увеличением доли ледово-морских видов может быть связано со смещением к югу положения полярного фронта, т. е. зоны максимального распространения летнего морского льда, и/или с поступлением айсбергов. Источником пресноводных видов во льду, вероятно, служат водотоки Земли Франца Иосифа.

Концентрации диатомей в верхней части колонки изменяются незначительно, в целом уменьшаясь снизу вверх до 471 тыс. ств./г. В верхних 3 см увеличивается доля ледово-морских видов и снижается количество ледово-неритических. Пресноводные виды в верхней части колонки обнаружены не были. Состав микроводорослей свидетельствует об установлении современных условий осадконакопления, для которых, судя по увеличению доли ледово-морских и относительно холодноводных (в верхних 1,5 см) видов диатомовых водорослей, в целом характерно усиление влияния арктических водных масс.

Количественные палеорекострукции. По материалам анализа цист динофлагеллат в колонке АМК-6150 методом современных аналогов (Modern Analogue Technic) (Guiot, de Vernal, 2007; de Vernal et al., 2020) выполнены первые реконструкции средней летней температуры поверхностных вод и продолжительности ледового покрова (см. рисунок). Результаты показывают, что за время накопления осадков колонки температура в данной точке варьировала от 5,1 до 9,5 °С, оставаясь в среднем выше современного значения (~ 6,3 °С). Эпизоды похолодания и предполагаемого появления морского сезонного льда были возможны во время накопления осадков на глубинах 29–24, 14–12 и 3–1 см.

Дальнейшие исследования осадков колонки АМК-6150 и, в первую очередь, радиоуглеродное датирование позволят уточнить полученные данные, выделить основные палеогеографические события и получить полную картину развития природных условий у подножья хр. Книповича на самом последнем этапе геологической истории.

Работа выполнена по гранту РНФ № 21-17-00235 при дополнительной поддержке по теме государственных заданий Минобрнауки № FMWE-2021-0006 (отбор проб осадков в экспедициях ИО РАН) и Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова № 121051100135-0 (микроскопные исследования). Авторы благодарны экипажу НИС «Академик Мстислав Келдыш» и всем участникам экспедиции.

Литература

Атлас микроорганизмов в донных осадках океанов (диатомеи, радиолярии, силикофлагелляты, кокколиты) / под ред. А. П. Жузе. – М. : Наука, 1977. – 196 с.

Полякова Е. И. и др. Диатомеи и водные палиноморфы в донных осадках Баренцева моря: основные закономерности распространения и использование в палеоокеанологических исследованиях // Система Баренцева моря. – М. : ГЕОС, 2021. – С. 64–95.

- Усачев П. И. Микрофлора полярных льдов // Тр. ИОАН. – 1949. – Т. 3. – С. 216–359.
- Blindheim J., Rey F. Water-mass formation and distribution in the Nordic Seas during the 1990s // ICES Journal of Marine Science. – 2004. – Vol. 61. – Pp. 846–863.
- De Vernal A., Radi T., Zaragosi S. et al. Distribution of common modern dinoflagellate cyst taxa in surface sediments of the Northern Hemisphere in relation to environmental parameters: The new n = 1968 database // Marine Micropaleontology. – 2020. – Vol. 159. – 101796.
- Grøsfjeld K. et al. Dinoflagellate cyst assemblages inshore and offshore Svalbard reflecting their modern hydrography and climate // Norwegian Journal of Geology. – 2009. – Vol. 89. – Pp. 121–134.
- Guiot J., de Vernal A. Transfer functions: Methods for quantitative paleoceanography based on microfossils // Proxies in Late Cenozoic Paleoclimatology. – Amsterdam : Elsevier Science, 2007. – Pp. 523–563.
- Horner R. Arctic sea-ice biota / ed. Y. Herman // The Arctic Seas. Climatology, Oceanography, Geology, and Biology. – New York : Van Nostrand Reinhold Company, 1989. – Pp. 123–146.
- Rochon A. et al. Recent dinoflagellate cysts of the North Atlantic Ocean and adjacent seas in relation to sea-surface parameters // AASP Contribution Series. – 1999. – Vol. 35. – Pp. 1–146.
- Struck U. Paleoecology of benthic foraminifera in the Norwegian-Greenland sea during the past 500 ka // Contribution to the Micropaleontology and Paleoclimatology of the Northern North Atlantic: Grzybowski Foundation Special Publication. – 1997. – Vol. 5. – Pp. 51–83.
- Van Nieuwenhove N., Baumann A., Matthiessen J. et al. Sea surface conditions in the southern Nordic Seas during the Holocene based on dinoflagellate cyst assemblages // The Holocene. – 2016. – Vol. 26 (5). – Pp. 722–735.
- Von Quillfeldt C. H. Distribution of diatoms in the Northern Water Polynya, Greenland // Journal of Marine Systems. – 1997. – Vol. 10. – Pp. 211–240.
- Zonneveld K. A. F., Marret F., Versteegh G. J. M. et al. Atlas of modern dinoflagellate cyst distribution based on 2405 data points // Review of Palaeobotany and Palynology. – 2013. – No. 191. – Pp. 1–197.

ПАЛЕОТЕМПЕРАТУРА ВОДЫ В НОРВЕЖСКО-ГРЕНЛАНДСКОМ БАССЕЙНЕ В ПОСЛЕДНИЕ 6000 ЛЕТ: РЕКОНСТРУКЦИИ ПО МИКРОФОССИЛИЯМ

А. Г. Матуль¹, Е. А. Новичкова¹, М. П. Чеховская¹, Т. С. Ключевиткина²

¹ Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва,
amatul@mail.ru, enovichkova@mail.ru, mjach47@mail.ru

² Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, t.klyuvitkina@mail.ru

SEA TEMPERATURE IN THE NORWEGIAN-GREENLAND BASIN DURING THE LAST 6000 YEARS: RECONSTRUCTIONS BASED ON MICROFOSSILS

A. G. Matul¹, E. A. Novichkova¹, M. P. Chekhovskaya¹, T. S. Klyuvitkina²

¹ Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow,
amatul@mail.ru, enovichkova@mail.ru, mjach47@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, t.klyuvitkina@mail.ru

Аннотация. Микропалеонтологические данные по разрезам донных отложений отразили большую неустойчивость природных условий в последние 6000 лет в Норвежско-Гренландском бассейне. Реконструкции по планктонным фораминиферам показали, что 5600–2000 лет назад температура воды значительно снижалась со смещением во времени в разных районах.

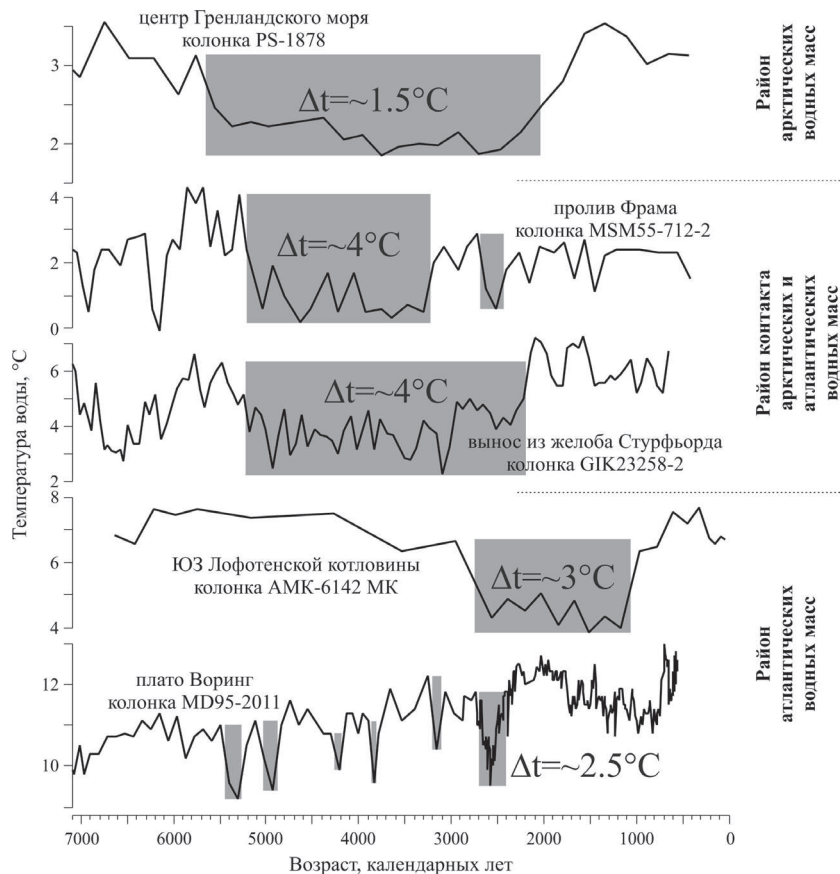
Ключевые слова. Голоцен, Норвежско-Гренландский бассейн, палеотемпература.

Abstract. The micropaleontological records from the bottom sediments reflected unstable environments in the Norwegian-Greenland Basin during the last 6000 years. Reconstructions, based on the planktic foraminiferas, exhibited that the sea temperature significantly decreased 5600–2000 years ago with a time lag in different areas.

Key words. Holocene, Norwegian-Greenland Basin, paleotemperature.

Современная природная обстановка в Норвежско-Гренландском бассейне (НГБ) складывается под влиянием взаимодействия холодных полярных/арктических и теплых атлантических водных масс. Разделяющий их Арктический фронт нестабилен по акватории и во времени. Это четко проявилось в последние 6000 лет при неогляциации, когда в НГБ увеличивалось распространение полярной воды из Арктики и температура снижалась.

Для НГБ опубликован ряд результатов реконструкции палеотемпературы воды в позднем плейстоцене и голоцене по разным микрофоссилиям, в том числе по планктонным



Палеотемпература подповерхностной воды НГБ в последние 7000 лет по опубликованным (Andersson et al., 2003; Hald et al., 2007; Aagaard-Sørensen et al., 2014; Telesiński et al., 2015) и новым авторским данным (колонка АМК-6142 МК)

Серые прямоугольники обозначают интервалы минимума температуры

фораминиферам (ПФ). В основном использовался метод современных аналогов. Наши данные по палеотемпературе получены факторным анализом распределения ПФ в новой колонке осадков АМК-6142 МК, имеющей несколько радиоуглеродных датировок абсолютного возраста. Возраст по ^{14}C калиброван в календарный в онлайн программе CALIB 8.2 с использованием калибровочной кривой IntCal20 (резервуарный эффект 405 лет). Осадки колонки формировались в последние ~ 6600 лет.

Сопоставление опубликованных и наших новых данных (рисунок) позволяет установить, что существенное снижение температуры подповерхностной воды в НГБ во время неогляциации началось 5600 лет назад. В районах распространения (СЗ НГБ) и сильного влияния (СВ НГБ) полярной/арктической воды отмечен продолжительный интервал минимума температуры 5600–2000 лет назад. При этом в СЗ НГБ, где господствует полярная/арктическая вода, температура падала на 1,5 °С, а в СВ НГБ, где холодная вода контактирует с теплой атлантической, она снижалась на 4 °С, видимо, при сильном смещении Арктического фронта к югу. В ЮЗ НГБ, где распространена атлантическая вода, снижение температуры на 2,5–3 °С и соответствующее смещение Арктического фронта произошло позднее (2800 лет назад) и продолжалось в Лофотенской котловине до Средневековой климатической аномалии. Однако у побережья Норвегии под основной ветвью атлантической воды похолодание было очень коротким – 2700–2400 лет назад, но здесь проявились и дополнительные кратковременные (100–200 лет) минимумы между 5500 и 3000 лет назад. По реконструкциям палеотемпературы можно предположить диахронность и пространственную неоднородность похолодания в НГБ за последние 6000 лет.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 21-17-00235.

Литература

Aagaard-Sørensen S., Husum K., Werner K. et al. A Late Glacial–Early Holocene multiproxy record from the eastern Fram Strait, Polar North Atlantic // *Marine Geology*. – 2014. – Vol. 355. – Pp. 15–26. – URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.margeo.2014.05.009>

Andersson C., Risebrobakken B., Jansen E., Dahl S. O. Late Holocene surface ocean conditions of the Norwegian Sea (Voring Plateau) // *Paleoceanography*. – 2003. – Vol. 18 (2). – 1044. – URL: <https://doi.org/10.1029/2001PA000654>

Hald M., Andersson C., Ebbesen H. et al. Variations in temperature and extent of Atlantic water in the northern North Atlantic during the Holocene // *Quaternary Science Reviews*. – 2007. – Vol. 26. – Pp. 3423–3440. – URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2007.10.005>

Telesiński M. M., Bauch H. A., Spielhagen R. F., Kandiano E. S. Evolution of the central Nordic Seas over the last 20 thousand years // *Quaternary Science Reviews*. – 2015. – Vol. 121. – Pp. 98–109. – URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.quascirev.2015.05.013>

ГРАНИЦА САНТОНСКОГО И КАМПАНСКОГО ЯРУСОВ В ПРЕДЕЛАХ ХРАМСКОГО БЛОКА (ЮЖНЫЙ СКЛОН БОЛЬШОГО КАВКАЗА, ГРУЗИЯ)

Х. Э. Микадзе¹, Н. Р. Лапачишвили², Г. Тлашадзе³, Н. Д. Икошвили³

¹ *Национальный музей Грузии, Институт палеобиологии, Тбилиси, Грузия, xatmikadze@yahoo.com*

² *Тбилисский государственный университет, Тбилиси, Грузия, nucalapachi@gmail.com,*

³ *Грузинский технический университет, Тбилиси, Грузия, g_tlashadze@gtu.ge, nanaikoshvili5@yahoo.com*

THE SANTONIAN AND CAMPANIAN BOUNDARY WITHIN THE KHRAMI BLOCK (SOUTHERN SLOPE OF THE GREATER CAUCASUS, GEORGIA)

Kh. Mikadze¹, N. Lapachishvili², G. Tlashadze³, N. Ikoshvili³

¹ *Georgian National Museum, Institute of Paleobiology, Tbilisi, Georgia, xatmikadze@yahoo.com*

² *Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, Tbilisi, Georgia, nucalapachi@gmail.com,*

³ *Georgian Technical University, Tbilisi, Georgia, g_tlashadze@gtu.ge, nanaikoshvili5@yahoo.com*

Аннотация. Приведены результаты определений планктонных фораминифер (ПФ) и нанопланктона (НН) из разрезов Храмского блока (Южный склон Большого Кавказа), которые позволили обосновать положение границы сантонского и кампанского ярусов. В нижней части разрезов выделены комплексы ПФ, отвечающие зоне *Dicarinella concavata* (*Concavatotruncana* в схемах некоторых авторов), и НН зона *Calculites obscures* (CC17). Оба подразделения отвечают сантонской части разреза. С первым появлением видов *Globotruncanita elevata* (ПФ) и *Broinsonia parca parca* (CC18) (НН) устанавливается граница верхнего сантона – нижнего кампана.

Ключевые слова. Храмский массив, сантон, кампан, планктонные фораминиферы, нанопланктон.

Abstract. The results of determinations of planktonic foraminifera and nanoplankton from the sections of the Khrami Block (the Southern slope of the Greater Caucasus) are presented. The interpretation of the data made it possible to substantiate the boundaries of the Santonian–Campanian. In the lower part of the sections, the PF assemblages with the corresponding to the *Dicarinella concavata* Zone (*Concavatotruncana* in the schemes of some authors) and the NP Zone *Calculites obscures* (CC17) are distinguished. With the first appearance of the specieses *Globotruncanita elevata* (PF) and *Broinsonia parca parca* (CC18) (NP), the lower boundary of the Campanian was determined.

Key words. Khrami Block, Santonian, Campanian, planktonic foraminifera, nanoplankton.

С момента выделения кампанского яруса (Coquand, 1857) он стал предметом активного обсуждения. До 2022 г. не был выделен единый ратифицированный биостратиграфический маркер (GSSP) для его основания (Coccioni and Premoli Silva, 2015). В октябре 2022 г. единым голосованием исполнительного комитета Международного союза геологических наук на основании палеомагнитных исследований была выделена граница сантонского и кампанского ярусов. Установлен стратотипический разрез в Италии (Bottaccione, Gubbio) и дополнительные разрезы на территориях Англии (Seaford Head), Польши (Bocieniec), Австрии (Postalm), США (Smoky Hill) и Мексики (Taraucas) (Gale, Coccioni, Premoli-Silva, Wagreich et al., 2022). По планктонным фораминиферам (ПФ) граница была установлена по исчезновению вида *Dicarinella asymetrica* (Sigal, 1952), по появлению *Aspidolithus parvus parvus* (Stradner) Noël, 1969 (НП).

Для установления границы между сантоном и кампаном на территории Грузии были изучены верхнемеловые отложения Храмского массива (юго-восточная часть Грузии; рис. 1).

Верхнемеловые отложения распространены в периферических депрессиях Храмского массива. Они трансгрессивно лежат на более древних (от верхнепалеозойских до верхнеальпских) отложениях. В их строении наблюдаются сокращение мощностей и литофациальные изменения, связанные с увеличением количества карбонатного компонента. Согласно литостратиграфической схеме (Гамбашидзе, 1979) выделяются шоршолетская (K_2st_3) и тетрицкароиская свиты (K_2cp_1).

Верхнесантонские отложения (шоршолетская свита) распространены в разрезах р. Машавера (на правом берегу около с. Тнуси), в ущельях горы Гомери, с. Таштикулари и недалеко от с. Сискла (левый берег р. Храми) (рис. 2).

Литологически они представлены белыми и серовато-зелеными известняками, светло-серыми и розоватыми мергелями, а также чередованием туфов и розовых известняков. В породах шоршолетской свиты встречены ПФ: *Concavatotruncana concavata*, *Contusotruncana fornicata*, *C. arcaformis*, *Globotruncana bulloides*, *G. linneiana*, *G. ventricosa*, *Marginotruncana marginata*, *M. pseudolinneiana*, *M. lapparenti*, *Rugoglobigerina ordinaria*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Planoheterohelix striata*.

Среди бентосных фораминифер (БФ) нужно отметить: *Gaudryna rugosa*, *Bolivinooides opifex*, *Gyroidinoides turgidus*, *Stensioina exculpta*, *Gavelinella costulata*, *Flabellina suturalis*. НН представлен видами: *Calculites obscures*, *Arkhangelskiella cymbiformis*, *Efillithus eximius*, *Micula decussata*, *M. concava*, *Lucianorhabdus* sp.

Тетрицкароиская свита представлена тонкими и среднеслоистыми розоватыми и белыми известняками, розовыми глинистыми известняками с прослоями мергелей. В них определены

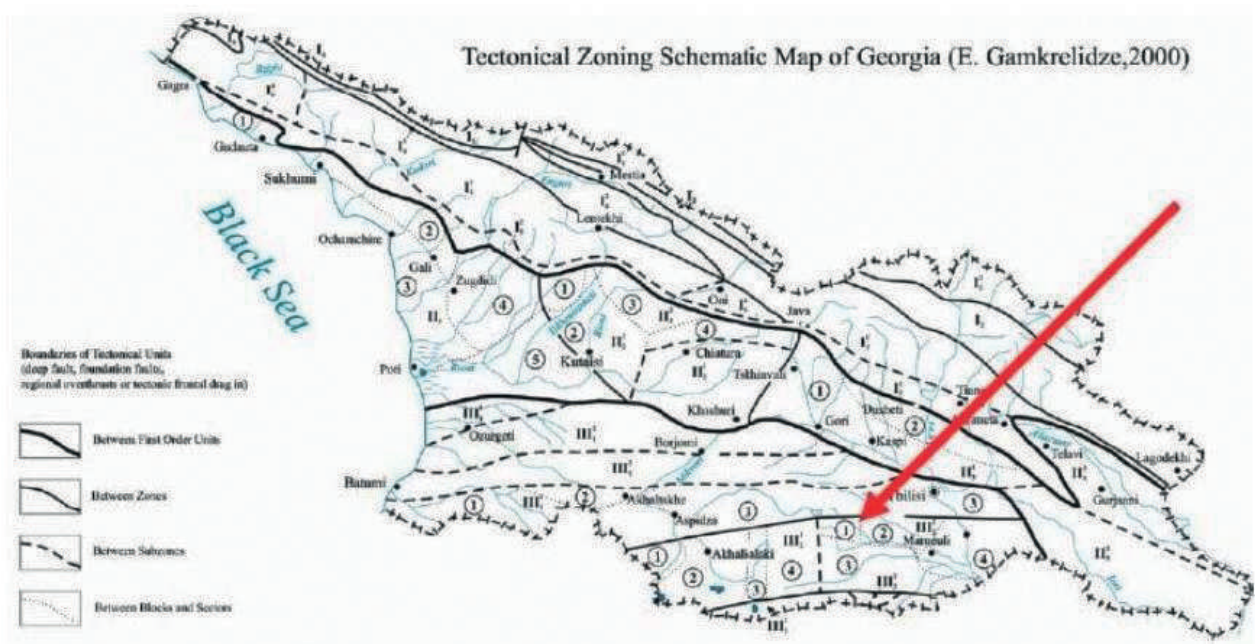


Рис. 1. Тектоническая карта Грузии (Гамкрелидзе, 2000):

III – складчатая (складчато-нидвиговая) система Малого Кавказа (Антикавказиони); III₁ – Аджаро-Триалетская зона (складчато-антиклинорная); III₁¹ – Гурийская подзона (предгорный прогиб); III₁² – Северная подзона, III₁³ – Центральная (осевая) подзона; III₁⁴ – Южная подзона. Секторы: 1 – Аджарисцкальский, 2 – Ахалцихский, 3 – Аспиндза-Тбилисский; III₂ – Артвинско-Болнисская зона (глыба); III₂¹ – Джавахетская подзона (лавовое нагорье). Блоки: 1 – Вардзийский, 2 – Ахалкалакский, 3 – Самсарский, 4 – Джуджианский; III₂² – Болнисская подзона (слабоскладчатого осадочного чехла). Блоки: 1 – Храмский (выступ доюрского кристаллического основания), 2 – Тетрицкароиско-Асуретский, 3 – Маднеульско-Поладаурский, 4 – Марнеульский; III₃ – Локско-Карабахская зона (слабоскладчатая); III₃¹ – Локская подзона (выступ доюрского кристаллического основания), III₃² – Гектапинская подзона

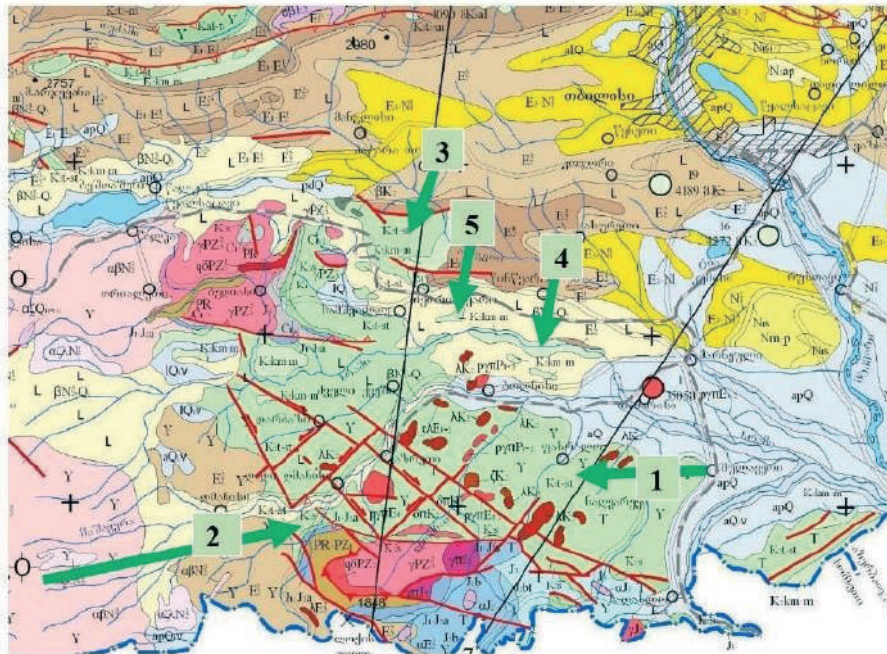


Рис. 2. Разрезы на геологической карте Храмского массива:

1 – Шулавери; 2 – Тнуси; 3 – гора Гомери; 4 – Таштикулари; 5 – Сискла

ПФ: *Globotruncanita elevata*, *Gt. stuartiformis*, *Globotruncana arca*, *G. linneiana*, *G. lapparenti*, *G. mariei*, *G. bulloides*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Planoheterohelix striata*, *Laeviheterohelix pulchra*. Из БФ отмечены: *Stensioeina exculpta*, *Neoflabellina suturalis*, *N. rugosa*. НН комплекс представлен видами: *Broinsonia parca parca*, *Ceratolithoides verbeekii*, *Brinsonia constricta*.

Конец сантонского века связан с проявившимся во многих акваториях Мирового океана похолоданием (Petrizzo, 2002; Кораевич, Vishnevskaya, 2016). Это привело к вымиранию большинства представителей родов *Marginotruncana* и *Dicarinella*. В терминальном сантоне полностью исчезают умбиликально-выпуклые *Dicarinella (primitiva–concovata–asymetrica)*. Зона *Calculites obscures* (CC17) установлена в верхней части шоршолетской свиты (K_2st_2), которая, в свою очередь, включает интервал от появления *Calculites obscures* до появления *Broinsonia parca parca* (CC18). В то же время присутствие ПФ *Concovatotruncana concovata*, *Marginotruncana pseudolinneiana* датируют этот интервал как верхнесантонский, исчезновение которых связано терминальным сантоном.

Тетрицкароиская свита (K_2cp_1) по ПФ характеризуется первым появлением *Globotruncanita elevata* и *Globotruncana arca*. Здесь же появляются *Rugoglobigerina rugosa* и НН вид *Broinsonia parca parca* (CC18). Их присутствие указывает на кампанский возраст отложений. С этим интервалом связано начало быстрой эволюции и широкое территориальное расселение представителей рода *Globotruncana* (рис. 3).

Анализ седиментации и распространения осадков в бассейне дали возможность выделить три основных седиментационных цикла в течение позднего мела. Из них первый седиментационный цикл начинается в берриасе. Трансгрессия достигает максимума своего развития в среднем альбе. Позднеальбско-раннетуронский отрезок времени соответствует регрессивной части цикла, обусловленной австрийской фазой складчатости. Второй цикл совпадает с интервалом поздний турон – сантон. При этом позднетуронско-раннесантонский отрезок отвечает трансгрессии, а регрессивная часть (поздний сантон) соответствует субгерцинской фазе складчатости. Третий цикл охватывает кампанский–датский (трансгрессивный) и монский (регрессивный) уровни. Регрессия обусловлена ларамийской фазой складчатости (Гамбашидзе и др., 2000).

Млн. лет	Ярус	Юг СССР	Юг СССР	Средние широты	Tetic	Tetic	Крым Сев. Кавказ	Tetic	Грузия Храмский массив
		1	2	3	4	5	6	7	8
		Маслак оя 1967	Масла кова 1978	Caron, 1985	Robaszynski, Caron	Premoli Silva, Silter, 1995, 1999	Копевич 2010, 2016	Cocconi, Premoli Silva, 2015	Данная работа
	КАМΠΑΝ	<i>G. arca</i>	<i>Gt. elevata</i>	<i>Gt. elevata</i>	<i>Gt. elevata</i>	<i>Gt. elevata</i>	<i>Gt. elevata</i>	<i>Gt. elevata</i>	<i>Gt. elevata</i>
	САПТОН	<i>G. fornicata</i> <i>G. arcaformis</i>	<i>G. fornicata</i>	<i>D. concavata</i> <i>D. carinata</i>	<i>D. azymetrica</i>	<i>D. azymetrica</i>	<i>C. fornicata</i>	<i>D. azymetrica</i>	<i>Cv. concavata</i>
		<i>G. concavata</i>	<i>G. concavata</i>	<i>D. concavata</i>	<i>D. concavata</i>	<i>D. concavata</i>			

Рис. 3. Распространение рода *Globotruncana*:

C – *Contusotruncana*; Cv – *Concavatotruncana*; D – *Dicarinella*; G – *Globotruncana*; Gt – *Clobotruncanita*

На протяжении кампанского времени зафиксирована целая серия событий, которые имели место как в изучаемом регионе, так и на территории других участков Крымско-Кавказского региона. В его начале и в конце фиксируются эпизоды похолодания, имеющие практически субглобальное распространение (Беньямовский и др., 2014; Petrizzo, 2002; Кораевич, Vishnevskaya, 2016; Huber et al., 2018; Vishnevskaya, Кораевич, 2020). Кроме того, это был один из мощнейших импульсов активизации вулканической деятельности, который оставил след в разрезах Крыма, Северного Кавказа и территории Грузии (Копевич, Хотылев, 2014; Никишин и др., 2013).

Литература

Беньямовский В. Н., Алексеев А. С., Подгаецкий А. В. и др. Верхний кампан – нижний маастрихт севера Ростовской области. Ст. 2. Условия осадконакопления и палеогеография // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2014. – Т. 22. – № 5. – С. 77–96.

Гамбашидзе Р. А. Стратиграфия верхнемеловых отложений Грузии и смежных с ней областей Азербайджана и Армении // Тр. ГИН АН ГССР. Нов. сер. – 1979. – Вып. 61. – 226 с.

Гамбашидзе Р. А. К истории геологического развития и палеогеографии Юго-Восточной Грузии в поздне-меловую эпоху / ред. М. Топчишвили // Материалы научной сессии, посвященной 110-летию со дня рождения академика А. И. Джанелидзе. – Тбилиси : АН Грузии, 2000. – С. 198–203.

Гамкрелидзе И. П. Вновь о тектоническом расчленении территории Грузии / ред. М. Топчишвили // Материалы научной сессии, посвященной 110-летию со дня рождения академика А. И. Джанелидзе. – Тбилиси : АН Грузии, 2000. – С. 204–208.

Копевич Л. Ф., Хотылев А. О. Стратиграфическое положение меловых вулканитов в Крыму и на Северном Кавказе // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. – 2014. – № 6. – С. 50–69.

Копевич Л. Ф., Вишневецкая В. С. Распределение водных масс и динамика палеогеографии Крымско-Северо-Кавказского региона в позднем мелу // В сб.: Палеонтология. Стратиграфия. Астробиология. К 80-летию А. Ю. Розанова. – М. : Изд-во ПИН РАН, 2016. – С. 243–256.

Никишин А. М., Хотылев А. О., Бычков А. Ю., Копевич Л. Ф. Меловые вулканические пояса и история формирования Черноморского бассейна // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. – 2013. – № 2. – С. 6–18.

Cocconi R., Premoli Silva I. Revised upper Albian–Maastrichtian planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetostratigraphy of the classical Tethyan Gubbio section (Italy) // Newsletters on Stratigraphy. – 2015. – Vol. 48. – Pp. 47–90. – DOI:10.1127/nos/2015/0055

Coquand H. Position des *Ostrea columba* et *biauriculata* dans le groupe de la craie inférieure // Bulletin de la Société Géologique de France 2. – Vol. 14. – Pp. 841–903.

Gale A., Batenburg S., Coccioni R. et al. The global boundary stratotype section and Point (GSSP) of the Campanian stage at Bottaccione (Gubbio, Italy) and its Auxiliary sections: Seaford Head (UK), Bocieniec (Poland), Postalm (Austria), Smoky Hill, Kansas (U.S.A), Тепаяк (Mexico) // Comm. of IUGS Geol. Stand. – 2022. – Pp. 1–40.

Kopaevic L., Vishnevskaya V. Cenomanian–Campanian (Late Cretaceous) planktonic assemblages of the Crimea–Caucasus area: palaeoceanography, palaeoclimate and sea level changes // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 2016. – Vol. 441. – Pp. 493–515. – URL: <https://doi.org/10.1016/j.palaeo/2015.09.024>

Vishnevskaya V., Kopaevich L. Microfossil assemblages as key to reconstruct sea-level fluctuations, cooling episodes and palaeogeography: The Albian to Maastrichtian of Boreal and Peri-Tethyan Russia // Geological Society. Special Publications. – 2020. – Vol. 498 (1). – 165 p.

Petritto M. R. Palaeoceanographic and palaeoclimatic inferences from Late Cretaceous planktonic foraminiferal assemblages from the Exmouth Plateau (ODP Sites 762 and 763, eastern Indian Ocean) // Marine Micropaleontology. – 2002. – Vol. 45. – Pp. 117–150.

Huber B. T., Petritto M. R., Falzoni F. Taxonomy and phylogeny of Albian–Maastrichtian planispiral planktonic foraminifera traditionally assigned to *Globigerinelloides* // Micropaleontology. – 2022. – Vol. 68. – Pp. 117–183.

ВЫСОКОРАЗРЕШАЮЩАЯ БИОСТРАТИГРАФИЯ, ГЕОХИМИЯ И ЛИТОЛОГИЯ ВЕРХНЕЙ ЮРЫ И НИЗОВ МЕЛА В РАЗРЕЗЕ ПОЛУОСТРОВА НОРДВИК (СЕВЕР СИБИРИ)

Б. Л. Никитенко^{1,2}, Е. Б. Пещевецкая¹, В. А. Каширцев¹, Е. А. Фурсенко^{1,2},
А. Ю. Попов^{1,2}, С. Н. Хафаева¹, В. Ю. Брагин¹

¹ Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,
Новосибирск, NikitenkoBL@ipgg.sbras.ru

² Новосибирский национальный исследовательский государственный университет, Новосибирск

DETAILED BIOSTRATIGRAPHY, GEOCHEMISTRY AND LITHOLOGY OF UPPER JURASSIC – LOWER CRETACEOUS IN THE NORDVIK SECTION (NORTH SIBERIA)

B. L. Nikitenko^{1,2}, E. B. Pestchevitskaya¹, V. A. Kashirtsev¹, E. A. Fursenko^{1,2},
A. Yu. Popov^{1,2}, S. N. Khafaeva¹, V. Yu. Bragin¹

¹ Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, NikitenkoBL@ipgg.sbras.ru

² Novosibirsk State University, Novosibirsk

Аннотация. В разрезе п-ова Нордвик (верхний оксфорд – низы валанжина) установлены биостратоны по фораминиферам, диноцистам, спорам и пыльце, большинство из которых имеют хороший корреляционный потенциал. Выявлен реперный уровень по кальцисферам/известковым диноцистам в верхах юры, позволяющий увязывать разновозрастные толщи Тетических и Арктических регионов. Кривая вариаций $\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$ с учетом биостратиграфических данных может служить инструментом для корреляций.

Ключевые слова. Море Лаптевых, верхняя юра, нижний мел, фораминиферы, палиноморфы, высокоразрешающая биостратиграфия, хемотратиграфия, корреляции.

Abstract. Biostrata on foraminifers, dinocysts, spores and pollen are established in the Nordvik section (Upper Oxfordian – lowermost Valanginian), most of them have a good correlation potential. A reference level on calcispheres/calcareous dinocysts is identified in the uppermost Jurassic, providing the correlation of coeval strata of the Tethyan and Arctic regions. A curve of $\delta^{13}\text{C}_{\text{org}}$ variations is developed, which can be an additional tool for detailed correlations.

Key words. Laptev Sea, Upper Jurassic, Lower Cretaceous, foraminifers, palynomorphs, high-resolution biostratigraphy, chemostratigraphy, correlation.

В обнажении на п-ове Нордвик (Анабарский залив, море Лаптевых) (рисунок) последовательно представлены толщи с верхней части оксфорда по нижний валанжин (урдюкхаинская и паксинская свиты), сформировавшиеся в относительно глубоководных фациях и хорошо охарактеризованные фауной. Разрез рассматривается в качестве эталонного для этого интервала и с середины прошлого века многократно посещался и изучался специалистами в разных областях геологии (Басов и др., 1970; Захаров и др., 1983; Никитенко и др., 2015; Вержбовский,

Рогов, 2013 и др.). В последнее десятилетие к нему повысился интерес в связи с изучением пограничного интервала юры и мела и поиска надежных маркеров для корреляции юрско-меловой границы в различных областях Бореального и Тетического поясов. Авторами проведены комплексные исследования этого разреза по биостратиграфии, литостратиграфии, седиментологии, органической геохимии и палеообстановкам. Это позволило усовершенствовать его биостратиграфическое расчленение и определить ряд биособытий и геохимических параметров, позволяющих проводить широкие межрегиональные корреляции.

После новых полевых исследований разреза, палеонтологических сборов и монографического изучения аммонитов было уточнено его зональное расчленение (Никитенко и др., 2015). Предложенная аммонитовая зональная шкала хорошо согласуется с результатами биостратиграфических исследований по микрофауне и палиноморфам. Микропалеонтологические и палинологические исследования позволили также обосновать присутствие волжского яруса в полном объеме в изученных разрезах А32 и А33. Ранее, по отсутствию характерных аммонитов и двустворок здесь предполагался существенный стратиграфический перерыв, соответствующий нижневолжскому и большей нижней части средневожского подъярусов (Решения ... , 1981; Захаров и др., 2013).

В разрезе установлено 13 биостратонов по фораминиферам в ранге зон и слоев с фауной. Комплексы фораминифер верхов оксфорда – низов валанжина количественно богатые и часто таксономически разнообразные. Количественная представительность в комплексах меняется от первых десятков до нескольких тысяч экземпляров. В основании разреза установлена верхняя часть зоны *Recurvoides disputabilis* JF37, стратиграфическое положение которой надежно обосновано в сибирских разрезах многочисленными находками фораминифер совместно с аммонитами нижней и средней частей верхнего оксфорда. Детальное изучение особенностей распределения ассоциаций фораминифер в нижней части разреза (слой 2 – низы слоя 7) позволили более детально расчленить этот интервал и проследить здесь фораминиферовые зоны *Spiroplectamina suprajurassica*, *Lenticulina mikhailovi* JF38 и *Lenticulina mikhailovi*, *Naiphragmoides canuiformis* JF39 (рисунок). В средней части слоя 7 найдены разнообразные фораминиферы, характерные для зоны *Pseudolamarckina pseudorjasanensis* JF41. В ассоциациях стабильно доминируют известковистые фораминиферы. Стратиграфическое положение этой зоны в изученном разрезе контролируется находками аммонитов из нижнего и верхнего кимериджа: *Amoeboceras kitchini*, *A. kochi*, *A. elegans*. Выше прослежены слои с *Kutsevella haplophragmoides*, *Recurvoides* ex gr. *praeobskiensis* JF43 нижней части нижневолжского подъяруса. В комплексах происходят значительные таксономические и структурные изменения: снижается разнообразие, количественная представительность, меняются доминирующие таксоны. В верхней части нижневолжского и средней части средневожского подъярусов в зоне *Dorothia tortuosa*, *Spiroplectamina vicinalis* JF45 фораминиферы относительно немногочисленны, но их таксономическое разнообразие постепенно возрастает. В зоне *Dorothia tortuosa* JF51 впервые появляются виды, широко распространенные в вышележащих толщах волжского яруса и основания бореального берриаса. В типовом разрезе слоев JF51 были определены средневожские аммониты, типичные для зоны *Eprivirgatites varibilis* севера Средней Сибири. Резкая структурная и таксономическая перестройка комплексов фораминифер происходит в основании зоны *Ammodiscus veteranus*, *Evolutinella emeljanzevi* JF52: резко преобладают *Ammodiscus* и *Evolutinella*, в верхней части зоны увеличивается роль известковистых форм. В разных регионах Арктики в этой зоне встречены аммониты верхов средневожского подъяруса, верхневолжского подъяруса и основания бореального берриаса. В вышележащей части разреза постепенно исчезают характерные волжские таксоны и получают развитие формы, широко распространенные в нижней части мела Сибири. Здесь установлена зона *Gaudryina gerkei*, *Ammobaculites gerkei* KF1 средней части бореального берриаса. Разрез завершает зона *Recurvoides obskiensis*, *Valanginella tatarica* KF2 (нижняя часть) верхней части бореального берриаса – нижней части нижнего валанжина. В комплексах выявлены преиму-

щественно известковистые формы. Стратиграфическое положение фораминиферовых зон бореального берриаса подтверждается находками многочисленных аммонитов.

Прослеженная последовательность фораминиферовых зон имеет разный корреляционный потенциал. Зоны JF37, JF38, JF39, JF40, JF45, JF51, JF52, KF1 и KF2 имеют циркумарктическую протяженность (Сибирь, Баренцевоморский шельф, Арктическая Канада и Аляска, Европейский север России) (Никитенко, 2009), тогда как зона JF41 трассируется циркумбореально и уверенно прослеживается на севере субтетических и экотонных бассейнов (Colpaert, Nikitenko, 2019). Зоны JF43, JF55 и JF56 отмечаются пока только в Сибирских бассейнах. Тем не менее в последнее время появляются данные, позволяющие проследить зоны JF37 и JF40 на северо-запад Европы и повысить их корреляционный потенциал.

По цистам динофлагеллат в изученном разрезе установлена последовательность из девяти биостратонов, которая хорошо прослеживается на севере Восточной Сибири в разрезах на реках Анабар и Оленёк, а в верхней части бореального берриаса и валанжине также в северных районах Западной Сибири (рисунок) (Пещевицкая, 2010; Никитенко и др., 2015, 2022). Характеристика биостратонов верхнего оксфорда, кимериджа и нижней части волжского яруса была представлена ранее. Новые исследования позволили провести более детальное расчленение верхней части волжского и нижней части берриасского ярусов в разрезе п-ова Нордвик. Здесь прослежены слои с *Achomosphaera neptuni*, *Bourkidinium*, слои с *Gochteodinia villosa* и слои с *Batioladinium varigranosum*, *Occisucysta tentorium*, которые были ранее установлены в северо-сибирских разрезах на реках Анабар и Оленёк (Никитенко и др., 2022; Nikitenko et al., 2018). Для слоев с *Achomosphaera neptuni*, *Bourkidinium* важными биособытиями являются исчезновение *Corculodinium inaffectum* (Drugg) Cour., появление *Bourkidinium* sp., *Biorbifera johnewingii* Hab., *Muderongia simplex* Alb. и характерного северо-сибирского вида *Scriniodinium multistratum* Leb. et Pestch. В нижней части верхневолжского подъяруса появляются *Gochteodinia villosa* (Vozz.) Nor. и *G. virgula* Dav., в верхней части – *Batioladinium «varigranosum»* (Dux.) Dav. и *Cassiculosphaeridia reticulata* Dav. В нижней части бореального берриаса исчезает *Scriniodinium inritibile* Riley. Выше для бореального берриаса и нижнего валанжина установлены слои с *Cyclonephelium «cuculliforme»*, *Batioladinium reticulatum* и слои с *Escharisphaeridia*, *Oligosphaeridium*, *Circulodinium*, палинологические признаки которых хорошо прослеживаются на севере Сибири (Пещевицкая, 2010; Nikitenko et al., 2018). Для биостратиграфического расчленения разреза Нордвик за основу взяты характерные виды диноцист, появление/исчезновение которых приурочено к близким стратиграфическим рубежам в различных регионах. В результате выделенные биостратоны обладают хорошим биостратиграфическим и корреляционным потенциалом и могут использоваться как эталонная последовательность для расчленения и корреляции верхнеюрско-нижнемелового интервала на территории Сибири, а также для межрегионального сопоставления одновозрастных разрезов. Благодаря ключевым таксонам на многих уровнях комплексы диноцист Сибири хорошо коррелируются с таковыми на территории европейской части России и в Западной Европе.

В нижней части верхневолжского подъяруса установлен реперный маркирующий уровень с кальцисферами/известковыми диноцистами, позволяющий увязывать приграничные толщи юры и мела Тетиса и Арктических регионов. Эти микрофоссилии изучены из низов слоя 11 (44 экземпляра). Наиболее многочисленен род *Colomisphaera*, представленный видами *C. fortis* Reh., *C. tenuis* (Nagy) Reh., *C. lapidosa* (Volg.) Reh. Также определены *Cadosina* spp., *C. fusca* Wan., *Carpistomiosphaera* sp., *C. borsae* (Nagy) Now., *Commisphaera sublapidosa* Volg. Присутствие этих таксонов характерно для титона в тетических областях Европы (Ivanova, 1994; Lakova et al., 1999 и др.). Важно отметить присутствие зонального вида *C. fortis*. Одноименная зона соответствует средней части верхнего титона (Lakova et al., 1999; Gale et al., 2020; Kietzmann et al., 2022). Этот уровень прослеживается в тетических областях Европы, в Аргентине и Антарктике (Kietzmann, Scasso, 2020). В разрезе

п-ова Нордвик уровень с *C. fortis* совпадает с началом первого цикла волжско-берриасских вариаций $\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$ (рисунок).

Палиностратоны, установленные по спорам и пыльце наземных растений (рисунок), прослежены в оксфорде, кимеридже и волжском ярусе как в разрезе п-ова Нордвик, так и на реках Оленёк и Анабар, а в верхней части бореального берриаса и нижнем валанжине также на севере Западной Сибири (Пещевицкая, 2010; Никитенко и др., 2015, 2022; Nikitenko et al., 2018). Границы палиностратонов в переходном юрско-меловом интервале в разрезе п-ова Нордвик не определены, т. к. образцы здесь слабо насыщены наземными палиноморфами, спорово-пыльцевые комплексы обеднены или не установлены (слои 16–17). Появление ключевого вида *Aequitriradites spinulosus* (Cook. et Dett.) Cook. et Dett. зафиксировано в низах бореального берриаса. Это несколько выше по сравнению с разрезом р. Оленёк, где этот вид появляется в верхней части верхневолжского подъяруса, а-зона taimyrensis (Nikitenko et al., 2018). Палинологические признаки, положенные в основу выделения спорово-пыльцевых биостратонов (рисунок), в основном имеют региональное значение. Появление ключевых таксонов прослеживается на определенных стратиграфических уровнях на территории Западной и Восточной Сибири как по материалам изученных разрезов, так и по литературным данным (Пещевицкая, 2010; Никитенко и др., 2015, 2022; Nikitenko et al., 2018).

С учетом биостратиграфических данных дополнительным непалеонтологическим инструментом для детальных корреляций в разных регионах Северного полушария в верхней юре и нижней части мела может служить кривая вариаций изотопного состава органического углерода, разработанная в разрезе п-ова Нордвик. В верхах оксфорда и нижнем кимеридже последовательность вариаций значений $\delta^{13}\text{C}_{\text{орг}}$ хорошо сопоставляется с кривой $\delta^{13}\text{C}_{\text{Тос}}$, разработанной по разрезам Шотландии. Для верхневолжского подъяруса и бореального берриаса установлена цикличность изотопного состава углерода и прослежены изотопные события в волжском ярусе и нижнем валанжине Арктики (рисунок). Проведенные детальные стратиграфические исследования разрезов юры и мела дают возможность выявить закономерности вертикального и латерального распределения геохимических параметров, выделить геохимические события и оценить их протяженность. Согласно традиционным геохимическим критериям ($\text{C}_{\text{орг}}$, результаты пиролиза и т. п.), верхневолжско-берриасская часть исследованного разреза (второй диастереновый геохимический подгоризонт) выделяется значительно лучшими нефтематеринскими свойствами на фоне ниже- и вышележащих пород. Лишь мягкие термобарические условия преобразования органического вещества на северной окраине Сибирской платформы не позволили реализовать этот высокий нефтематеринский потенциал.

Исследования выполнены при поддержке РНФ, проект № 22-17-00054.

Литература

- Басов В. А., Захаров В. А., Иванова Е. Ф. и др. Зональное расчленение верхнеюрских и нижнемеловых отложений на мысе Урдюк-Хая (п-ов Пакса, Анабарский залив) // Ученые записки НИИГА. Палеонтология и стратиграфия. – 1970. – Вып. 29. – С. 14–31.
- Вержбовский А., Rogov M. A. Биостратиграфия и аммониты среднего оксфорда – нижней части кимериджа Средней Сибири // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54. – № 9. – С. 1381–1403.
- Захаров В. А., Ким Б. И., Rogov M. A. О возможном распространении верхнеюрских и нижнемеловых отложений на шельфе моря Лаптевых и перспективах их нефтегазоносности // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2013. – Т. 21. – № 5. – С. 36–55.
- Захаров В. А., Нальняева Т. И., Шульгина Н. И. Новые данные по биостратиграфии верхнеюрских и нижнемеловых отложений на п-ове Пакса, Анабарский залив (север Средней Сибири) // Палеобиогеография и биостратиграфия юры и мела Сибири. – М.: Наука, 1983. – С. 56–99.
- Никитенко Б. Л. Стратиграфия, палеобиогеография и биофауны юры Сибири по микрофауне (фораминиферы и остракоды). – Новосибирск: Параллель, 2009. – 680 с.
- Никитенко Б. Л., Девятов В. П., Пещевицкая Е. Б. и др. Стратиграфия, литология и геохимия прибрежных и мелководно-морских разрезов верхов средней юры-низов мела р. Анабар (Арктическая сибирь) // Геология и геофизика. – 2022. – Т. 63. – № 5. – С. 673–708.

Никитенко Б. Л., Князев В. Г., Пещевицкая Е. Б., Глинских Л. А. Верхняя юра побережья моря Лаптевых: межрегиональные корреляции и палеообстановки // Геология и геофизика. – 2015. – Т. 56. – № 8. – С. 1496–1519.

Пещевицкая Е. Б. Диноцисты и палинотратиграфия нижнего мела Сибири. – Новосибирск : Изд-во «Гео», 2010. – 230 с.

Решения 3-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозою и кайнозою Средней Сибири. – Новосибирск : СНИИГГиМС, 1981. – 91 с.

Colpaert C. P. A.-M., Nikitenko B. L. Pseudolamarckina pseudorjasanensis dain, 1967 (Foraminifera) as a kimmeridgian marker species and its significance for biostratigraphy, palaeoecology and palaeobiogeography // Polar Research. – 2019. – Vol. 38. – Pp. 1–16.

Nikitenko B. L., Pestchevitskaya E. B., Khafaeva S. N. High-resolution stratigraphy and palaeoenvironments of the Volgian-Valanginian in the Olenek section (Anabar-Lena region, Arctic Eastern Siberia) // Revue de Micropaleontologie. – 2018. – Vol. 61. – Pp. 271–312.

НОВЫЙ РАЗРЕЗ ОТЛОЖЕНИЙ БОРЕАЛЬНОЙ ТРАНСГРЕССИИ НА СЕВЕРО-ВОСТОКЕ БЕЛОМОРСКОГО РАЙОНА: МИКРОФАУНА, ПАЛИНОСТРАТИГРАФИЯ, РЕКОНСТРУКЦИЯ УСЛОВИЙ ПАЛЕОСРЕДЫ

Я. С. Овсепян¹, О. В. Руденко², Е. Е. Талденкова³, Х. А. Баух⁴

¹ Геологический институт РАН, Москва, yaovsepyan@yandex.ru

² Орловский государственный университет им. И. С. Тургенева, Орёл, olrudenko2011@yandex.ru

³ Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, etaldenkova@mail.ru

⁴ Институт полярных и морских исследований им. Альфреда Вегенера, Бремерхафен, hbauch@geomar.de

A NEW SECTION OF BOREAL TRANSGRESSION IN THE NORTHEASTERN WHITE SEA REGION: MICROFAUNA, POLLEN-BASED STRATIGRAPHY, PALEOENVIRONMENTAL RECONSTRUCTIONS

Ya. S. Ovsepyan¹, O. V. Rudenko², E. E. Taldenkova³, H. A. Bauch⁴

¹ Geologic Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, yaovsepyan@yandex.ru

² Turgenev Orel State University, Orel, olrudenko2011@yandex.ru

³ Lomonosov Moscow State University, Moscow, etaldenkova@mail.ru

⁴ AWI, Bremerhaven, Germany, hbauch@geomar.de

Аннотация. Комплексное детальное изучение (литология, микропалеонтология, палинология) толщи морских осадков микулинского возраста в разрезе Бычьё-2 на р. Пёза позволило восстановить историю изменений палеосреды в ходе развития бореальной трансгрессии. В основе стратиграфического расчленения осадков разреза лежат методы палинотратиграфии и сопоставления выделенных локальных палинозон с региональной и западноевропейской схемами палинозонального подразделения последнего межледникового. Это позволило установить, что морские отложения в разрезе Бычьё-2 накапливались с конца московского оледенения (> 131 тыс. лет назад) до примерно 119,5 тыс. лет назад.

Ключевые слова. Фораминиферы, пыльца, споры, климатические изменения, поздний плейстоцен, бореальная трансгрессия, микулинское (эмское) межледниково.

Abstract. A comprehensive and detailed study (lithology, micropaleontology, palynology) of marine sediments of Mikulinian age at Bychye-2 section on the Pyoza River allowed reconstructing the history of paleoenvironmental changes during the Boreal transgression. The stratigraphic subdivision of sediments is based on the methods of palynostratigraphy and correlation of the established local palynozones with regional and West European palynological subdivisions of the Last Interglacial. The accumulation of marine sediments in Bychye-2 section occurred from the end of the Moscovian glaciation (> 131 ka) until approximately 119,5 ka.

Key words. Foraminifera, pollen, spores, climatic changes, late Pleistocene, Boreal transgression, Mikulinian (Eemian) Interglacial.

Реконструкции стадий развития бореальной трансгрессии и изменений природной среды на этапе последнего межледникового (позднеплейстоценового, микулинского, эмского), выполненные на основе микропалеонтологических данных из разрезов морских осадков, имеют большое значение для понимания механизмов развития климата в голоцене.

Комплексом методов (микрофаунистическим, литологическим, палинологическим) изучен разрез микулинских отложений Бычьё-2 (мощность 455 см) на правом берегу р. Пёза (65°47'20" с. ш., 45°00'30" в. д., северо-восток Архангельской области) в непосредственной

Описание, корреляция и возрастные границы локальных и региональных палинозон

Бычье 2, глубина, см		Локальные палинозоны (ЛПЗ) разреза Бычье-2, их описание в данной работе	Региональные палинозоны (РПЗ) разреза Бычье-1 и их краткое описание (Девятова, 1982)		Возраст РПЗ КА ₁ –КА ₁₀ по Funder et al., 2002 с поправками Lambeck et al., 2006, тыс. лет назад	Корреляция с ПЗ Zagwijn, 1996 по Funder et al., 2002	РПЗ разрезов Бычье-1 и Затон по Grösfjeld et al., 2006, их корреляция с ПЗ Zagwijn, 1996 возраст, тыс. лет назад
12–0	Бу-7	Зона березы и сосны, нет широколиственных видов	КА ₁₀	Зона максимума березы, исчезновение широколиственных видов	<u>123,5–121,5</u> <u>122–119,5</u>	E _{6b}	Зона 5: E ₆ 124–119,5
135–12	Бу-6	Зона березы, много сосны, ели и ольхи, присутствие пихты и лещины, сокращение дуба, вяза, граба	КА ₇ –КА ₈ (+КА ₉ ?)	Доминирует береза, много сосны и ели, есть дуб, вяз, лещина, которые постепенно убывают вверх по разрезу, в КА ₇ есть граб (ПЗ КА ₉ в разрезе Бычье-1 размыта)	<u>130,6–123,5</u> <u>129,1–122</u>	E _{4b} –E _{6a}	Зона 4: E ₅ 128–124
290–135	Бу-5	Зона доминирования сосны, максимума ели и ольхи, максимум дуба, вяза, граба, верхний максимум лещины, единичная пыльца липы	КА ₅ –КА ₆	Доминирует береза, в примеси сосна и ель, зона дуба, вяза, граба (в КА ₆), максимума лещины	<u>131,75–130,6</u> <u>130,25–129,1</u>	E _{3b} –E _{4a}	Зона 3: E _{3b} –E ₄ 129,8–128
365–290	Бу-4	Зона доминирования березы и сосны, присутствуют дуб, вяз, лещина, граб	КА ₄	Доминируют сосна и береза, небольшое количество ели, зона дуба, небольшого участия вяза и лещины	<u>132–131,75</u> <u>130,5–130,25</u>	E _{3a}	
415–365	Бу-3	Зона нижнего максимума сосны и ели, нижний максимум лещины, появление вяза и граба	КА ₃	Зона максимума сосны с участием березы и ели	<u>132,2–132</u> <u>130,7–130,5</u>	E _{2b}	Зона 2: E ₁ –E _{3a} 131–129,8
440–415	Бу-2	Зона сосны и березы, появление дуба и лещины	КА ₁ –КА ₂	Зона максимума березы и травяно-кустарничковых пород, с участием сосны и ели	<u>132,5–132,2</u> <u>131–130,7</u>	E ₁ –E _{2a}	
445–440	Бу-1	Зона карликовой березки и максимума ксерофитных трав	Ms	Зона максимума березы и травяно-кустарничковых пород			Зона 1: 133–131

близости от известного разреза Бычье-1 (Девятова, 1982; Grøsfjeld et al., 2006). Основная цель – уточнение особенностей региональной природной динамики, прежде всего специфики растительных сообществ и палеоэкологии бассейна, в том числе поиск палеосвидетельств притока трансформированных атлантических вод в эту часть Беломорского бассейна.

Стратиграфическое расчленение осадков разреза Бычье-2 проведено на основе данных изменений их литологического состава и смены доминантов палиноспектров и пыльцевых таксонов-индикаторов, отчетливо проявившихся в семи локальных палинозонах (Руденко и др., в печати). Корреляция наших палинологических данных с известной региональной палиностратиграфической схемой Э. И. Девятовой (1982) и хроностратиграфией Funder et al. (2002) и Lambeck et al. (2006) была усилена применением метода поиска реперных событий, запечатленных в палинологических архивах (Miettinen et al., 2014), что позволило утверждать, что накопление осадков в разрезе Бычье-2 происходило во временном промежутке от 131 до 119,5 тыс. лет назад (таблица).

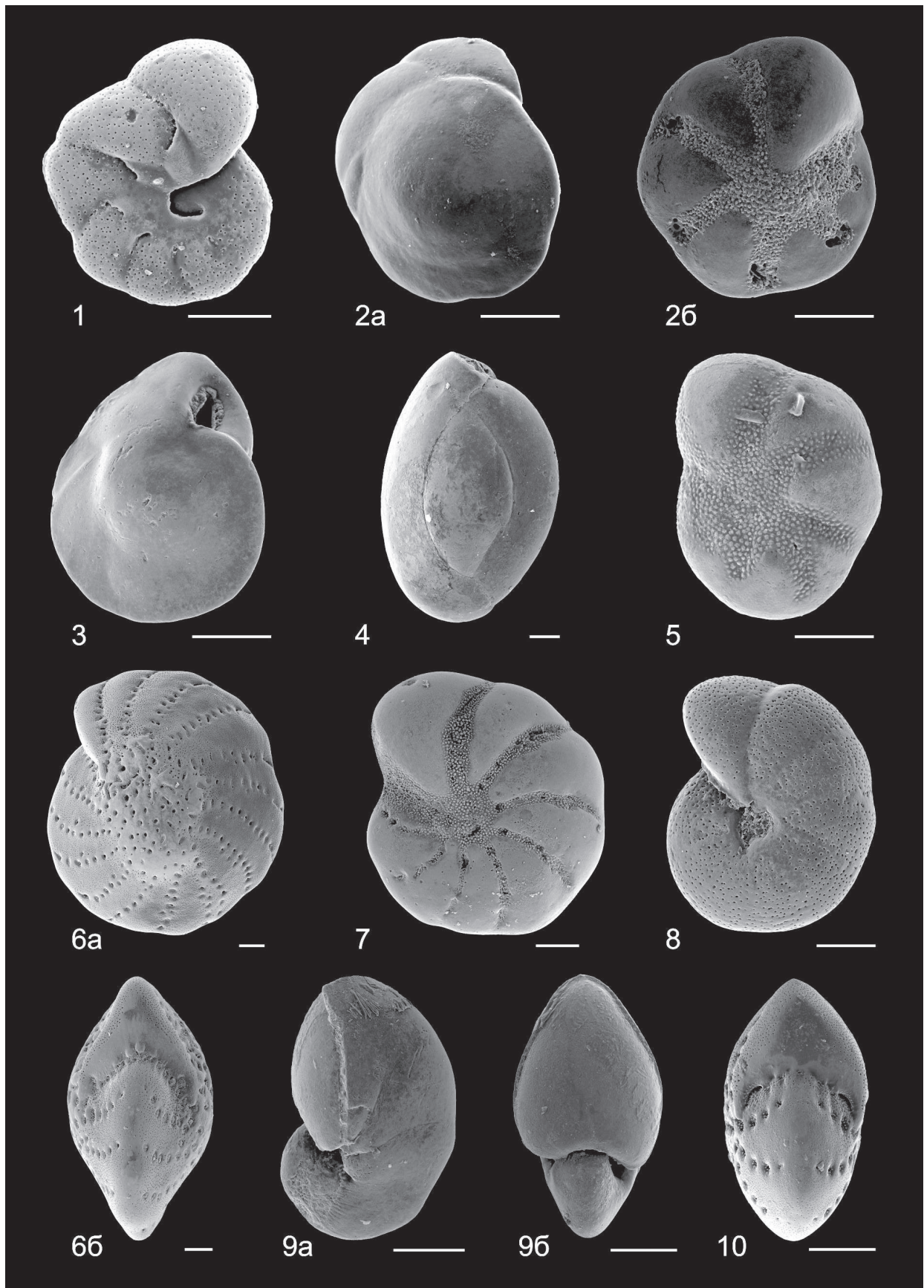
Последовательность кульминации основных лесообразующих пород деревьев, столь характерная для микулинского стратотипа Русской равнины (Гричук, 1961) и разрезов Западной Европы, в разрезе Бычье-2 в целом такая же, но имеет четко выраженную местную индивидуальность. Основной тренд – быстрое вытеснение травяно-кустарничковых сообществ перигляциального типа лесными группировками, вначале сосново-березовыми на ранней стадии межледниковья, впоследствии – с быстрым увеличением тепло- и влагообеспеченности, смешанными с участием широколиственных растений и значительной долей темнохвойных элементов, а вслед за этим – исчезновение термофильных элементов и возврат к господству сосны и березы в лесах конца межледниковья. Климатическая обстановка на северо-востоке Беломорского региона исключала распространение в лесных сообществах термофильных растений западноевропейского типа, в первую очередь бука и граба.

Среди микрофоссилий наиболее многочисленной группой в разрезе Бычье-2 являются бентосные фораминиферы. С их помощью выделено пять экозон. Подавляющее большинство видов относится к типичным обитателям шельфов арктических морей (рисунок) (Корсун и др., 1994; Polyak et al., 2002), к числу более тепловодных элементов можно отнести только *Elphidium williamsoni* Haynes, 1973 и *Trifarina angulosa* (Williamson, 1858), которые появляются в верхней части разреза.

Экозоны 1–3 (> 131–130,25 тыс. лет назад) соответствуют холодному ледовитому арктическому бассейну с высокими скоростями осадконакопления и сильной стратификацией водной толщи, обусловленной опреснением поверхностных вод талыми ледниковыми и речными водами и существованием придонных вод нормально-морской солености. С самого начала затопления палеобассейн заселили бентосные виды, типичные для различных зон арктических шельфовых морей от прибрежных районов (*Buccella frigida* (Cushman, 1922), *Elphidium clavatum* Cushman, 1930, *Elphidium incertum* (Williamson, 1858), *Haynesina orbiculare* (Brady, 1881) до внешнего шельфа и континентального склона (*Astrononion gallowayi* Loeblich and Tappan, 1953; *Cibicides lobatulus* (Walker & Jacob, 1798), *Islandiella norcrossi* (Cushman, 1933), *Melonis barleeanus* (Williamson, 1948), что указывает на ведущую роль солености вод, а не температуры, в расселении видов при проникновении моря на шельфы после снятия ледниковой нагрузки. Видов, характерных для атлантических вод, в осадках разреза Бычье-2 не встречено.

Экозоны 4 и 5 (130,25–119,5 тыс. лет назад) соответствуют длительной регрессивной стадии, совпавшей с межледниковым потеплением климата. Увеличение площади прогреваемых летом мелководий способствовало расселению мелководных и тепловодных видов бентосной микрофауны, в том числе остракоды, характерные для Балтийского моря и не встречающиеся в настоящее время в арктических морях. Наиболее многочисленны они в осадках той части разреза, которая характеризует интервал от 128 до 124 тыс. лет назад (Талденкова и др., в печати).

По совокупности методов в разрезе достаточно четко выделяются следующие возрастные «реперы»:



Основные виды бентосных фораминифер в разрезе Бычье-2:

1 – *Astrononion gallowayi* Loeblich and Tappan, 1953; 2a, б – *Buccella frigida* (Cushman, 1922); 3 – *Islandiella norcrossi* (Cushman, 1933); 4 – *Quinqueloculina seminulum* (Linne, 1758); 5 – *Elphidium subarcticum* Cushman, 1944; 6a, б – *Elphidiella tumida* Gudina, 1969; 7 – *Haynesina orbiculare* (Brady, 1881); 8 – *Melonis barleeanus* (Williamson, 1948); 9a, б – *Nonion labradoricum* (Dawson, 1960); 10 – *Elphidium clavatum* Cushman, 1930

1) контакт морских приглубых отложений с московской мореной, который, судя по пыльцевым данным, совсем незначительно древнее времени перехода от перигляциальной ледниковой растительности к межледниковой около 131 тыс. лет назад;

2) отчетливо проявлены как самая глубоководная фаза развития бассейна около 130,5–130,25 тыс. лет назад (по составу бентосной микрофауны), так и последующая регрессия около 130 тыс. лет назад (по резкому укрупнению гранулометрического состава осадков);

3) наиболее теплая фаза в развитии растительности (палинозона Ву-5) следует сразу за началом регрессии примерно 130–129 тыс. лет назад;

4) исчезновение широколиственных растений и значительное снижение численности и разнообразия бентосной микрофауны в самом верху разреза Бычье-2 маркируют окончание бореальной трансгрессии и межледникового потепления климата около 119,5 тыс. лет назад.

Исследование выполнено при поддержке РФФ (грант № 22-27-00324).

Литература

Гричук В. П. Ископаемые флоры как палеонтологическая основа стратиграфии четвертичных отложений // Рельеф и стратиграфия четвертичных отложений северо-запада русской равнины. – М. : Наука, 1961. – С. 25–71.

Девятова Э. И. Природная среда позднего плейстоцена и ее влияние на расселение человека в Северодвинском бассейне и в Карелии. – Петрозаводск : Карелия, 1982. – 156 с.

Корсун С. А., Погодина И. А., Тарасов Г. А., Матишов Г. Г. Фораминиферы Баренцева моря (гидробиология и четвертичная палеоэкология). – Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 1994. – 136 с.

Руденко О. В., Талденкова Е. Е., Баух Х. А., Овсепян Я. С. Новые данные к палиностратиграфии микулинских (эмских) отложений в низовьях реки Пеза (северо-восток Беломорского региона) // Проблемы Арктики и Антарктики. – 2023. – [в печати].

Талденкова Е. Е., Овсепян Я. С., Руденко О. В., Баух Х. А. Изменения природной среды в ходе развития бореальной трансгрессии на северо-востоке Белого моря на примере детального изучения разреза Бычье-2 // Вестник МГУ. Сер. 5. География. – 2023. – № 4. – [в печати].

Funder S., Demidov I., Yelovicheva Ya. Hydrography and mollusc faunas of the Baltic and the White Sea-North Sea seaway in the Eemian // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – 2002. – Vol. 184. – Pp. 275–304.

Grøsfjeld K., Funder S., Seidenkrantz M. S., Glaister C. Last Interglacial marine environments in the White Sea region, northwestern Russia // *Boreas*. – 2006. – Vol. 35. – Pp. 493–520.

Lambeck K., Purcell A., Funder S. et al. Constraints on the Late Saalian to early Middle Weichselian ice sheet of Eurasia from field data and rebound modelling // *Boreas*. – 2006. – Vol. 35. – Pp. 539–575.

Miettinen A., Head M. J., Knudsen K. Eemian sea-level highstand in the eastern Baltic Sea linked to long-duration White Sea connection // *Quaternary Science Reviews*. – 2014. – Vol. 86. – Pp. 158–174.

Polyak L., Korsun S., Febo L. et al. Benthic foraminiferal assemblages from the southern Kara Sea, a river-influenced arctic marine environment // *Journal of Foraminiferal Research*. – 2002. – Vol. 32. – No. 3. – Pp. 252–273.

Zagwijn W. H. An analysis of Eemian climate in western and central Europe // *Quaternary Science Reviews*. – 1996. – Vol. 15. – Pp. 451–469.

ФОРАМИНИФЕРЫ И МЕЛКОРАЗМЕРНЫЕ МАКРОФОССИЛИИ ВЕРХНЕГО МЕЛА ПОВОЛЖЬЯ

Е. М. Первушов¹, Е. А. Калякин¹, И. П. Рябов¹, А. В. Коромыслова²

¹ *Саратовский государственный университет, Саратов, pervushovem@mail.ru*

² *Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва, koromyslova.anna@mail.ru*

FORAMINIFERA AND SMALL-SIZED MICROFOSSILS OF THE UPPER CRETACEOUS OF THE VOLGA REGION

Е. М. Pervushov¹, Е. А. Kalyakin¹, I. P. Ryabov¹, A. V. Koromyslova²

¹ *Saratov State University, Saratov, pervushovem@mail.ru*

² *Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, koromyslova.anna@mail.ru*

Аннотация. Комплексные биостратиграфические исследования верхнемеловых отложений Поволжья базируются на изучении бентосных фораминифер. В микрофаунистических пробах выделены, помимо фораминифер и радиолярий, мелкоразмерные дефинитивные беспозвоночные: иглокожие, мшанки, известковые губки и замковые брахиоподы.

Ключевые слова. Бенточные фораминиферы, мшанки, иглокожие, губки, верхний мел.

Abstract. Complex biostratigraphic studies of Upper Cretaceous deposits of the Volga region are based on the study of benthic foraminifera. Microfaunistic samples identified, in addition to foraminifera and radiolaria, small-sized definitive invertebrates: echinoderms, mosses, calcareous sponges and castle brachiopods.

Key words. Benthic foraminifers, bryozoa, echinoderms, spongia, Upper Cretaceous.

Изучение бентосных фораминифер (БФ) позволило представить детальное биостратиграфическое расчленение верхнемеловых отложений Поволжья. На основе зон/подзон БФ сопоставлены разрезы турона–коньяка и нижнего сантона, установлены региональные и местные перерывы в осадконакоплении, выполнены палеоструктурные реконструкции. Анализ вертикального распространения БФ впервые показал присутствие отложений нижнего турона (Чухонастовка, Меловатка) и стратиграфически непрерывных интервалов коньяка и сантона (Коммунар) (Первушов и др., 2022а). Видовой состав и сукцессия туронских и коньякских БФ свидетельствуют о принадлежности изучаемой палеобиохории к Европейской палеобиогеографической области. Таксономическое разнообразие комплексов БФ – 70 видов, из них 22 вида (рис. 1) являются зональными в соответствии со схемой (Беньямовский, 2008; Рябов, 2023). Выводы об экологических обстановках этого времени (Первушов и др., 2019) основаны на изучение комплексов БФ и планктонных форм (Pervushov et al., 2019).

Микрофаунистические (м/ф) методы исследований верхнемеловых карбонатов оказались эффективными при выделении и изучении мелкоразмерных макрофоссилий (Первушов и др., 2020, 2022а, б; Pervushov et al., 2019). Установлено площадное распространение и намечена стратиграфическая приуроченность иглокожих, замковых брахиопод, известковых губок и мшанок. Игокожие представлены многочисленными мелкоразмерными сегментами скелетов, дефинитивные формы брахиопод – раковинами, губки – сферическими скелетами.

При извлечении микрофоссилий использовалась методика ацетализа с использованием ледяной уксусной кислоты с последующей промывкой и выделением фракции > 0,063 мм для БФ. Сухой порошок делился на фракции менее 0,4 мм и более 0,4 мм, которые рассматривались под микроскопом. Во фракции более 0,4 мм выделены мелкоразмерные элементы иглокожих и сферические скелеты известковых губок. В последующем для выделения именно сегментов иглокожих пробы отбирались весом 2 кг. Порода дезинтегрировалась 94 % уксусной кислотой, промывалась, а полученный материал фракционировался и разбирался под микроскопом. Изображения иглокожих и БФ получены автоэмиссионным сканирующим электронным микроскопом MIRA 2 LMU (Tescan) (ОНИ НБ, СНИГУ им. Н. Г. Чернышевского). Измерения скелетных элементов иглокожих проводились с использованием программы открытого доступа ImageJ.

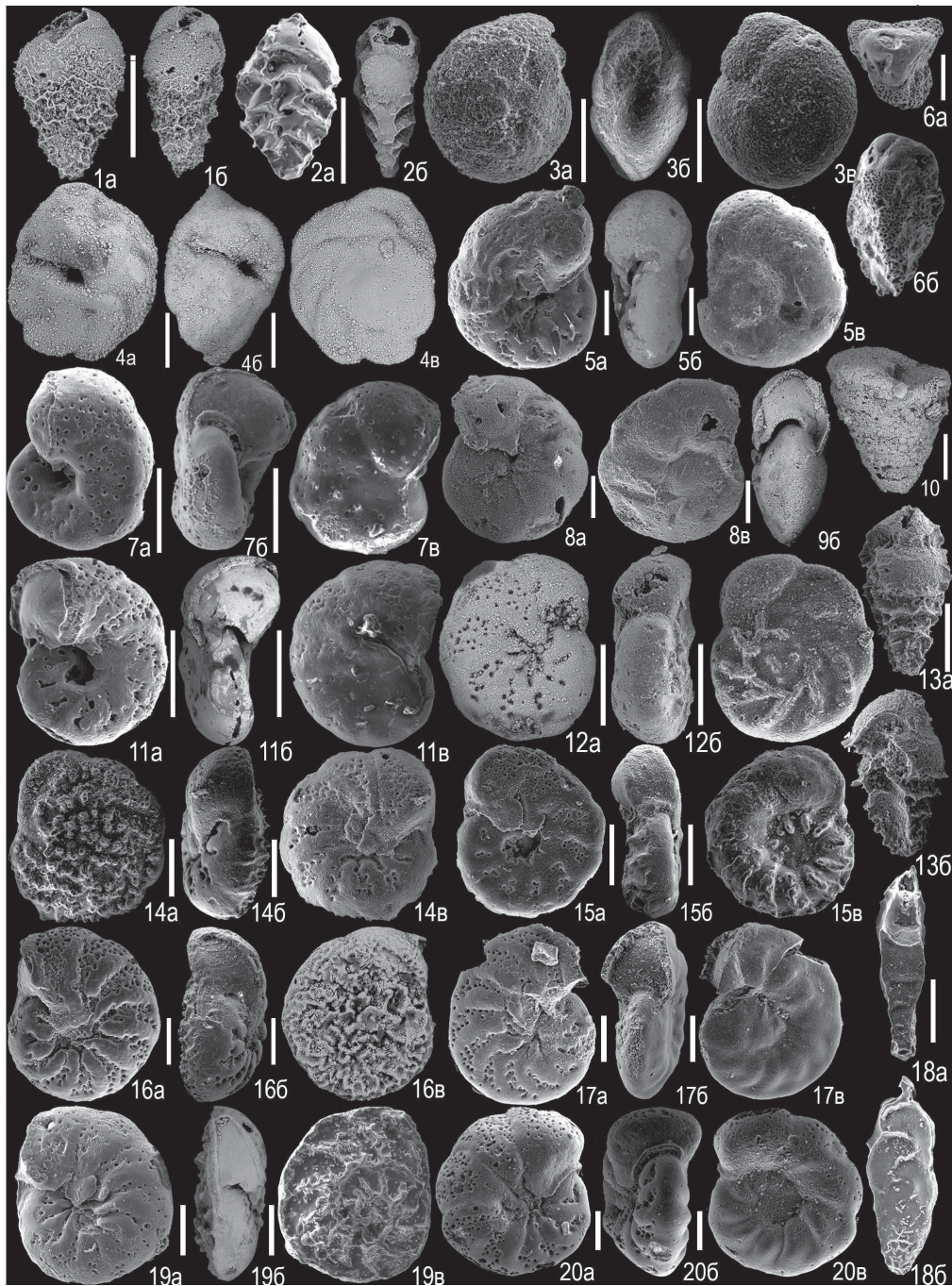


Рис. 1. Бентосные фораминиферы:

a – вид с брюшной стороны, *б* – вид с периферического края, *в* – вид со спинной стороны. Фиг. 1 – *Grammostomum kushensis* Vassilenko, экз. IPR № 262/Чух-1-1-0, Чухонастовка; фиг. 2 – *Tappanina eouvigeriniformis* (Keller), экз. IPR № 262/O2-8-16, Озерки-2; фиг. 3 – *Gavelinella nana* (Akimetz), экз. IPR № 262/КБ-2-3-110, Каменный Брод; фиг. 4 – *Globorotalites multiseptus* (Brotzen), экз. IPR № 262/КБ-2-3-105, Каменный Брод; фиг. 5 – *Gavelinella amonoides* (Reuss), экз. IPR № 262/O2-10-20, Озерки-2; фиг. 6 – *Reussella kelleri* Vassilenko, экз. IPR № 262/C2-22-161, Сплавнуха-2; фиг. 7 – *Gavelinella moniliformis* (Reuss), экз. IPR № 262/O2-8-14, Озерки-2; фиг. 8 – *Berthelina berthelini* (Keller), экз. IPR № 262/НБ-10-27, Нижняя Банновка; фиг. 9 – *Berthelina berthelini* (Keller), экз. IPR № 262/НБ-10-28, Нижняя Банновка; фиг. 10 – *Marssonella oxycona* (Reuss), экз. IPR № 262/КБ-1-77-99, Каменный Брод; фиг. 11 – *Gavelinella ukrainica* (Reuss), экз. IPR № 262/O2-8-13, Озерки-2; фиг. 12 – *Protostenioeina praeexculpta* (Keller), экз. IPR № 262/НБ-17-13, Нижняя Банновка; фиг. 13 – *Tappanina selmensis* (Cushman), экз. IPR № 262/C2-22-60, Сплавнуха-2; фиг. 14 – *Protostenioeina granulata* (Olbertz), экз. IPR № 262/КБ-1-77-86, Каменный Брод; фиг. 15 – *Gavelinella thalmani* (Brotzen), экз. IPR № 262/КБ-1-27-335, Каменный Брод; фиг. 16 – *Protostenioeina emscherica* (Baryschnikova), экз. IPR № 262/КБ-1-43-343, Каменный Брод; фиг. 17 – *Gavelinella kelleri* (Mjatluk), экз. IPR № 262/C2-23-57, Сплавнуха-2; фиг. 18 – *Loxostomum eleyi* (Cushman), экз. IPR № 262/C2-33-3, Сплавнуха-2; фиг. 19 – *Stensioeina exculpta* (Reuss), экз. IPR № 262/O2-1-1, Озерки-2; фиг. 20 – *Gavelinella costulata* (Marie), экз. IPR № 262/C2-28-17, Сплавнуха-2. Масштабная линейка – 100 мкм

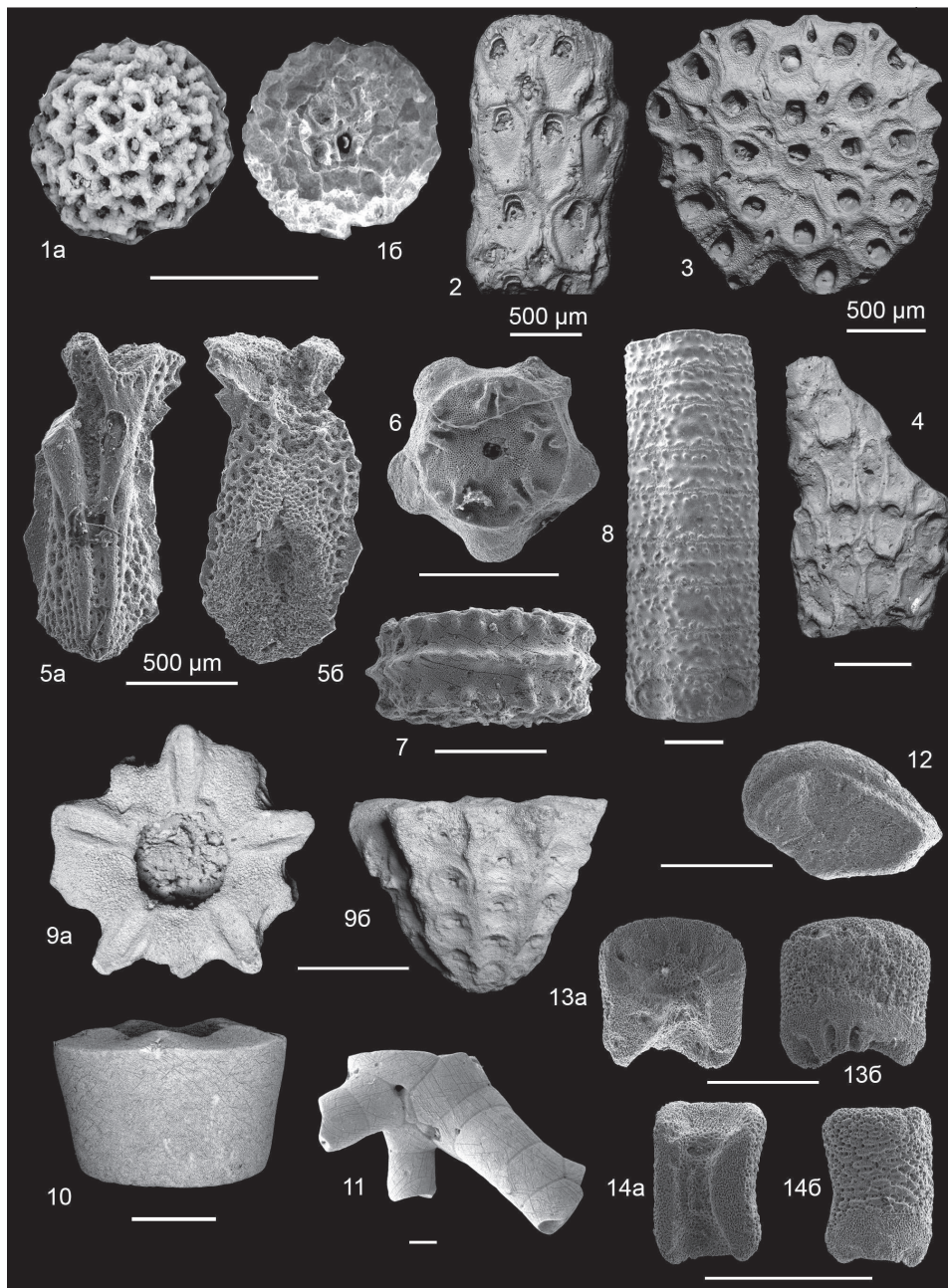


Рис. 2. Губки и иглокожие

Губки: 1 – *Porosphaera* sp., экз. KDV № 311/1/3-2, поверхность скелета: а – в обратно отраженных электронах, б – во вторичных электронах, нижний коньяк, Вольск. Мшанки; 2 – *Rhagasostoma* cf. *saltans* (Brydone), нижний маастрихт, Среднее Поволжье; 3 – *Rhagasostoma* cf. *saltans* (Brydone), нижний маастрихт, Актолагай; 4 – *Luganella goldfussi* (von Hagenow), нижний маастрихт, Среднее Поволжье. Иглокожие: 5 – *?Drepacrinus communis* (Douglas), экз. ЕАК № 207.3/NB-25-1, вторая брахиальная табличка первого порядка (IBr2), а – с внешней стороны, б – с внутренней стороны, нижний коньяк, Нижняя Банновка; 6 – *Nielsenicrinus carinatus* (Roemer), экз. ЕАК № 207.2/NB-17-1, членик стебля, со стороны поверхности сочленения, нижний коньяк, Нижняя Банновка; 7 – *N. carinatus* (Roemer), экз. ЕАК № 207.2/NB-5-1, членик стебля, сбоку, средний–верхний турон, Нижняя Банновка; 8 – *N. carinatus* (Roemer), экз. ЕАК № 207.2/Ch2-1, фрагмент стебля, сбоку, средний турон, Чухонастовка-2; 9 – *Amphorometra* gr. *conoidea* (Goldfuss), экз. ПИН №5625/18, чашечка: а – сверху, б – сбоку, средний турон, Чухонастовка-2; 10 – *Bourgueticrinus* cf. *ellipticus* (Miller), экз. ЕАК № 207.1/Ch2-1, проксималь, сбоку, средний турон, Чухонастовка-2; 11 – *Bourgueticrinus* sp., экз. ЕАК № 207.1/Ch2-2, фрагмент холдфаста, средний турон, Чухонастовка-2; 12 – *Goniasteridae* gen. et sp. indet., экз. ЕАК № 209.1/NB-8-1, маргинальная пластинка, сбоку, средний–верхний турон, Нижняя Банновка; 13 – *?Ophiomusium granulatum* (Roemer), экз. ЕАК № 208.1/NB-8-1, боковая пластинка руки: а – с внутренней стороны, б – с внешней стороны, средний–верхний турон, Нижняя Банновка; 14 – *?Ophiomusium granulatum* (Roemer), ЕАК № 208.1/NB-8-2, боковая пластинка руки, а – с внутренней стороны, б – с внешней стороны, средний–верхний турон, Нижняя Банновка. Размер масштабной линейки – 1 мм (кроме указанных отдельно)

Криноидеи (рис. 2), разрозненные членики *Bourgueticrinus* sp. и *Nielsenicrinus carinatus* (Roemer) установлены в туронских–коньякских отложениях из разрезов Чухонастовка, Каменный Брод, Нижняя Банновка, Нижняя Студенка, Сплавнуха и Новодевичье. В разрезах Вольской впадины (Коммунар) *N. carinatus* (Roemer) не обнаружен (Первушов и др., 2022б). Наибольший интерес среди находок фоссилий морских лилий представляют чашечки, которые установлены в разрезе Чухонастовка-2. Здесь определены *Glenotremites paradoxus* Goldfuss, *Amphorometra* gr. *conoidea* (Goldfuss), а также *Bourgueticrinus fischeri* (Geinitz), представленный проксимальной частью стебля и базальным венчиком, и изолированные проксимальные *B. ellipticus* (Miller) (Pervushov et al., 2019). Впервые чашечки микрокриноидей (размером меньше 2 мм) установлены в порошках проб (фракция менее 0,4 мм) в разрезе Нижняя Студенка. Определены представители родов *Bourgueticrinus*, *?Amphorometra* и, предположительно, подотряда Roveacrinida. Последние представлены в основном разрозненными брахиальными табличками и являются наиболее перспективными для целей биостратиграфии верхнемеловых отложений Поволжья. В нижнеконьякском интервале р. Ниж. Банновка установлен *?Drepanocrinus communis* (Douglas), а в нижнекампанском р. Атемар (Мордовия) выделены многочисленные элементы *?Stellacrinus pannosus* Gale. Оба вида известны из синхронных отложений Англо-Парижского бассейна, где по ровеакринидам построена детальная биостратиграфическая схема для сеноманского–кампанского интервалов (Gale, 2016, 2019). Ранее ровеакриниды не выделялись на территории бывшего СССР.

В Поволжье разрозненные таблички морских звезд семейства Goniasteridae Forbes установлены в большинстве изученных разрезов турона–сантона. В м/ф пробах из туронских–коньякских отложений наравне с криноидеями доминируют элементы офиур. Преобладают боковые пластинки рук *?Ophiomusium granulatum* (Roemer), реже встречаются адоральные пластинки рук *Ophiocoma? senonensis* (Valette). Редки разрозненные позвонки офиур, таксономическая принадлежность которых не определена. Из разреза Чухонастовка-2 собраны единичные фрагменты луча *Ophiotitanos serrata* (Roemer) и *Ophioderma? radiatum* Kutscher et Jagt. За пределами региона в разрезах Западной Европы, Северной Африки, США указанные таксоны имеют широкий стратиграфический диапазон распространения, что существенно снижает их биостратиграфический потенциал.

Выделены многочисленные мелкие (до 1–2 мм) сферические скелеты известковых губок (*Porosphaera* sp.; рис. 2), которые впервые установлены по всему разрезу турон–коньякских и кампан–маастрихтских отложений в разрезах Поволжья.

Ранее колонии мшанок были извлечены В. Б. Сельцером и В. Н. Беньямовским из образцов, отобранных на м/ф анализ из карбонатных пород нижнего маастрихта карьера Красный Октябрь (г. Вольск, Саратовская область) и плато Актолагай, Западный Казахстан (обн. 3019, пачка XIII, образцы 85 и 93 в Барабошкин и др., 2019). Детально описанные мшанки представлены в Среднем Поволжье видами *Rhagasostoma* cf. *saltans* (Brydone, 1930), *Luganella goldfussi* (von Hagenow, 1839) и *Acoscinopleura* sp. (Koromysova, Seltser, 2020) и *Meliceritites* cf. *dentiferus* Viskova, 1965, *?Reteporidea* sp., *R.* cf. *saltans*, *Acoscinopleura beniamovskii* Koromysova et al., 2021 и *Escharifora? invisibilia* Koromysova et al., 2021 на плато Актолагай (Koromysova et al., 2021).

Наиболее интересны из них *Rhagasostoma* cf. *saltans* и *Luganella goldfussi* (рис. 2) – формы широкого географического распространения. Первый вид обладает вертикальными колониями с плоскими билатеральными ветвями и известен из нижнего маастрихта Англии, Южного Приаралья, Среднего Поволжья, плато Актолагай и датского о. Мён (Koromysova et al., 2021). Второй вид, представленный свободнолежащими дисковидными колониями, широко распространен в нижнем маастрихте о. Рюген (Германия), п-ова Мангышлака, Западного Копетдага и Среднего Поволжья (Koromysova, Seltser, 2020). Скелеты мшанок также выделены в разрезах Нижняя Студенка и Чухонастовка-2 (Koromysova, Pervushov, 2022).

Литература

- Барабошкин Е. Ю., Беньямовский В. Н., Гужиков А. Ю.* и др. Комплексное изучение пограничного интервала кампана–маастрихта в Поволжье (Россия) и на плато Актолагай (Западный Казахстан) Русской плиты / ред. Г. Ж. Жолтаев // Проблемы геологии и расширение минерально-сырьевой базы стран Евразии: Материалы международной научной конференции. – Алматы : ТОО ИГН, 2019. – С. 69–79.
- Беньямовский В. Н.* Схема инфразонального биостратиграфического расчленения верхнего мела Восточно-Европейской провинции по бентосным фораминиферам. Ст. 1. Сенман–коньяк // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2008. – Т. 16. – № 3. – С. 36–46.
- Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Калякин Е. А.* и др. Туронские–коньякские отложения юго-западной части Ульяновско-Саратовского прогиба // Известия вузов. Геология и разведка. – 2019. – № 5. – С. 10–27.
- Первушов Е. М., Сельцер В. Б., Калякин Е. А., Рябов И. П.* Сантон Вольско-Хвалынской структурной зоны. Ст. 2. Биостратиграфия и современное структурное положение // Известия Саратовского ун-та. Новая серия. Сер. Науки о Земле. – 2020. – Т. 20. – Вып. 3. – С. 204–221.
- Первушов Е. М., Рябов И. П., Сельцер В. Б.* и др. Верхнемеловые отложения Вольской структурной зоны Восточно-Европейской платформы: турон – нижний кампан разреза Коммунар. Ст. 1. Описание разреза, бентосные фораминиферы, магнитостратиграфия // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2022а. – Т. 30. – № 2. – С. 101–124.
- Первушов Е. М., Рябов И. П., Сельцер В. Б.* и др. Верхнемеловые отложения Вольской структурной зоны Восточно-Европейской платформы: турон – нижний кампан разреза Коммунар. Ст. 2. Макрофаунистическая характеристика, выводы // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2022б. – Т. 30. – № 3. – С. 1–28.
- Рябов И. П.* Бентосные фораминиферы турона–коньяка Правобережного Поволжья // Автореф. дисс. канд. геол.-минерал. наук. – Саратов : Изд-во Саратовского ун-та, 2023. – 23 с.
- Gale A. S.* Roveacrinida (Crinoidea, Articulata) from the Santonian–Maastrichtian (Upper Cretaceous) of England, the US Gulf Coast (Texas, Mississippi) and southern Sweden // Papers in Palaeontology. – 2016. – Vol. 2. – Pt. 4. – Pp. 1–44.
- Gale A. S.* Microcrinoids (Echinodermata, Articulata, Roveacrinida) from the Cenomanian–Santonian chalk of the Anglo-Paris Basin: taxonomy and biostratigraphy // Revue de Paléobiologie. – 2019. – Vol. 38. – No. 2. – Pp. 397–533.
- Koromysova A. V., Taylor P. D., Pakhnevich A. V.* Early Maastrichtian erect bryozoans from western Kazakhstan, with descriptions of two new species and the comparative internal morphology of some cheilostome genera // Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie – Abhandlungen. – 2021. – Vol. 302. – Pp. 235–262.
- Koromysova A. V., Seltser V. B.* Early Maastrichtian cheilostome bryozoans from the middle Volga River region // Paläontologische Zeitschrift. – 2020. – URL: <https://doi.org/10.1007/s12542-019-00509-3>
- Koromysova A. V., Pervushov E. M.* Uppermost Turonian bryozoans from the Lower Volga River region: scanning electron microscopy and micro – computed tomography studies // Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie. – 2022. – Vol. 305. – No. 3. – Pp. 263–295. – DOI: 10.1127/nigpa/2022/1090
- Pervushov E. M., Ryabov I. P., Guzhikov A. Yu.* et al. Turonian–Coniacian Deposits of the Kamennyi Brod-1 Section (Southern Ulyanovsk-Saratov Trough) // Stratigraphy and Geological Correlation. – 2019. – Vol. 27. – No. 7. – Pp. 804–839.

МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКИЕ ИНДИКАТОРЫ ОБСТАНОВОК ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ В АРКТИЧЕСКИХ МОРЯХ РОССИИ

Е. И. Полякова¹, Т. С. Ключевиткина¹, Е. А. Новичкова², Е. А. Агафонова²

¹ *Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, географический факультет,
Москва, ye.polyakova@mail.ru, t.klyuvitkina@mail.ru*

² *Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва, enovichkova@mail.ru, agafonovaelizaveta@mail.ru*

MICROPALAEONTOLOGICAL INDICATORS OF SEDIMENTATION ENVIRONMENTS IN THE ARCTIC SEAS OF RUSSIA

Ye. I. Polyakova¹, T. S. Klyuvitkina¹, E. A. Novichkova², E. A. Agafonova²

¹ *Lomonosov Moscow State University, Geographical Faculty, Moscow, ye.polyakova@mail.ru, t.klyuvitkina@mail.ru*

² *Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, enovichkova@mail.ru, agafonovaelizaveta@mail.ru*

Аннотация. Исследованы ассоциации диатомей и водных палиноморф в поверхностном слое донных осадков арктических морей России, а также в эстуариях крупнейших рек Евразийской Арктики. Установлена последовательная смена седиментационных и биологических процессов в заливах по мере удаления от устьев рек и повышении солёности вод, выявлены специфические региональные особенности.

Ключевые слова. Голоцен, диатомеи, динофлагеллаты, маргинальные фильтры рек.

Abstract. Assemblages of diatoms and non-pollen palynomorph were analyzed in bottom sediments' surface layer of the Russian Arctic seas, as well as in the estuaries of the Eurasian Arctic rivers. Succession of depositional and biological processes in them depending on the distance from river mouths and water salinity was established, specific regional features were identified.

Key words. Holocene, diatoms, dinoflagellate cysts, marginal filters of rivers.

Диатомеи и водные палиноморфы являются одними из наиболее перспективных микропалеонтологических групп в палеоокеанологических исследованиях Арктики, т. к. позволяют решать широкий круг вопросов: реконструировать палеоциркуляцию водных масс, изменения речного стока в арктические шельфовые моря; границы распространения и продолжительность сезонного морского ледового покрова, происхождение льдов и пути их дрейфа; изменения палеотемператур, палеосолёности и палеопродуктивности вод, а также седиментационных обстановок (Полякова, 1997; Polyakova, 2003; Polyakova, Novichkova, 2018; Новичкова, Полякова, 2013; Полякова и др., 2016; Ключевиткина и др., 2009; Agafonova et al., 2020). Полученные к настоящему времени данные показали, что основные процессы трансформации взвешенных и растворенных веществ водосборных бассейнов происходят в пределах устьев рек и заливов, представляющих собой типичные маргинальные фильтры (МФ) (Лисицын, 1994, 2014; Кравчишина, Лисицын, 2011; Stein, 2008; Stein et al., 2004). Эти фильтры представляют собой природную систему, состоящую из гравитационной, физико-химической (коагуляционно-сорбционной) и биологической частей, последовательно сменяющих друг друга. В области МФ может осаждаться более 80 % углеводов. При этом одним из основных компонентов взвеси в пределах МФ арктических морей является речной и морской фитопланктон, аккумуляция которого в осадках, также как и биологическая продуктивность вод, контролируются физико-химическими процессами в зоне смешения речных и морских вод (Лисицын, 1994, 2014; Polyakova, 2003; Полякова и др., 2016). Таким образом, исследования особенностей состава ассоциаций диатомовых водорослей и водных палиноморф МФ рек перспективно и имеет большое значение для выявления индикаторов месторождений углеводов и регионального геологического изучения недр.

Обильный речной сток и выносимые на мелководный арктический шельф Евразии взвешенные минеральные и органические вещества (Гордеев, 2004) не только оказывают влияние на седиментационные процессы в Арктике, но и играют важную роль в формировании глобальных океанологических и природно-климатических процессов как в настоящее время, так и в геологическом прошлом.

Нами были исследованы ассоциации диатомей и водных палиноморф, включающие главным образом цисты морских динофлагеллат и пресноводные зеленые водоросли, в поверхностном слое донных осадков морей Белое, Баренцево, Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское и Чукотское, а также в эстуариях крупнейших рек Евразийской Арктики. Полученные данные свидетельствуют о последовательной смене седиментационных и биологических процессов в заливах по мере удаления от устьев рек и повышении солёности вод и вместе с тем имеют специфические региональные особенности. Наиболее ярко эти закономерности выражены в устьевых районах крупнейших Сибирских рек Обь и Енисей, Обском и Енисейском эстуариях и прилегающем шельфе Карского моря (рис. 1).

На первой гравитационной ступени МФ, которая установлена в приустьевых районах рек и соответствует резкому сокращению скоростей течения рек, встречены почти исключительно пресноводные виды диатомей, численность которых в отдельных пробах достигает нескольких млн створок/г осадка. На барьере река–море, на коагуляционно-сорбционной ступени МФ, соответствующей области лавинной седиментации, установлены экстремально высокие концентрации створок диатомей в поверхностных осадках, а также общего органического углерода (Polyakova, 2003; Stein et al., 2004). Доминируют пресноводные виды (> 90 %), концентрации которых в осадках достигают в Обском эстуарии 51,6 млн створок/г и в Енисейском 82,6 млн створок/г при средней многолетней солёности поверхностных вод в вегетационный период от 2 до 5–8 епс. Резкое сокращение концентраций створок диатомей в поверхностных осадках на несколько порядков установлено при повышении летней солёности вод в эстуариях > 8–10,5 епс, где наблюдаются наиболее высокие концентрации взвешенного материала в поверхностных водах, что резко сокращает их прозрачность и, таким образом, лимитирует продуктивность фитопланктона. Процессы биоседиментации начинают играть ведущую роль

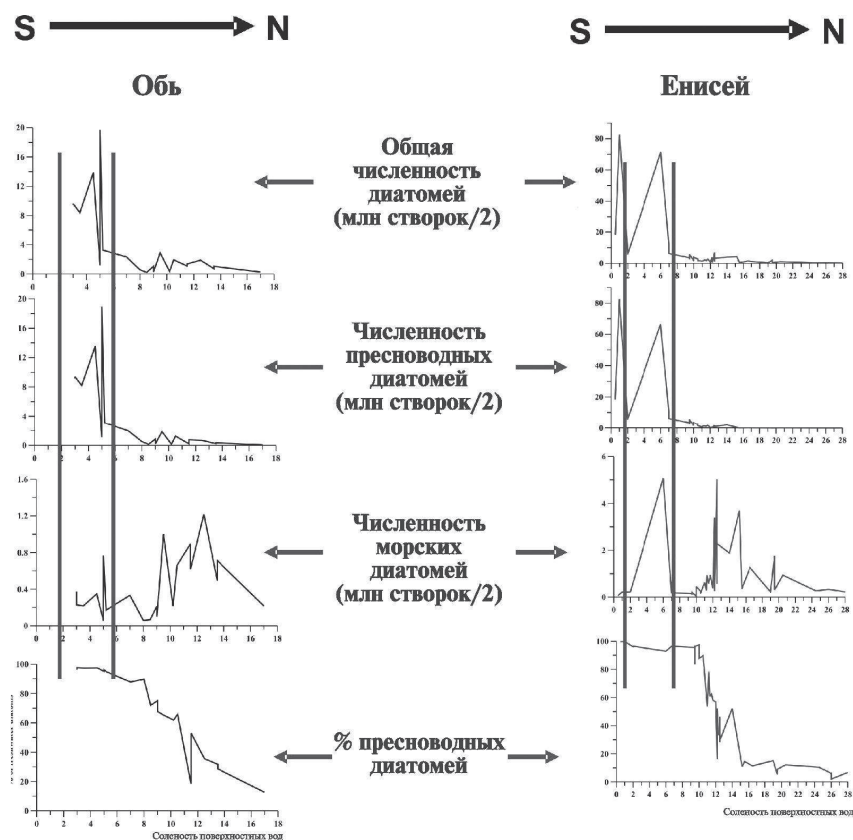


Рис. 1. Распределение общих концентраций диатомей в осадках, численности створок пресноводных и морских диатомей, а также процентного содержания пресноводных видов в зависимости от распределения летней солёности поверхностных вод по разрезам «Обь» и «Енисей» в Карском море (Polyakova, 2003; Полякова и др., 2009, 2016)

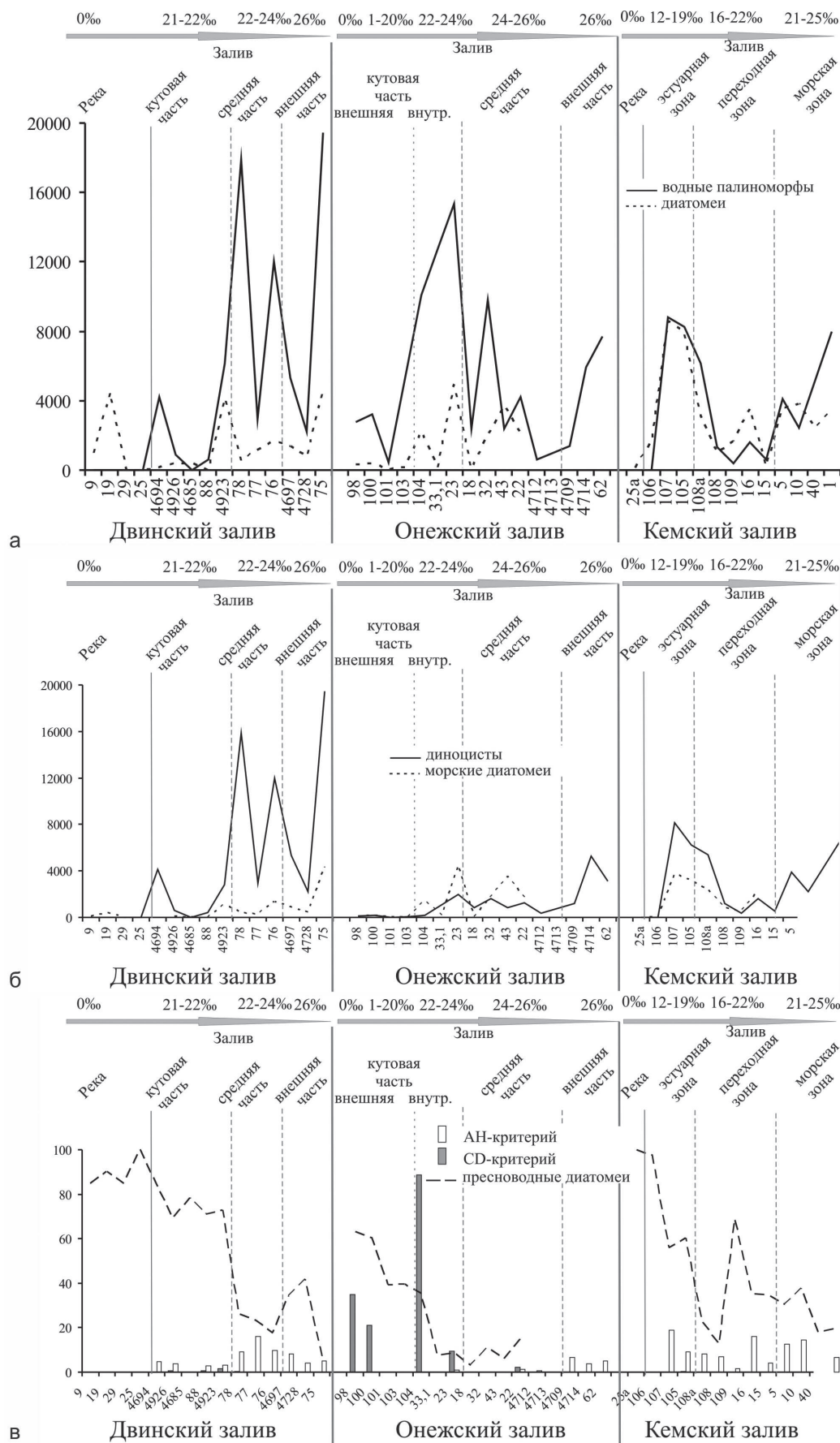


Рис. 2. Распределение в поверхностных осадках заливов по направлению суша–море:

а – концентраций водных палиноморф (ед./г) и диатомовых водорослей (10^3 ств./г); *б* – концентраций диноцист (цист/г) и морских диатомовых водорослей (10^3 ств./г); *в* – доли пресноводных диатомей (левая шкала), CD-, AN-критериев (правая шкала) в ассоциациях микроводорослей (Полякова и др., 2016)

на внутреннем шельфе, где увеличивается прозрачность вод при солёности > 12–14 епс (биологическая ступень МФ). Для этой ступени характерны наиболее высокие концентрации ледово-морских и морских планктонных диатомей в осадках (до 3,6 млн ств./г).

В Белом море количественное распределение диатомей и водных палиноморф в поверхностных осадках Двинского и Онежского заливов и Кемской губы, а также прилегающих эстуариях рек выявило закономерное повышение концентраций микроводорослей в более тонкозернистых осадках (рис. 2), что обусловлено в первую очередь размерностью доминирующих видов диатомей (10–100 мкм) и диноцист (32–100 мкм). При содержании алеврито-пелитовой фракции (40 %) резко возрастает практически на порядок. Максимальные концентрации диатомей и водных палиноморф (до 8,6 млн ств./г и 19,5 тыс. ед./г) приурочены к илам с содержанием алеврито-пелитовой фракции 80–100 % (Новичкова, Полякова, 2013; Полякова и др., 2016).

Распределение диатомовых водорослей и водных палиноморф в поверхностных осадках заливов Белого моря отражает смену седиментационных и биологических процессов по мере удаления от устьев рек и увеличении солёности вод. Вместе с тем, в отличие от Обского и Енисейского эстуариев, в осадках заливов Белого моря границы выделенных ступеней МФ «размыты», что обусловлено высокой гидродинамической активностью вод за счет приливно-отливных течений, амплитуда которых может достигать 2–3 м, что приводит к осушению значительных частей акватории моря во время отливов. В ходе приливов морские воды поступают в рукава дельт рек, что фиксируется по находкам морских эвригалинных диатомей (Полякова и др., 2016; Новичкова, Полякова, 2013; Polyakova, Novichkova, 2018).

На первой гравитационной ступени, в нижнем течении рек встречены почти исключительно пресноводные, преимущественно планктонные виды диатомей, численность которых в отдельных пробах (р. Северная Двина) достигала нескольких млн ств./г осадка. Вторая коагуляционно-сорбционная ступень МФ, характеризующаяся лавинной седиментацией речной взвеси, включая фитопланктон, при солёности поверхностных вод в вегетационный период от 2 до 5–8 епс, приурочена к барьеру река–море. В Двинском и Онежском заливах эта ступень приурочена, вероятно, к внешней части дельт и прилегающим к ней участкам моря, что, вероятно, и обуславливает рост дельты, однако «размыта» за счет интенсивных приливно-отливных течений и мощного весеннего половодья. В кутовой части заливов по мере удаления от устьев рек и быстром увеличении солёности поверхностных вод до 18–20 епс и происходит резкое снижение в поверхностных осадках численности пресноводных диатомей и зеленых водорослей. Суммарная численность морских микроводорослей остается в основном низкой, что связано с высокой мутностью вод, препятствующей их вегетации. В составе морских диатомей преобладают эвригалинные виды, а в составе диноцист – гетеротрофные виды.

По мере удаления от устьев рек и увеличения солёности вод до 23–25 епс во внешней части заливов численность морских диатомей и диноцист достигает максимальных значений.

Таким образом, несмотря на имеющиеся различия количественного и видового состава ассоциаций микроводорослей, которые обусловлены отличиями в объемах речного стока, глубинами заливов и интенсивностью приливно-отливных течений и другими региональными особенностями, установлена в целом схожая последовательность их изменений на различных ступенях МФ исследованных рек Евразийской Арктики.

Работа выполнена по темам государственных заданий Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова № 121051100135-0 и Минобрнауки № FMWE-2021-0006.

Литература

Гордеев В. В. Реки российской Арктики: потоки осадочного материала с континента в океан // Новые идеи в океанологии. Т. 2. – М. : Наука, 2004. – С. 113–166.

Клювиткина Т. С., Новичкова Е. А., Полякова Е. И., Маттиессен Й. Водные палиноморфы в осадках арктических морей Евразии и их значение для палеоокеанологических реконструкций позднего плейстоцена и голоцена (на примере морей Белого и Лаптевых) / ред. Х. Кассенс и др. // Система моря Лаптевых и прилегающих морей Арктики: Современное состояние и история развития. – М. : Изд-во МГУ, 2009. – С. 448–466.

Кравчишина М. Д., Лисицын А. П. Гранулометрический состав взвешенных веществ в маргинальном фильтре реки Северной Двины // *Океанология*. – 2011. – Т. 51. – № 1. – С. 94–109.

Лисицын А. П. Маргинальный фильтр океанов // *Океанология*. – 1994. – Т. 34. – № 5. – С. 735–747.

Лисицын А. П. Современные представления об осадкообразовании в океанах и морях. Океан как природный самописец взаимодействия геосфер Земли / под ред. Л. И. Лобковского, А. П. Лисицына // *Мировой океан*. Т. II. Физика, химия и биология океана. Осадкообразование в океане и взаимодействие геосфер Земли. – М.: Научный мир, 2014. – С. 331–548.

Новичкова Е. А., Полякова Е. И. Ассоциации микроводорослей в донных осадках областей маргинальных фильтров заливов Белого моря // *Докл. РАН*. – 2013. – Т. 449. – № 4. – С. 474–479.

Полякова Е. И., Новичкова Е. А., Лисицын А. П. и др. Диатомеи и водные палиноморфы в поверхностных осадках заливов Белого моря как индикаторы седиментационных процессов в маргинальных фильтрах рек // *Океанология*. – 2016. – Т. 56. – № 2. – С. 310–321.

Agafonova E., Polyakova Y., Novichkova Y. The diatom response to Postglacial environments in the White Sea, the European Arctic // *Marine Micropaleontology*. – 2020. – Vol. 161. – 101927.

Polyakova Ye. I. Diatom assemblages in the surface sediments of the Kara Sea (Siberian Arctic) and their relationship to oceanological conditions / eds. R. Stein et al // *Siberian River Run-off in the Kara Sea: Characterization, Quantification, Variability, and Environmental Significance*. – Amsterdam: Elsevier, 2003. – Pp. 375–400.

Polyakova Ye. I., Novichkova Ye. A. Diatoms and aquatic palynomorphs in the White Sea sediments as indicators of sedimentation processes and paleoceanography / eds. A. P. Lisitsyn, L. L. Demina // *Sedimentation Processes in the White Sea: The White Sea Environment Hdb Environmental Chemistry*. Springer International Publishing AG, part of Springer Nature New York. – 2018. – Vol. 2. – Pp. 10–48.

Stein R. Arctic Ocean Sediments // *Processes, Proxies, and sediments*. – Amsterdam: Elsevier, 2008. – 592 p.

Stein R., Dittmers K., Fahl K. et al. Arctic (paleo) river discharge and environmental change: evidence from the Holocene Kara Sea sedimentary record // *Quaternary Science Review*. – 2004. – Vol. 23. – Pp. 1485–1511.

ЮРСКИЕ ФОРАМИНИФЕРЫ И РАДИОЛЯРИИ ИЗ ТЕССЕЛЬСКОГО ОСАДОЧНО-ВУЛКАНИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА (ЮЖНЫЙ БЕРЕГ КРЫМА)

М. А. Устинова¹, В. С. Вишневецкая¹, В. И. Лысенко², А. С. Алексеев^{3, 4}

¹ Геологический институт РАН, Москва, *ustinova_masha@mail.ru, valentina.vishnaa@mail.ru*

² Филиал Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова, Севастополь, *niagara_sev@mail.ru*

³ Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, *aaleks@geol.msu.ru*

⁴ Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва

JURASSIC FORAMINIFERS AND RADIOLARIANS FROM TESSELI SEDIMENTARY-VOLCANIC COMPLEX (SOUTH COAST OF CRIMEA)

M. A. Ustinova¹, V. S. Vishnevskaya¹, V. I. Lysenko², A. S. Alekseev^{3, 4}

¹ Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, *ustinova_masha@mail.ru, valentina.vishnaa@mail.ru*

² Branch of Lomonosov Moscow State University in Sevastopol City, Sevastopol, *niagara_sev@mail.ru*

³ Lomonosov Moscow State University, Moscow, *aaleks@geol.msu.ru*

⁴ Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

Аннотация. В известняках, входящих в состав Тессельского осадочно-вулканогенного комплекса, в районе пос. Форос установлены небогатый комплекс агглютинирующих фораминифер, предположительно тоарского возраста, и бедный комплекс радиолярий, указывающий на тоар–аален. Это вторая находка юрских радиолярий в Крыму.

Ключевые слова. Фораминиферы, радиолярии, нижняя–средняя юра, биостратиграфия.

Abstract. The limestones of the Tesseli sedimentary-volcanic complex, in vicinity of Foros Settlement, contain poor assemblage of possibly Toarcian agglutinated foraminifers and Toarcian–Aalenian assemblage of radiolarians. It is a second occurrence of Jurassic radiolarians in the Crimea.

Key words. Foraminifers, radiolarians, Lower–Middle Jurassic, biostratigraphy.

В юго-западной части Главной гряды Крымских гор между оврагом Биюк-Дере и скалой Парус к северо-западу от пос. Форос развиты отложения Тессельского осадочно-вулканогенного комплекса (Лысенко, 2019а, б; Лысенко и др., 2022). На поверхности лав и туфов обнаружен биогерм, состоящий из раковин брахиопод, а выше по склону в толще алевролитов

и аргиллитов удалось проследить прерывистый прослой черных известняков с макрофауной. Найденный в них аммонит и брахиоподы из биогерма определены соответственно В. В. Аркадьевым и Ю. С. Репиным как поздне триасовые (Лысенко, 2019б). В биогерме раковины брахиопод образуют плотные пережатые скопления, а в черных тонкозернистых известняках встречаются рассеянные раковины хорошей сохранности.

Для расширения палеонтологической характеристики черные известняки были выбраны для выделения микрофауны. Одна из проб отобрана над биогермом (обр. 311), а вторая – вблизи скалы Парус (обр. 312). Образцы каждый весом около 0,5 кг были растворены в 7 % уксусной кислоте в надежде обнаружить триасовые конодонты, но таковых не оказалось. Однако в нерастворимом остатке этих двух проб присутствуют редкие скелеты радиолярий (обр. 312), более многочисленные агглютинированные раковины бентосных фораминифер и мелкие зубы акул без корней (образцы 311 и 312), а также обугленный растительный детрит и бочонковидные фекальные пеллеты(?).

Фораминиферы. Поскольку раковины фораминифер были выделены путем растворения в кислоте, представлены только те из них, которые имеют агглютинированную раковину, состоящую из мелких зерен терригенных минералов, в основном кварца. Возможно, раковины дополнительно были окремнены. Сохранность их средняя или плохая. Нельзя исключить присутствия в известняках и секретионных форм с известковой раковинкой, которые примененным способом не могли быть экстрагированы. Наиболее разнообразный комплекс фораминифер выделен из обр. 311.

Суммарно комплекс фораминифер включает представителей восьми родов, из которых достоверно определены только восемь видов (рис. 1, 2). Наиболее разнообразны виды из рода *Reophax*: *R. helveticus* (Häusler, 1881) em. Oesterle, 1968, распространенный в верхнем тоаре Днепровско-Донецкой впадины, келловее Сирии и верхней юре Западной Европы (Пяткова, Пермякова, 1978; Kuznetsova et al., 1996); *R. multilocularis* Häusler, 1883, возникший в лейасе и существующий до сих пор; *R. scorpiurus* Montfort, 1808, существующий с лейаса доныне (Пяткова, Пермякова, 1978); *R. sterkii* Häusler, 1885, известный в нижней и средней юре Днепровско-Донецкой впадины, средней и верхней юре Западной Европы, оксфорде Сирии (Пяткова, Пермякова, 1978; Kuznetsova et al., 1996). Вид *Rhizammina rudis* Kaptarenko-Chernousova, 1959, обнаруженный в единственном экземпляре в обр. 311, известен из тоара Днепровско-Донецкой впадины и северо-западной окраины Донбасса, келловее Сирии (Пяткова, Пермякова, 1978; Kuznetsova et al., 1996). Вид *Lagenammina ampullacea* (Brady, 1881) существует с лейаса до настоящего времени, в ископаемом состоянии он встречается в верхнем тоаре южной части Днепровско-Донецкой впадины и северо-западной окраины Донецкого бассейна, Северного Кавказа (Пяткова, Пермякова, 1978). Вид *Verneuiliinoides tchegemensis* Makarieva, 1971 распространен в отложениях тоара и байоса Северо-Восточного Кавказа и Дагестана (Макарьева, 1971, 1982), тоара Центральной Турции (Кузнецова и др., 2002). Вид *Haplophragmoides praeconvexus* Makarieva, 1971 впервые описан С. Ф. Макарьевой (1971) из тоарских отложений Северо-Восточного Кавказа. По-видимому, он же присутствует и в Тессельском осадочно-вулканогенном комплексе. Кроме того, определены *Ammobaculites* sp., *Recurvoides* sp. и *Textularia* sp. Бедность этого комплекса фораминифер и не очень хорошая сохранность их раковин позволяют только предположить, что он не древнее тоара, но, по-видимому, и не моложе его, т. к. отсутствуют виды, характерные лишь для аалена, байоса или бата.

Представители рода *Reophax* относятся к относительно глубоководной инфауне, характеризовавшейся в мезозое высокой вертикальной мобильностью (Smoleń, 2012). В пользу относительной глубоководности палеобассейна свидетельствуют и находки *Lagenammina ampullacea*, обитающей в современных морях на глубинах внешнего шельфа (Пяткова, Пермякова, 1978).

Радиолярии. Всего выделено несколько десятков скелетов радиолярий средней сохранности, среди которых доминируют дискоидные формы, определены 10 видов (рис. 3): *Triactoma*

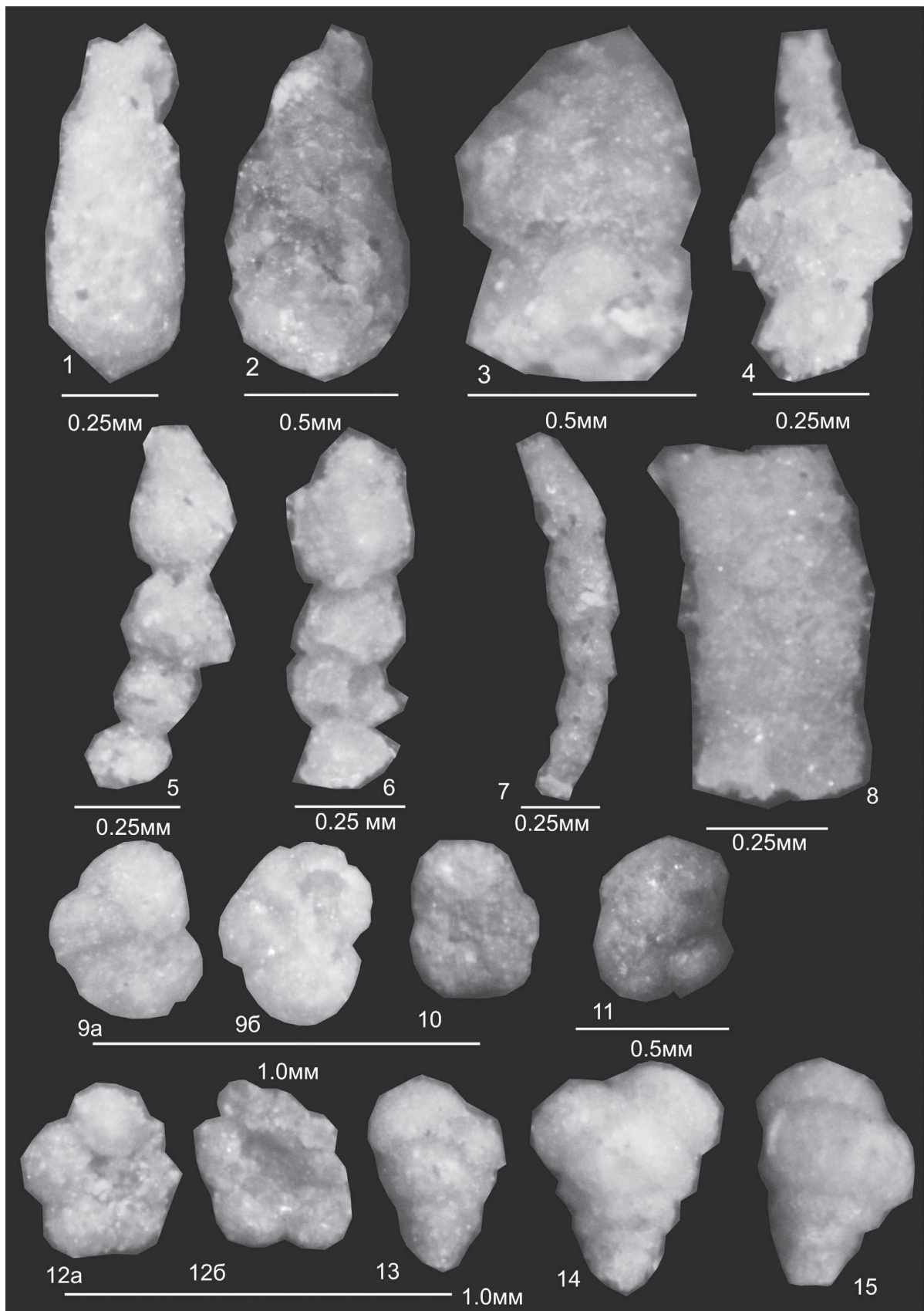


Рис. 1. Фораминиферы из черных известняков Тессельского осадочно-вулканогенного комплекса; (1–11, 13–15) обр. 311, (12) обр. 312; световой микроскоп:

1, 2 – *Lagenammina ampullacea* (Brady, 1881); 3 – *Reophax helveticus* (Häusler, 1881); 4 – *Reophax sterkii* (Häusler, 1885), вид сбоку; 5, 6 – *Reophax scoriurus* Montfort, 1808; 7 – *Reophax* sp.; 8 – *Rhizammina rudis* Kaptarenko-Chernousova, 1959; 9, 10 – *Haplophragmoides praeconvexus* Makarieva, 1971; 11 – *Recurvoides*(?) sp.; 12 – *Haplophragmoides*(?) sp.; 13–15 – *Verneuilinoides tchegemensis* Makarieva, 1971

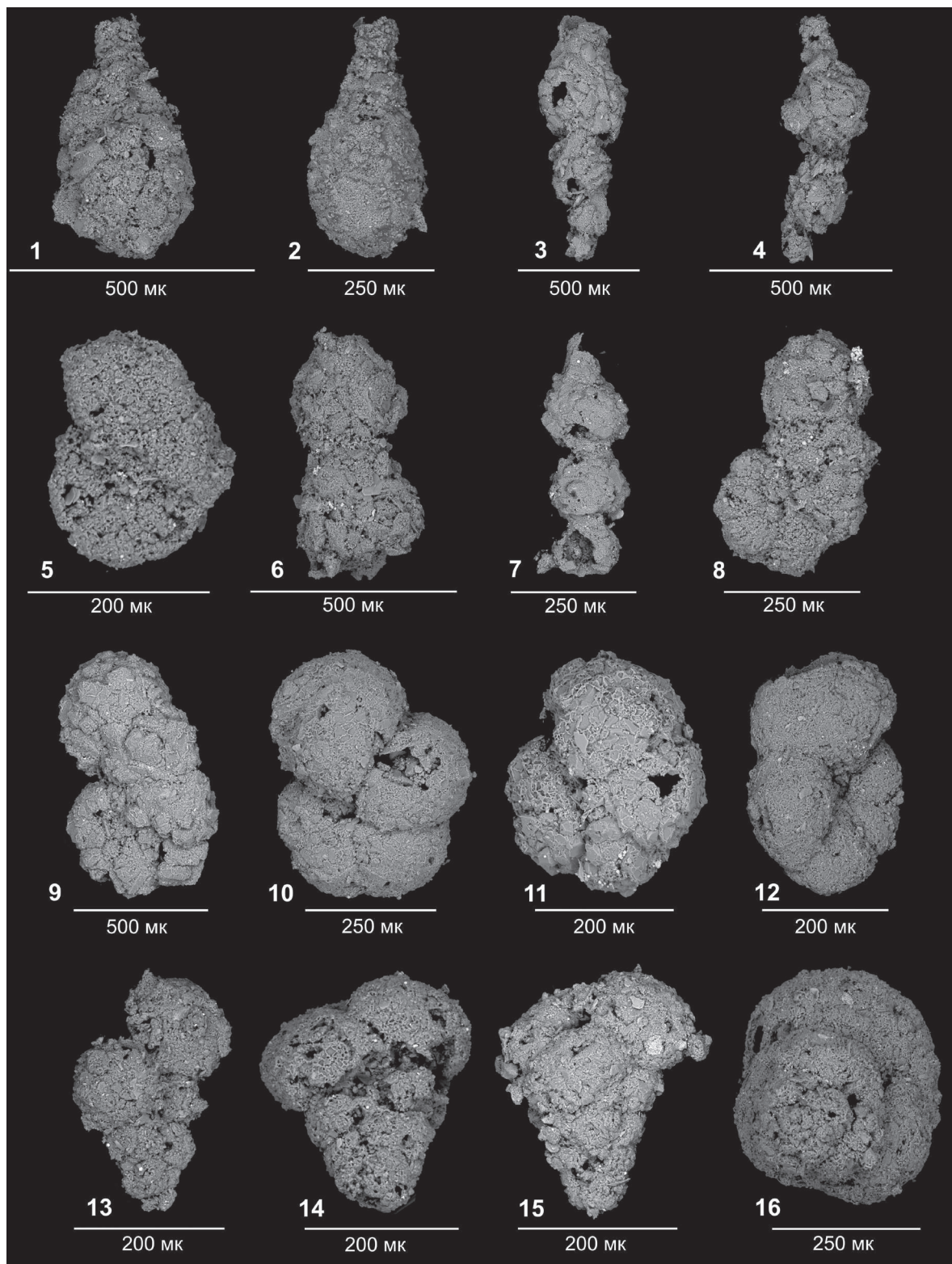


Рис. 2. Фораминиферы из черных известняков Тессельского осадочно-вулканогенного комплекса; (1–4, 6, 8, 10, 11, 14, 15) обр. 312, (5, 7, 9, 12, 13, 16) обр. 311; сканирующий электронный микроскоп:

1, 2 – *Lagenammina ampullacea* (Brady, 1881), экз. № 2023-04, 2023-22; 3, 4 – *Reophax sterkii* Häusler, 1885, экз. № 2023-08, № 2023-29; 5, 6 – *Reophax multilocularis* Häusler, 1883, экз. № 2023-72, 2023-23; 7 – *Ammobaculites* cf. *coprolithiformis* (Schwager, 1867), экз. № 2023-83; 8 – *Ammobaculites* sp., экз. № 2023-79; 9 – *Ammobaculites* sp., экз. № 2023-79; 10, 11 – *Haplophragmoides praeconvexus* Makarieva, 1971, экз. № 2023-14, 2023-40; 12 – *Haplophragmoides* sp., экз. № 2023-61; 13 – *Textularia* sp., экз. № 2023-76; 14–16 – *Verneuilinoides tchegemensis* Makarieva, 1971, экз. № 2023-19, 2023-82, 2023-25

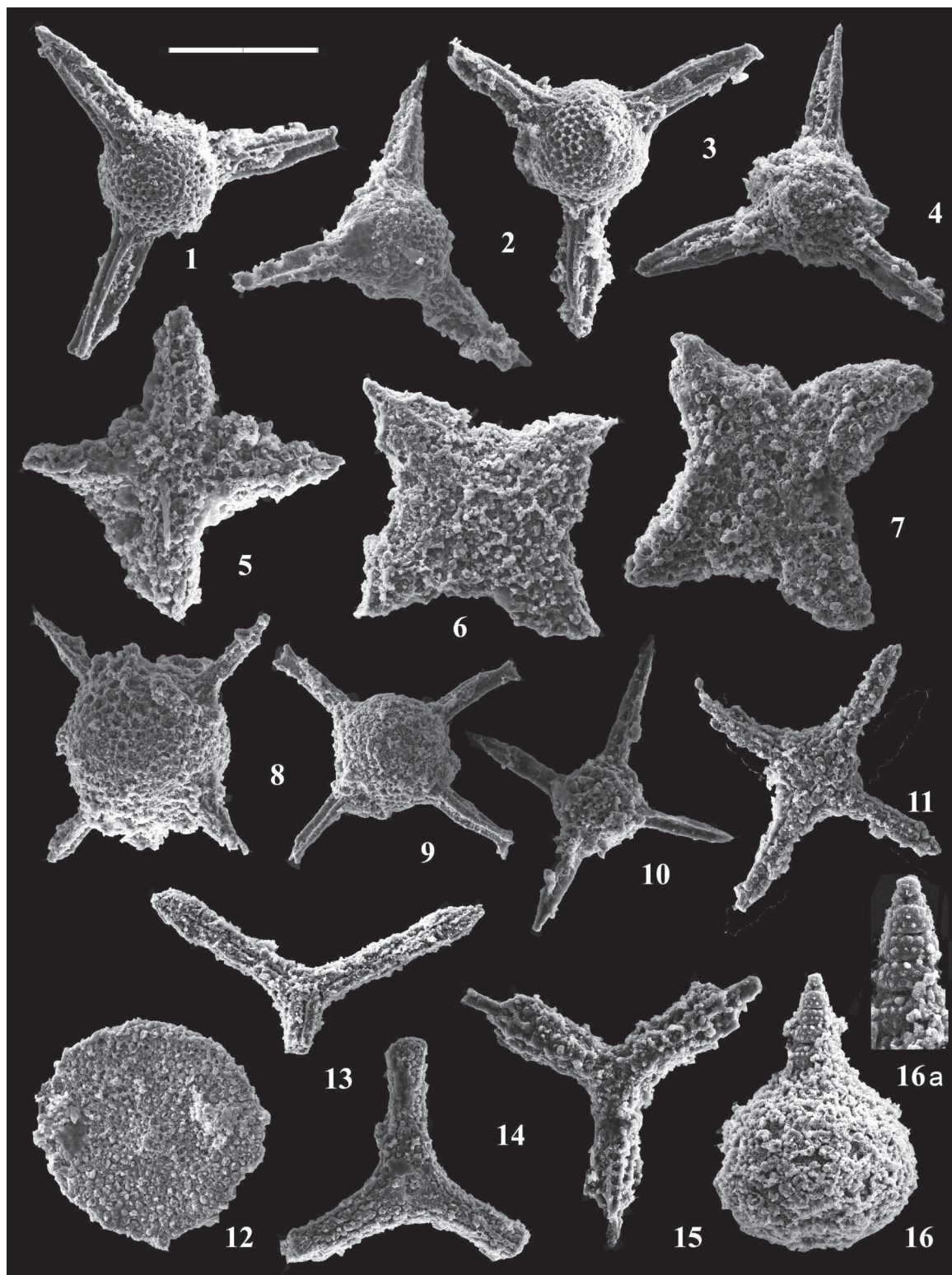


Рис. 3. Радиоларии из черных известняков Тессельского осадочно-вулканогенного комплекса; обр. 312:

1–4 – *Triactoma jonesi* (Pessagno, 1977): 1 – экз. 2016-08/11/312/26, 2 – экз. 2016-08/11/312/21, 3 – экз. 2016-08/11/312/17, 4 – экз. 2016-08/11/312/12; 5 – *Higumastra wintereri* Baumgartner et Kito, 1995, экз. 2016-08/11/312/5; 6, 7 – *Higumastra gratiosa* Baumgartner, 1995: 6 – экз. 2016-08/11/312/28, 7 – экз. 2016-08/11/312/52; 8–10 – *Staurosphaera* cf. *antiqua* (Rüst, 1885): 8 – экз. 2016-08/11/312/18, 9 – экз. 2016-08/11/312/61, 10 – экз. 2016-08/11/312/11; 11 – *Emiluvia*(?) *orea* Baumgartner, 1984, экз. 2016-08/11/312/71; 12 – *Tritrabs hayi* (Pessagno, 1977), экз. 2016-08/11/312/68; 13 – *Orbiculiforma heliotropica* Baumgartner, 1995, экз. 2016-08/11/312/60; 14 – *Angulobracchia digitata* Baumgartner, 1995, экз. 2016-08/11/312/15; 15 – *Tritrabs simplex* Kito et De Wever, 1995, экз. 2016-08/11/312/74; 16 – *Lantus obesus* (Yeh, 1987), экз. 2016-08/11/312/57. Длина масштабной линейки – 100 мкм

jonesi (Pessagno, 1977), аален – ранний титон; *Tritrabs hayi* (Pessagno, 1977), аален?–байос–кимеридж; *T. simplex* Kito et De Wever, 1995, аален – бат; *Higumastra wintereri* Baumgartner et Kito, 1995, аален – ранний оксфорд; *H. gratiosa* Baumgartner, 1995, аален – ранний оксфорд; *Staurosphaera* cf. *antiqua* (Rüst, 1885), *Emiluvia(?) orea* Baumgartner, 1984 и *Orbiculiforma heliotropica* Baumgartner, 1995 из байоса – раннего оксфорда; *Angulobracchia digitata* Baumgartner, 1995, байос–кимеридж; *Lantus obesus* (Yeh, 1987), плинсбах–тоар. Среди установленных радиолярий большинство видов имели распространение начиная с ааленского века и завершили свое существование в поздней юре (Baumgartner et al., 1995). Однако вид населлярий *Lantus obesus* существовал только в плинсбахе и тоаре (Cifer et al., 2020), что позволяет принять юрский (тоар-ааленский) возраст этого комплекса радиолярий. До настоящего времени достоверные юрские радиолярии (верхний байос нижний титон) были найдены в Крыму только в верхней части эскиординской или лозовской свиты Петропавловского карьера у Симферополя (Вишневская и др., 2017). Как и в комплексе из Петропавловского карьера в ассоциации радиолярий из Тессельского осадочно-вулканогенного комплекса доминируют дискоидная и сфероидная морфологические группы. Только находка раковины населлярий позволяет принять более узкий (тоар-ааленский) возрастной интервал для черных известняков Тессельского осадочно-вулканогенного комплекса около скалы Парус.

Таким образом, комплекс радиолярий указывает на тоар-ааленский возраст черных известняков, а фораминиферы, скорее, на тоарский. Тоарский возраст по фораминиферам основан на двух видах, известных только на Северном Кавказе, а тоар-ааленский возраст по радиоляриям принят благодаря находке населлярий *Lantus obesus* (Yeh, 1987), имеющих распространение в плинсбахе и тоаре на Кипре, в Греции, Омане, Австрии, Канаде, США и Японии (Cifer et al., 2020). Если принять среднеюрский (ааленский) возраст известняков из вулканической толщи, то, учитывая ассоциацию изученных нами микрофоссилий, можно предположить, что это глубоководные в своей основе микробияльные карбонаты, сформировавшиеся под влиянием «черных курильщиков» или метановых сипов. Если же признать их только тоарскими, то это, скорее всего, обломки, аналогичные широко известным в олистостромовых толщах Лозовской зоны (Зайцев, 2022). Однако характер залегания черных известняков Тессельского осадочно-вулканогенного комплекса не указывает на то, что они могут быть частью олистостромы. Возможно, это породы верхней части таврической свиты.

Авторы выражают сердечную благодарность Л. А. Глинских (ИНГГ СО РАН) за помощь и консультации при определении фораминифер, Е. А. Жегалло (ПИН РАН) за съемку на СЭМ и Р. А. Воиновой (МГУ), осуществившей растворение образцов.

Литература

- Вишневская В. С., Алексеев А. С., Жегалло Е. А. Первая находка достоверных юрских радиолярий в Крыму // Докл. РАН. – 2017. – Т. 472. – № 4. – С. 425–428.
- Зайцев Б. А. Аммониты и корреляция нижнеюрских отложений Горного Крыма // Дисс. канд. геол.-минерал. наук. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2022. – 338 с.
- Кузнецова К. И., Брагин Н. Ю., Вознесенский А. И., Текин У. К. Планктонные и бентосные космополитные сообщества фораминифер юры Центральной Турции // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2002. – Т. 11. – № 5. – С. 40–57.
- Лысенко В. И. Лавовые палеопотоки триасового вулканизма в юго-западной части Горного Крыма // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Т. 71. География. Геология. – 2019а. – Т. 5 (71). – № 3. – С. 306–325.
- Лысенко В. И. Характеристика вулканогенной толщи верхнего триаса в юго-западной части Горного Крыма // Ученые записки Крымского федерального университета им. В. И. Вернадского. Т. 71. География. Геология. – 2019б. – Т. 5 (71). – № 4. – С. 230–253.
- Лысенко В. И., Садыков С. А., Михайличенко Т. В. Гидротермально-бактериальные постройки с фауной брахиопод на поверхности Тессельского палеовулкана (Южный берег Крыма) // Литосфера. – 2022. – Т. 22. – № 4. – С. 497–511.
- Макарьева С. Ф. Фораминиферы юрских отложений Северо-Восточного Кавказа и их стратиграфическое значение // Тр. СевКавНИИ. Вып. 16. – 1971. – 103 с.

Макарьева С. Ф. Северный Кавказ // Биостратиграфия верхнеюрских отложений по фораминиферам. – Вильнюс : Москлас, 1982. – С. 96–104.

Пяткова Д. М., Пермякова М. Н. Фораминиферы и остракоды юры Украины. Палеонтологический справочник. – Киев : Наукова думка, 1978. – 289 с.

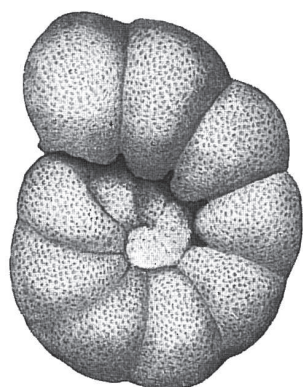
Baumgartner P. O., Bartolini A., Carter E. et al. Middle Jurassic to Early Cretaceous radiolarian biochronology of Tethys based on unitary associations // Middle Jurassic to Lower Cretaceous Radiolaria of Tethys: Occurrences, systematics, biochronology. Mémoires des Geologie. Lausanne. – 1995. – Vol. 23. – Pp. 1013–1048.

Cifer T., Goričan Š., Gawlick H.-J., Auer M. Pliensbachian, Early Jurassic radiolarians from Mount Rettenstein in the Northern Calcareous Alps, Austria // Acta Palaeontologica Polonica. – 2020. – Vol. 65 (1). – Pp. 167–207.

Kuznetsova K. I., Grigelis A. A., Adjajian J. et al. Zonal stratigraphy and Foraminifera of the Tethyan Jurassic (Eastern Mediterranean). – Amsterdam : Gordon and Breach publishers, 1996. – 256 p.

Smoleń J. Faunal dynamics of foraminiferal assemblages in the Bathonian (Middle Jurassic) ore-bearing clays at Gnaszyn, Kraków-Silesia Homocline, Poland // Acta Geologica Polonica. – 2012. – Vol. 62. – No. 3. – Pp. 403–419.

ФОРАМИНИФЕРЫ



ПЛАНКТОННЫЕ ФОРАМИНИФЕРЫ И СТРАТИГРАФИЯ СЕНОМАНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ГОРЫ СЕЛЬ-БУХРА (ЮГО-ЗАПАДНЫЙ КРЫМ)

Е. С. Авенирова¹, Н. А. Ртищев^{1,2}, Е. Ю. Барабошкин¹, А. Ю. Гужиков³, В. А. Фомин³

¹Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, avenirova.katerina@yandex.ru

²Геологический институт РАН, Москва

³Саратовский государственный университет, Саратов, aguzhikov@yandex.ru

PLANKTONIC FORAMINIFERA AND STRATIGRAPHY OF CENOMANIAN DEPOSITS FROM SELBUKHRA MOUNTAIN (SOUTH-WESTERN CRIMEA)

E. S. Avenirova¹, N. A. Rtishev^{1,2}, E. J. Baraboshkin¹, A. J. Guzikov³, V. A. Fomin³

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow, avenirova.katerina@yandex.ru

²Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

³Saratov State University, Saratov, aguzhikov@yandex.ru

Аннотация. В разрезе сеноманских отложений южного склона горы Сель-Бухра изучены комплексы планктонных фораминифер (ПФ). Намечены границы стандартных зон тетической шкалы ПФ и выявлено несоответствие стратиграфического положения зоны *Thalmaninella reicheli* по сравнению с другими разрезами этой области. В нижнем сеномане предложено выделять слои с *Thalmaninella deecke*.

Ключевые слова. Сеноман, верхний мел, планктонные фораминиферы, Крым.

Abstract. Planktonic foraminifera (PF) have been researched in the Cenomanian sediments of the Southern slope of the Selbukhra Mountain. The boundaries of the standard zones of the Tethyan PF scales are outlined. Detected discrepancy of the stratigraphic position of the *Thalmaninella reicheli* Zone in comparison with other sections in this area. Proposed to distinguish beds with *Thalmaninella deecke* inside the Lower Cenomanian.

Key words. Cenomanian, Upper Cretaceous, planktonic foraminifera, Crimea.

Планктонные фораминиферы (ПФ) сеноманских отложений Юго-Западного Крыма изучались разными исследователями (Маслакова, Найдин, 1958; Кузьмичева, 1998, 2000, 2002; Горбачик и др., 2000; Алексеев и др., 2007; Корчагин и др., 2008 и др.). Однако стратиграфия сеноманских отложений Крыма по ПФ нуждается в повторном изучении с учетом использования современных методик отмычки образцов и изменившихся взглядов на систематику руководящих форм ПФ, относимых ранее к родам *Rotalipora* и *Thalmaninella*.

Описание и опробование разреза сеноманских отложений горы Сель-Бухра проводилось в августе 2022 г. На основе изучения 25 микропалеонтологических проб определены зональные и некоторые сопутствующие виды ПФ (рис. 1), установлены стандартные зоны ПФ (Robaszynski, Caron, 1995; Premoli Silva, Sliter, 1999; Coccioni, Premoli Silva, 2015): интервал-зоны *Thalmaninella globotruncanoides*, *Rotalipora cushmani*, зона полного распространения *Thalmaninella reicheli* (рис. 2). Кроме того, предложено выделять слои с *Thalmaninella deecke* в интервале между зонами *Thalmaninella reicheli* и *Rotalipora cushmani*, в котором отсутствуют другие зональные виды-индексы.

Установлено, что вид *Thalmaninella reicheli*, являющийся зональным видом среднего сеномана, появляется раньше указываемого уровня, т. е. в пределах нижнего сеномана. Это подтверждается хеостратиграфическими данными. Следует отметить, что сложности выделения этой зоны отмечались и ранее. Так, Н. И. Маслакова не признавала самостоятельность вида *Th. reicheli* и после зоны *Thalmaninella arpeninica* выделяла зону *Th. deecke* (рис. 3). В работе (Coccioni, Premoli Silva, 2015), посвященной зональному делению по фораминиферам классического разреза Губбио, Италия, на с. 57 написано (перевод): «Это самая короткая зона среди позднемеловых зон по планктонным фораминиферам. Характеризуется наличием зонального маркера, который обычно встречается крайне редко. Планктонные комплексы в целом аналогичны предыдущей и последующей зонам. Однако в этой зоне *Thalmaninella brotzeni*, по-видимому, эволюционирует в *Th. greenhornensis*, а более редкие экземпляры могут иметь переходную форму между *Rotalipora montsalvensis* и *Rotalipora cushmani*». Из этого

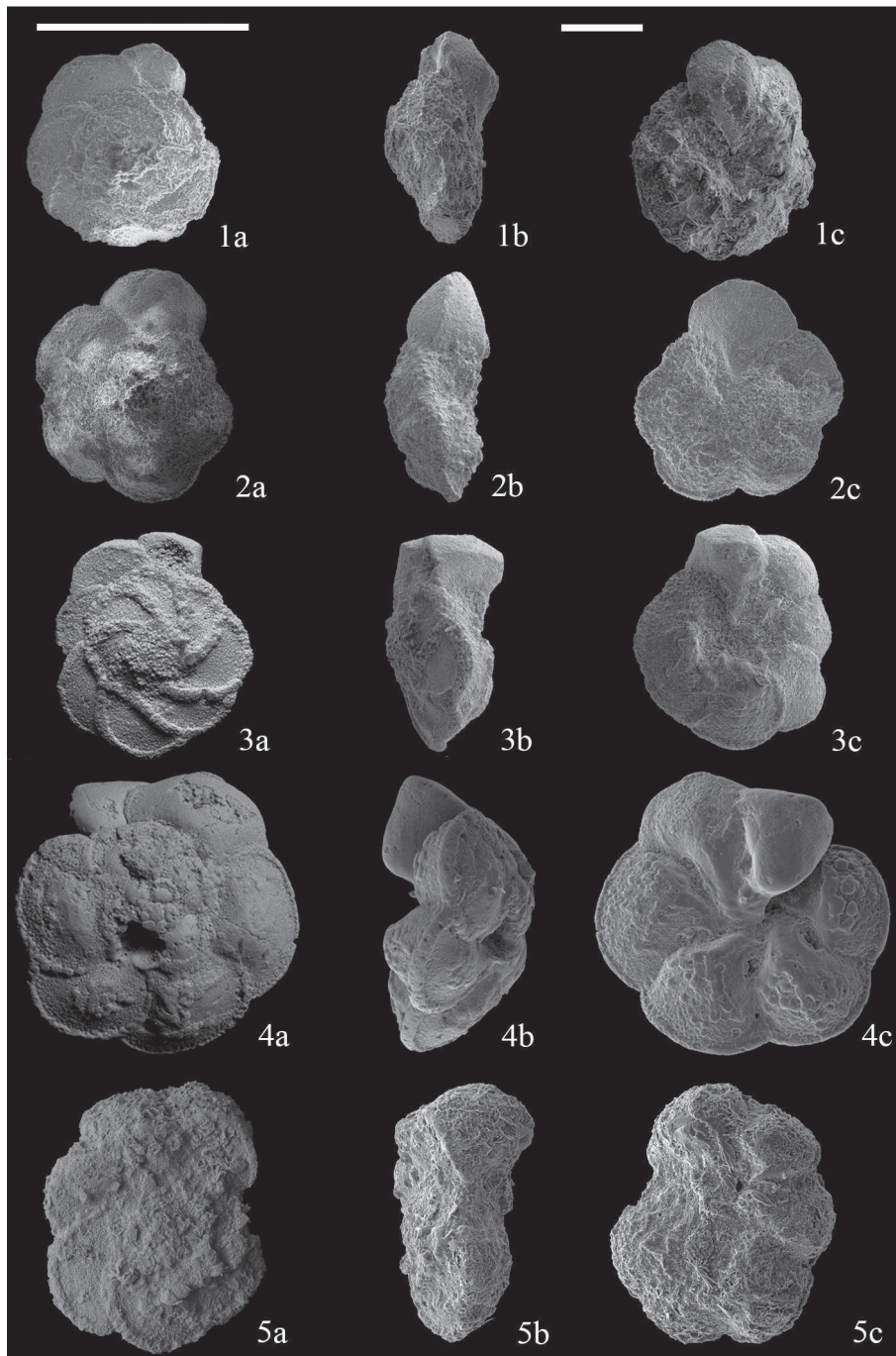


Рис. 1.

a – вид с дорзальной стороны, *b* – с периферического края, *c* – вид с умбиликальной стороны. Масштабная линейка: для *1a–5a* – 500 мкм; для *2b, c–5b, c* – 200 мкм. *1a–c* – *Thalmanninella globotruncanoides* (Sigal, 1948), обр. 3131,5, пачка II, нижний сеноман; *2a–c* – *Thalmanninella appenninica* (Renz, 1936), обр. 3232,27, пачка IV-2, ?средний сеноман; *3a–c* – *Thalmanninella deeckeii* (Franke, 1925), обр. 3231,5, пачка II, нижний сеноман; *4a–c* – *Rotalipora cushmani* (Morrow, 1934), обр. 3237,30, пачка V, средний сеноман; *5a–c* – *Thalmanninella reicheli* (Mornod, 1950), обр. 3131,5, пачка II, нижний сеноман

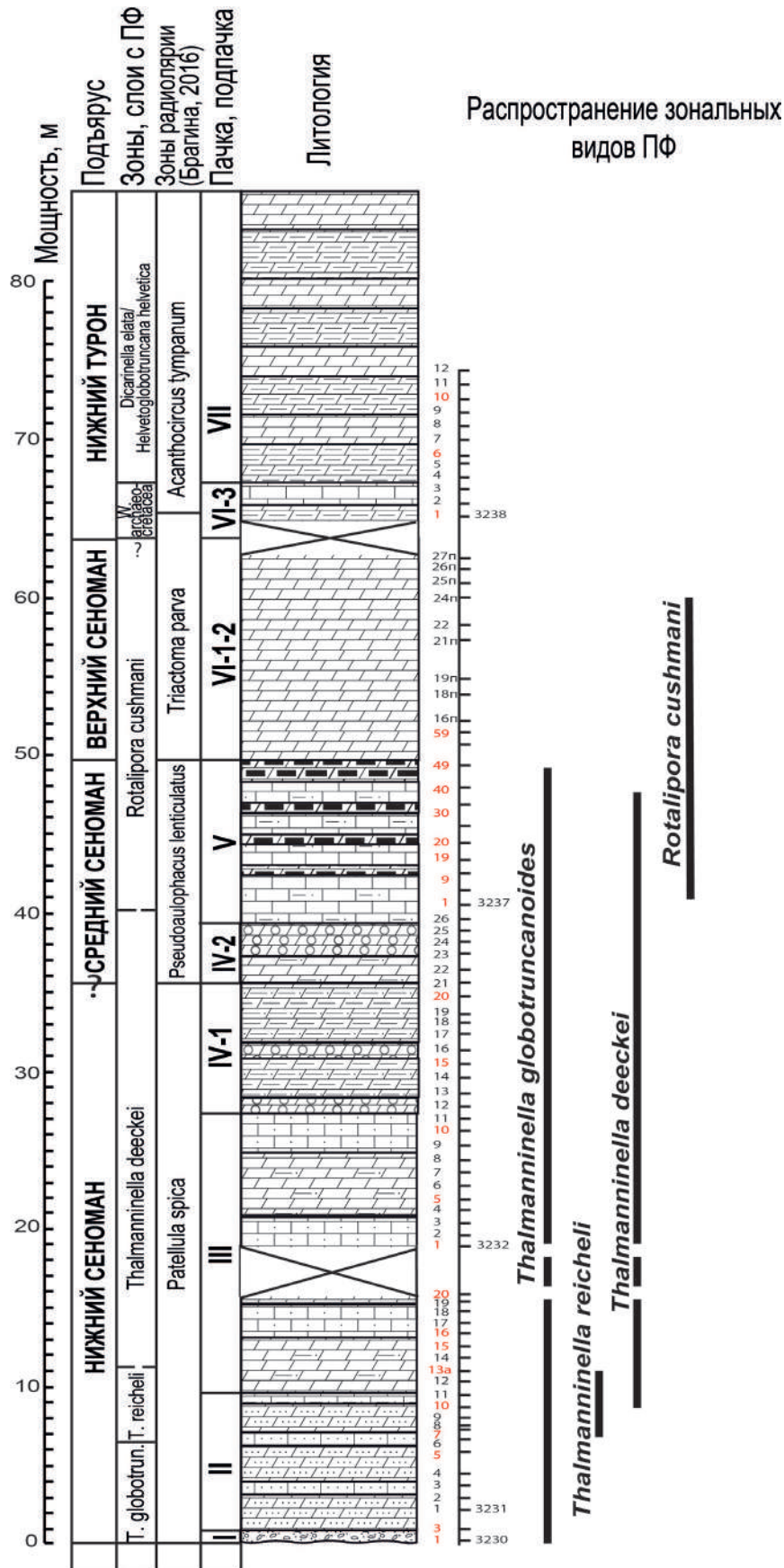


Рис. 2. Литологическая колонка для сеноманских отложений горы Сель-Бухра с выделенными подразделениями и интервалами распространения индексов подразделений по ПФ

Цифры справа от колонки – номера образцов, включая обработанные (красный цвет)

млн. лет	Ярус	Юг СССР Маслакова, 1967	Юг СССР Маслакова, 1978	Средние широты Caron, 1985	Тетис Robaszynski, Caron, 1995	Тетис Premoli Silva, Sliter, 1999	Крым, Северный Кавказ Копеевич, 2009, 2016	Тетис Coccioni, Premoli Silva, 2015
	93,9			W. archaeocretacea	W. archaeo- cretacea	W. archaeo- cretacea	W. archaeo- cretacea	W. archaeo- cretacea
Сеноман	Th. deeckei	R. cushmani	R. cushmani	R. cushmani	R. cushmani	R. cushmani	R. cushmani	R. cushmani
	Th. deeckei	R. reicheli	R. reicheli	R. reicheli	R. reicheli	R. reicheli	Th. deeckei	R. reicheli
	Th. appenninica	Th. appenninica	R. montsalvensis	R. globo- truncanoides	Th. brotzeni	Th. globo- truncanoides	Th. globo- truncanoides	Th. globo- truncanoides
			R. appenninica		Th. appenninica			
100,5								

Рис. 3. Фрагмент схемы сопоставления зонального расчленения верхнемеловых отложений южных районов Европы (по Копеевич, Алексеев, 2019)

следует, что выделение этой зоны может быть сопряжено с большими трудностями. Возможно, именно поэтому на этом уровне в схемах других авторов выделена зона *Thalmanninella deeckei* (рис. 3).

Несоответствие существующих ранее представлений и полученных результатов требует дальнейшего изучения. Кроме этого, выявлен ряд проблем, также требующих решения: уточнение границы нижнего и среднего сеномана; поиск форм, с помощью которых можно лучше охарактеризовать интервал между зонами *Thalmanninella globotruncanoides* и *Rotalipora cushmani* ввиду сложности диагностики вида *Thalmanninella reicheli* (Mornod, 1950).

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-17-00091, <https://rscf.ru/project/22-17-00091/>.

Литература

- Алексеев А. С. Верхний мел. Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя / ред. О. А. Мазарович, В. С. Милеев. – М. : МГУ, 1989. – С. 123–157.
- Алексеев А. С., Копеевич Л. Ф., Никишин А. М. и др. Пограничные сеноман-туронские отложения Юго-Западного Крыма. Ст. 1. Стратиграфия // Бюлл. МОИП. Отдел геологический. – 2007. – Т. 82. – Вып. 3. – С. 3–29.
- Горбачик Т. Н., Копеевич Л. Ф., Найдин Д. П. О границе альба и сеномана в Юго-Западном Крыму // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2000. – Т. 8. – № 5. – С. 52–64.
- Кузьмичева Т. А. Пограничные отложения сеномана и турона в разрезе горы Белой (Юго-Западный Крым) // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. – 2000. – № 1. – С. 70–73.
- Копеевич Л. Ф., Алексеев А. С. Нина Ивановна Маслакова и развитие зональной шкалы верхнего мела юга Европы по планктонным форминиферам // Бюлл. МОИП. Отдел геологический. – М. : Изд-во МГУ, 2019. – Т. 94. – Вып. 4. – С. 3–13.
- Корчагин О. А., Андрухович А. О., Покровский Б. Г., Старицын П. А. Изотопное событие (MCE-1) в среднем сеномане Крыма и маркирующие его ассоциации фораминифер / ред. В. М. Цейслер // Новое в региональной геологии России и ближнего зарубежья. Материалы совещания. – М. : РГГРУ, 2008. – С. 51–55.
- Маслакова Н. И., Найдин Д. П. О сеноманских отложениях горного Крыма // Изв. АН СССР. Серия геологическая. – 1958. – № 3. – С. 108–110.
- Coccioni R., Premoli Silva I. Revised Upper Albian – Maastrichtian planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetostratigraphy of the classical Tethyan Gubbio section (Italy) // Newsletters on Stratigraphy. – 2015. – Vol. 48. – No. 1. – Pp. 47–90.
- Gale A. S., Hancock J. M., Kennedy W. J. Biostratigraphical and sequence correlation of the Cenomanian successions in Mangyshlak (W. Kazakhstan) and Crimea (Ukraine) with those in Southern England // Bulletin Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique: Sciences de la Terre. – 1999. – Vol. 69. – Pp. 67–86.
- Premoli S. I., Sliter W. V. Evolution of the Cretaceous Ocean-Climate system. Cretaceous paleoceanography: Evidence from planktonic foraminiferal evolution / eds. E. Barrera, C. C. Johnson // Geological Society of America. – 1999. – No. 332. – Pp. 301–328.
- Robaszynski F., Caron M. Foraminifères planctoniques du Crétacé: Commentaire de la Zonation Europe-Méditerranée // Bulletin de la Société géologique de France. – 1995. – Vol. 166. – No 6. – Pp. 681–692.

ФОРАМИНИФЕРЫ РОДА *VIVEJA* BUGROVA ИЗ ОТЛОЖЕНИЙ ВЕРХНЕГО МЕЛА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Е. А. Баканова¹, В. А. Маринов^{1,2}, Я. С. Трубин^{1,3}

¹ Тюменский государственный университет, Тюмень, *ekaterina_bakanova00@mail.ru*

² Тюменский нефтяной научный центр, Тюмень, *marinovva@mail.ru*

³ Боннский университет, Бонн, Германия, *iyr-2009@mail.ru*

FORAMINIFERA OF THE GENUS *VIVEJA* BUGROVA FROM UPPER CRETACEOUS DEPOSITS OF WEST SIBERIA

E. A. Bakanova¹, V. A. Marinov^{1,2}, Y. S. Trubin^{1,3}

¹ Tyumen State University, Tyumen, *ekaterina_bakanova00@mail.ru*

² Tyumen Oil Research Centre, Tyumen, *marinovva@mail.ru*

³ University of Bonn, Bonn, Germany, *iyr-2009@mail.ru*

Аннотация. Работа посвящена анализу диагностических признаков и уточнению объема видов *Viveja excavatus* и *Viveja globigeriniformis* верхнего мела Западной Сибири.

Ключевые слова. Фораминиферы, Западная Сибирь, верхний мел.

Abstract. The abstract is about diagnostic features and species volume of *Viveja excavatus* and *Viveja globigeriniformis* from the Western Siberian Upper Cretaceous.

Key words. Foraminifera, West Siberia, Upper Cretaceous.

Фораминиферы *Viveja excavatus* (Brotzen, 1936) и *Viveja globigeriniformis* (Neckaja, 1948) впервые описаны соответственно Ф. Бротценом (1936) из коньяк-нижнесантонских отложений Швеции под названием *Cibicides excavatus* и А. И. Нецкой (1948) из кампан-маастрихтских отложений Западной Сибири как *Cibicides globigeriniformis*. Оба вида широко распространены в верхнемеловых отложениях бореально-арктического и арктического бассейнов. Виды имеют характерную субконическую раковину с широколопастным контуром раковины, состоящую из 8–13 выпуклых камер, образующих 1,5–2 оборота низкотрохоидной спирали. В последнем обороте 5–6 постепенно увеличивающихся камер, выпуклых на инволютной брюшной стороне раковины и уплощенных на эволютной спиральной стороне. В настоящее время главными отличиями этих двух таксонов принято считать размеры раковин и степень их уплощенности (Подобина, 1975). Так, более крупные экземпляры с выпуклой раковиной относятся к виду *Viveja globigeriniformis* (Neckaja). Раковины *V. excavatus* имеют более мелкую и уплощенную раковину. Морфологическое сходство этих видов и широкая внутривидовая изменчивость являются причинами неоднозначного понимания их объема.

Целью работы являлся анализ стабильности диагностических признаков и уточнение объема видов *Viveja excavatus* и *Viveja globigeriniformis* на основе морфометрического анализа. Материалами для исследования послужили 94 раковины *Viveja excavatus* и *Viveja globigeriniformis* (таблица).

Местоположение находок изученных экземпляров рода *Viveja* Bugrova

№ п/п	Местонахождение	Стратиграфическое подразделение
1	Река Сыня, Северное Зауралье	Мугайская свита (туронский ярус)
2	Карьер Кушмурун, Южное Зауралье	Журавлевская свита (маастрихтский ярус)
3	Река Туратка, Оренбургская область	Туратская свита (маастрихтский ярус)
4	Харасовейская площадь, п-ов Ямал	Ганькинская свита (маастрихтский ярус)
5	Васюганская площадь, Томская область	Большелайдинская свита (кампанский ярус)
6	Разрез Каменная речка, р. Уй, Челябинская область	Ганькинская свита (кампанский ярус)

Обработка образцов проводилась с применением стандартной методики химико-механической дезинтеграции (Фурсенко, 1978). Просмотр препаратов, таксономическая диагностика и морфометрические измерения выполнялись с использованием стереоскопического микроскопа MC-5-ZOOM LED. Выполнен морфометрический анализ следующих параметров раковин: значения большого и малого диаметров, толщины раковин, ширины, высоты устьевой поверхности, количества камер, полного и в последнем обороте, диаметра пупочного диска. Микропалеонтологические коллекции хранятся в палеонтологической коллекции лаборатории седиментологии и эволюции палеобиосферы Тюменского государственного университета.

Изучение раковин представителей видов рода *Viveja* из туронских, кампанских и маастрихтских отложений Западной Сибири позволило оценить степень стабильности их морфологических и размерно-количественных признаков, более четко обосновать критерии для разграничения видов. Раковины из отложений туронского яруса имеют диаметр от 0,16 до 0,39 мм, общее количество камер от 6 до 11 в 1,0 или 1,5 оборотах. Ширина варьирует в диапазоне от 0,07 до 0,18 мм, раковины отличаются мелкими размерами и большей уплощенностью (отношение толщины раковины к диаметру составляет 0,3–0,4 мм). Диаметр начальной камеры изменяется от 0,01 до 0,05 мм.

В отложениях кампанского яруса раковины представителей рода имеют диаметр от 0,20 до 0,33 мм, общее количество камер от 6 до 11 в 1,0 или 1,5 оборотах. Ширина варьирует в диапазоне от 0,10 до 0,28 мм, чаще встречаются формы примерно равные по ширине и длине. Диаметр начальной камеры от 0,01 до 0,09 мм.

Маастрихтские раковины *Viveja* имеют диаметр от 0,20 до 0,40 мм, число камер измеряется от 5 до 12 в 1,0 или 1,5 оборотах. Ширина раковины изменяется в диапазоне от 0,20 до 0,64 мм, чаще встречаются формы с резко увеличенными тремя последними камерами и овальным, широколопастным контуром. Диаметр начальной камеры изменяется от 0,02 до 0,09 мм.

Раковины *Viveja globigeriniformis* из отложений маастрихтского яруса отличаются от *V. excavatus* в среднем более крупными размерами и углубленными септальными швами. Самые крупные раковины из Южного Зауралья имеют диаметр 0,40 мм и ширину 0,26 мм (рис. 2). Брюшная сторона сильно выпуклая. Чаще встречаются формы, вытянутые в длину. В туроне и кампане *Viveja globigeriniformis* отличаются от *V. excavatus* наличием более углубленных септальных швов и более выраженным лопастным контуром.

Установлено, что поля размерных показателей изученных раковин, максимальные размеры раковин и степень уплощенности раковины (отношение толщины раковины к диаметру) в изученных выборках отличаются, однако имеют значительную степень перекрытия (рис. 1), что не позволяет использовать эти признаки в качестве диагностических. Наиболее стабильными

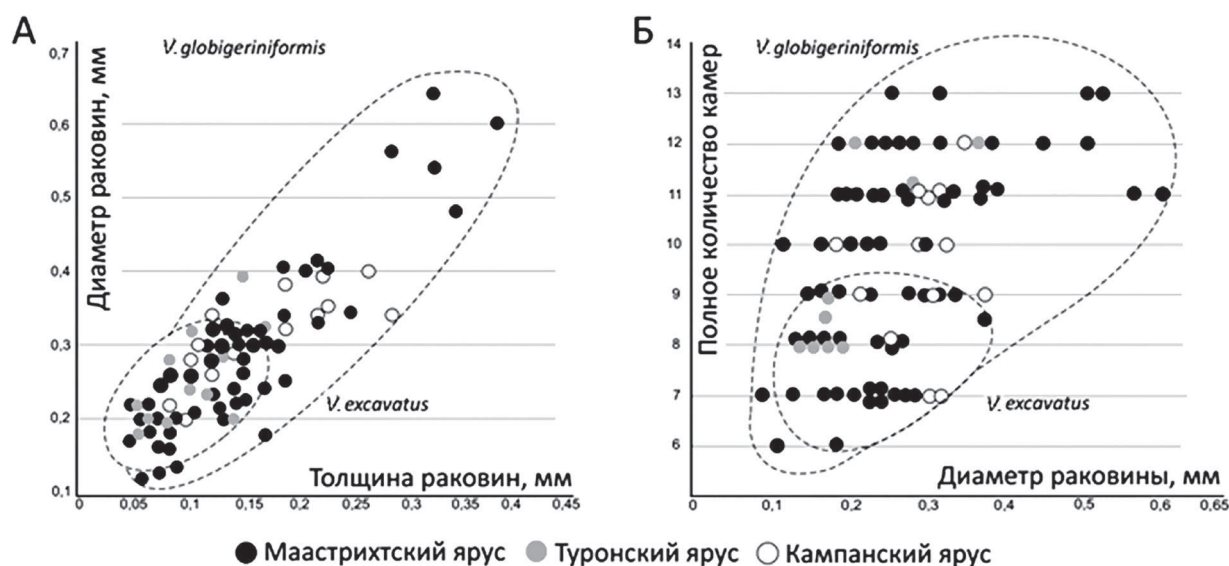


Рис. 1. Размерно-частотные характеристики видов *Viveja excavatus* и *Viveja globigeriniformis*:

А – уплощенность раковины; Б – увеличение размеров раковин в онтогенезе

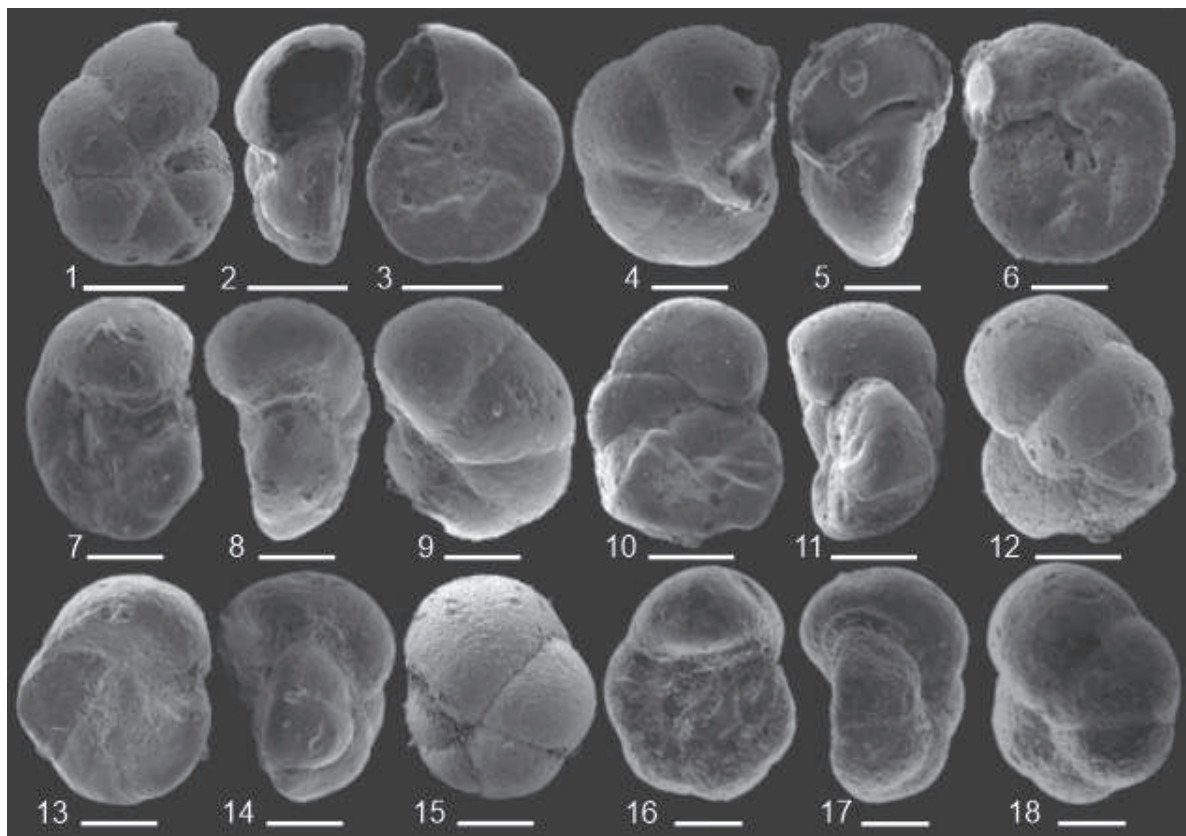


Рис. 2. Фораминиферы видов *Viveja excavatus* и *Viveja globigeriniformis*:

Фиг. 1–9 – *Viveja excavatus* (Brotzen, 1948) (фиг. 1–3 – экз. 2-2-1994/1, скв. Харасовейская 9, 519–532 м, ганькинская свита, маастрихтский ярус; фиг. 4–6 – экз. 2-2-1994/2, там же; фиг. 7–9 – экз. 2-2-1994/3, там же). Фиг. 10–18 – *Viveja globigeriniformis* (Neskaја, 1948) (фиг. 10–12 – экз. 2-2-2017/12; $\times 100$. Южное Приуралье, р. Туратка, обн. 2, слой 2, обр. 2-2-2017, туратская свита, нижний маастрихт; фиг. 13–15 – экз. 1-12-2005/3; $\times 100$. Южное Зауралье, р. Уй, обн. Каменная речка, слой 1, 10,1 м от основания, обр. 12, ганькинская свита, нижний маастрихт; фиг. 16–18 – экз. 2-2-2018/13; $\times 100$. Южное Приуралье, р. Туратка, обн. 2, слой 2, обр. 2-2-2018, туратская свита, нижний маастрихт)

Рис. 3. Палеозоогеографическое районирование верхнего мела Западной Сибири и местоположение изученных разрезов ганькинского горизонта:

1 – границы распространения мезозойских отложений; 2 – границы морского бассейна в ганькинское время; 3 – границы палеозоогеографических районов; 4–6 – местоположение: 4 – скважин, 5 – естественных выходов, 6 – карьеров. I–VI – палеозоогеографические районы (Маринов, 2020): I – северный, II – западный, III – центральный, IV – восточный, V – южный, VI – южноуральский. Изученные разрезы: 7–17 – скважины: 7 – Бованенковская 4, 8 – Мессояхская 738, 9 – Ханты-Мансийская 1Р, 10 – Покурская 1Р, 11 – Васоганская С3, 12 – Западно-Игольская, 13 – Бакчарская, 14 – Новологиновская 1Р, 15 – Омская 1Р, 16 – Русско-Полянская 8, 17 – структурная скв. 9 около г. Челябинск; 18–21 – естественные выходы на реках: 18 – Бол. Лайда, 19 – Мугай, 20 – Уй, 21 – Туратка, 22–24 – карьеры: 22 – Качар, 23 – Аят, 24 – Кушмурун



признаками, позволяющими отличать виды *Viveja excavatus* и *V. globigeriniformis*, являются количество камер в последнем обороте и характер строения умбиликальной области. Вид *Viveja excavatus* имеет 6, реже 5 камер в наружном обороте. Внутренние края камер не достигают центра брюшной стороны и образуют узкую углубленную брюшную область. Раковины *Viveja globigeriniformis* имеют 4,5–5 камер в наружном обороте. Внутренние края камер наружного оборота в центре пупочной области перекрываются (рис. 2, фиг. 12, 15, 18).

Результаты изучения пределов видовой изменчивости позволили уточнить стратиграфическое и латеральное распространения обоих видов. Установлено, что вид *Viveja excavatus* в Западной Сибири присутствует в отложениях туронского и кампанского ярусов и нижнемаастрихтского подъяруса. Распространение ограничено северными и северо-западными районами Западной Сибири и предположительно связано с областью проникновения арктических водных масс (Маринов, 2020). Вид *Viveja globigeriniformis* чаще встречается в кампане и маастрихте южной периферии Западной Сибири, его появление в центральных районах фиксирует проникновение бореально-атлантических водных масс (рис. 3).

Коллектив авторов выражает искреннюю признательность Л. Ф. Конаевич и П. В. Смирнову за ценные профессиональные советы и комментарии. Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках государственного задания FEWZ-2020-0007.

Литература

Маринов В. А. Биостратиграфия и палеобиогеография ганькинского горизонта (маастрихт) Западной Сибири // Литосфера. – 2020. – Т. 20. – № 6. – С. 808–828.

Нецкая А. И. О некоторых фораминиферах верхнесенонских отложений Западной Сибири / ред. А. В. Фурсенко // Микрофауна нефтяных месторождений СССР. – 1948. – С. 211–226.

Подобина В. М. Фораминиферы и зональная стратиграфия верхнего мела и палеогена Западной Сибири. – Томск, 1975. – 58 с.

Фурсенко А. В. Введение в изучение фораминифер. – Новосибирск : Наука, 1978. – 217 с.

Brotzen F. Foraminiferen aus dem schwedischen, untersten senon von Eriksdal in Schonen. – Stockholm, 1936. – Pp. 189–190.

ФОРАМИНИФЕРЫ РОДА *LITUOTUBELLA* RAUSER, 1948 В КАМЕННОУГОЛЬНЫХ РАЗРЕЗАХ ЮЖНОГО УРАЛА

Е. Ю. Башлыкова, Е. И. Кулагина

*Институт геологии – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра РАН,
Уфа, duss_06@mail.ru*

FORAMINIFERA OF THE GENUS *LITUOTUBELLA* RAUSER, 1948 IN THE CARBONIFEROUS SECTIONS OF THE SOUTHERN URALS

E. U. Bashlykova, E. I. Kulagina

*Institute of Geology – Subdivision of the Ufa Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences,
Ufa, duss_06@mail.ru*

Аннотация. Дана характеристика представителей рода *Lituotubella*, широко распространенных в верхневизейских отложениях долины р. Сикася на западном склоне Южного Урала. Изучены три вида: *Lituotubella glomospiroides* Rauser, 1948, *L. eoglomospiroides* Vdovenko, 1970 и *L. magna* Rauser, 1948. Проведено сравнение с голотипами.

Ключевые слова. Фораминиферы, *Lituotubella*, Южный Урал, визе.

Abstract. The characteristic of representatives of the genus *Lituotubella*, widely distributed in the Upper Viséan sediments of the Sikasya River valley on the western slope of the Southern Urals, is given. Three species have been studied: *Lituotubella glomospiroides* Rauser, 1948, *L. eoglomospiroides* Vdovenko, 1970 and *L. magna* Rauser, 1948. A comparison with holotypes was carried out.

Key words. Foraminifera, *Lituotubella*, Southern Urals, Viséan.

Введение. *Lituotubella* Rauser, 1948 – род бен-тосных фораминифер подсемейства *Lituotubellinae* A. Mikhlukho-Maclay, 1963, семейства *Lituotubellidae* A. Mikhlukho-Maclay, 1963, отряда *Tournaellida* Dain, 1953 (Справочник ... , 1996). Литуотубеллы широко распространены в отложениях визейского яруса Восточно-Европейской платформы и Урала (Раузер-Черноусова, 1948; Даин, Гроздилова, 1953; Вдовенко, 1970; Бражникова, 1956; Бражникова и др., 1967; Дуркина, 1959, 2002; Иванова, 1973; Вдовенко, Жулитова, 1993; Степанова, Кучева, 2009), а также в Западной Европе (Krainer, Vachard, 2015; Waters et al., 2017), Казахстане (Brenckle, Collins, 2017) и Южном Китае (Hance и др., 2011).

Целью исследований было изучение морфологии раковины *Lituotubella* с акцентом на строение стенки раковины, описание коллекции фораминифер бассейна р. Сикася.

Материалом для работы послужили коллекции шлифов № 640 (Музей геологии и полезных ископаемых Республики Башкортостан г. Уфа) и № 121 (ИГ УФИЦ РАН) из верхневизейского подъяруса разрезов по р. Сикася Зилимо-Зиганского района Западно-Уральской структурно-фациальной зоны. Коллекция происходит из трех разрезов: Сиказа 1 (0,5 км выше впадения Кук-Караук), Сиказа 2 (обнажение на повороте р. Сикася с широтного на меридиональное направление) и Сиказа 3 (Сиказа-Мост – лог, впадающий в р. Сикася справа, недалеко от моста) (рис. 1).

Верхневизейский подъярус исследуемой территории сложен карбонатными породами, в которых часты прослои фораминиферовых грейнстоунов. Известняки представлены мелководными шельфовыми отложениями с богатым комплексом фораминифер, в котором литуотубеллы занимают значительное место (Горожанина и др., 2021; Kulagina, 2022). В разрезе Сиказа 2 присутствуют и нижнесерпуховские отложения.

Результаты. В исследуемом материале встречены 94 экземпляра представителей *Lituotubella*: в тульском горизонте – 42, в алексинском – 28, в веневском – 22, низы серпуховского яруса – 2. *Lituotubella* отличается крупной биморфной раковиной, спиральная и прямая части которой подразделены пережимами стенки на псевдокамеры (или очень короткими псевдосептами в прямой части), имеют устье простое в спиральной и ситовидное в выпрямленной части (обычно в последних псевдокамерах). Стенка у представителей подсемейства *Lituotubellinae* грубозернистая с агглютинатом или дифференцированная. В связи со сложным биморфным строением в шлифах целые раковины с двумя стадиями роста попадают редко (рис. 2, фиг. 1–5, 10). Чаще всего встречаются отдельные части. Некоторые авторы считали спиральные части отдельными видами, например, *Eocribrella gigas* Lipina, 1989 (Липина, 1989), но позднее данные виды также были отнесены к роду *Lituotubella* (Hance и др., 2011). При изучении коллекции Ю. В. Савицкого из нижнекаменноугольных отложений р. Мста Я. А. Вевель (2019) было обнаружено, что в строении стенки раковины вида *Lituotubella magna* в клубкообразной части стенка имеет неоднородно-грубозернистую структуру, а в выпрямленной части – микропористую (Вевель, рис. ба-б). В связи с этим Я. А. Вевель (2019) был поставлен вопрос о расширении диагноза рода *Lituotubella*. Имея довольно большую коллекцию фораминифер данного рода, нами была поставлена задача изучения структуры стенки. В изученном материале литуотубеллы представлены тремя видами: *Lituotubella glomospiroides* Rauser, 1948, *L. eoglomospiroides* Vdovenko, 1970 и *L. magna* Rauser, 1948.

Lituotubella glomospiroides Rauser, 1948 (рис. 2, фиг. 2–6, 10, 13, 14). Голотип: ГИН № 24 (ИГН АН АССР); визейский ярус (тульский горизонт), Московская область (г. Новомосковск).

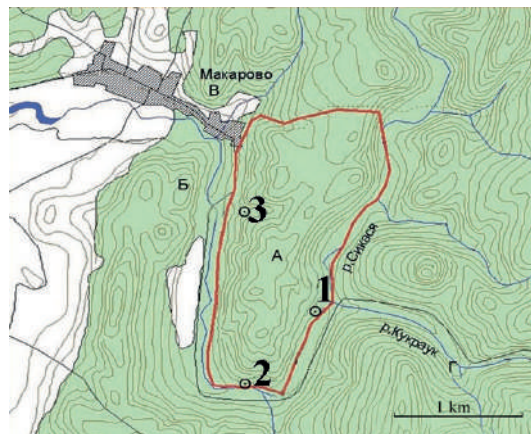


Рис. 1. Расположение разрезов по р. Сикася (Реестр ... , 2016)

Красной чертой показана граница урочища Кызылташ. 1–3 – номера разрезов по р. Сикася – Сиказа 1, Сиказа 2 и Сиказа 3

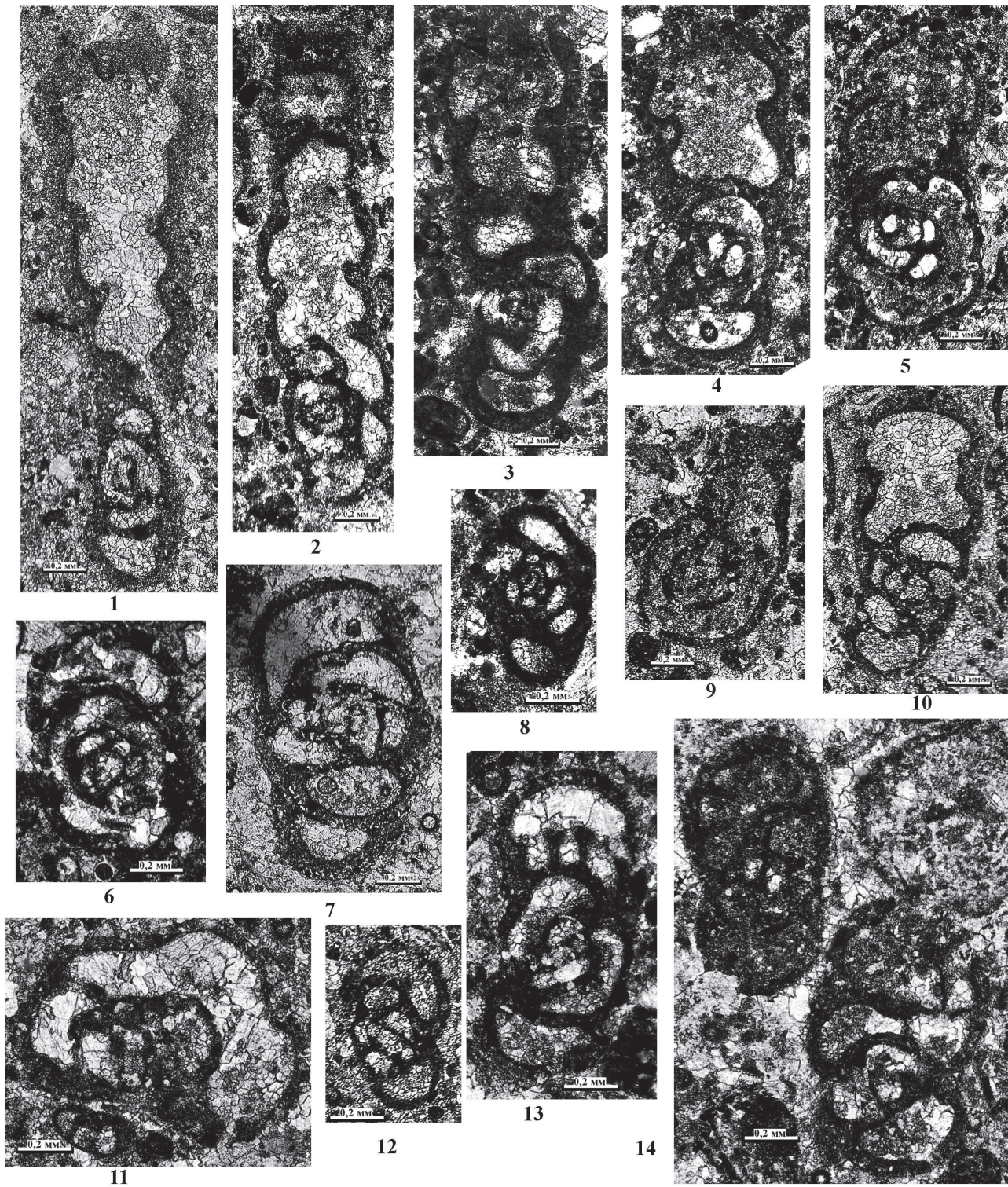


Рис. 2. Фораминиферы рода *Lituotubella* из разрезов р. Сикася:

1, 7, 11 – *Lituotubella magna* Rauser, 1948: 1 – сечение полной биморфной раковины обр. 74а, шлиф 2, Сиказа 1, тульский горизонт; 7 – осевое сечение обр. 16, шлиф 10, Сиказа 3, алексинский горизонт; 11 – медианное сечение спирально-свернутой части с первой камерой развернутой части, обр. 69, Сиказа 1, тульский горизонт, шлиф 6. 2–6, 10, 13, 14 – *Lituotubella glomospiroides* Rauser, 1948: 2–4 – осевые сечения полной биморфной раковины: 2 – обр. 68, шлиф 5, Сиказа 1, тульский горизонт, 3 – обр. 48и, Сиказа 2, тульский горизонт, 4 – обр. 75, шлиф 2, Сиказа 1 тульский горизонт; 5 – медианное сечение полной биморфной раковины обр. 75 шлиф 1а, Сиказа 1, тульский горизонт; 6 – медианное сечение спирально-свернутой части с первой камерой развернутой части обр. 48у, шлиф 2, Сиказа 2, алексинский горизонт; 10 – близкое к осевому сечение полной биморфной раковины обр. 71б, Сиказа 1, тульский горизонт; 13, 14 – осевые сечения спиральной части с ситовидным устьем в последней камере: 13 – обр. 69-б, шлиф 4, 14 – обр. 71а, шлиф 3, Сиказа 1, тульский горизонт. 8, 9, 12 – *Lituotubella eoglomospiroides* Vdovenko, 1970: 8, 12 – осевые сечения свернутой части, 8 – обр. 48и, Сиказа 2, тульский горизонт, 12 – обр. 71б, шлиф 4, Сиказа 1, тульский горизонт; 9 – неполное медианное сечение биморфной раковины обр. 16, шлиф 2, Сиказа 3, алексинский горизонт

Особенности морфологии. В спиральной части обычно наблюдается 4–5 оборотов. Септальные швы в последних оборотах спиральной и прямой частей слабо заметны. В прямой части наблюдается до 6 псевдокамер. Ситовидное устье в одной-двух последних псевдокамерах прямой части. Число устьевых отверстий около 4. Стенка агглютинированная, зернистая, иногда со светлыми зернами кальцита и обломками различных организмов. Внутренняя поверхность стенки гладкая, наружная – местами шероховатая. Размеры: общая длина раковины – до 1,9 мм, диаметр спиральной части – 0,8–1 мм, ее ширина – 0,55–0,7 мм, длина выпрямленной части – до 1 мм, ширина – 0,45–0,55 мм, диаметр начальной камеры – 0,1–0,15 мм, толщина стенки – 0,04–0,1 мм.

Материал. Измерено 6 продольных и 6 поперечных сечений с выпрямленной частью, 4 косых сечения с выпрямленной частью, 45 поперечных сечений и 12 косых сечений спиральной части.

Местонахождение. Сиказа 1, образцы 68, 69б, 67, 71, 71б, 71а, 75, 76; Сиказа 2, образцы 62б, 639, 640, 48у, 48н, 48и, 48е, SL-20-9-9; Сиказа 3, обр. 16. Верхневизейский подъярус.

Lituotubella magna Rauser, 1948 (рис. 2, фиг. 1, 7, 11). Голотип: ГИН № 45; визейский ярус (михайловский горизонт), гора Тра-Тау (Торатау), Приуралье.

Особенности морфологии. Число оборотов клубкообразной части 3–5. В последнем обороте иногда наблюдаются очень короткие септы. В выпрямленной части до 8 псевдокамер со слабо заметными септальными швами. Ситовидное устье в одной-двух последних псевдокамерах прямой части. Стенка дифференцированная, внешний слой – агглютинированный, внутренний слой – тонкий микрозернистый. Размеры: диаметр клубкообразной части 1,1–1,35 мм, ширина – 0,75–0,9 мм, количество оборотов – 3–5. Длина раковины – 2,5–3,2 мм; выпрямленной части – до 2,0 мм, ее ширина – 0,7–0,9 мм. Диаметр начальной камеры – 0,125–0,175 мм. Толщина стенки – 0,065–0,125 мм. От вида *Lituotubella glomospiroides* отличается большими размерами, менее явной септацией спиральной части.

Материал. Измерено 2 продольных сечения с выпрямленной частью, 1 косое сечение выпрямленной части, 4 поперечных и 4 косых сечения клубкообразной части.

Местонахождение. Сиказа 1, образцы 74а, 71б, 71, 69-б; Сиказа 2, обр. 48у, 48и, 642, SL20-9,9; Сиказа 3, обр. 16. Верхневизейский подъярус и низы серпуховского яруса (обр. 642).

Lituotubella eoglomospiroides Vdovenko, 1970 (рис. 2, фиг. 8, 9, 12). Голотип: ГИН № 02066; Донбасс, с. Стыла, зона C^vd.

Особенности морфологии. Раковина небольшая. Спиральная часть состоит из 3–5 оборотов с пережимами. В развернутой части имеются 3–4 псевдокамеры. Ситовидное устье наблюдается в последней псевдокамере развернутой части раковины. Размеры: общая длина раковины – до 1 мм; спиральная часть имеет диаметр 0,5–0,7 мм, ширину – до 0,35 мм. Длина выпрямленной части – до 0,6 мм. Толщина стенки – 0,04–0,05 мм. От вида *Lituotubella glomospiroides* отличается значительно меньшими размерами, меньшим числом псевдокамер в развернутой части.

Материал. Измерено 3 продольных сечения с выпрямленной частью, 8 поперечных и 1 косое сечение спиральной части.

Местонахождение. Разрез Сиказа 1, образцы 74а, 68, 71, 71а, 71б; Сиказа 2, образцы 48у, 640-3; Сиказа 3, обр. 16. Верхневизейский подъярус.

Выводы. Детальное изучение морфологии представителей рода *Lituotubella* в верхневизейских отложениях р. Сикася показало, что изученные экземпляры практически не отличаются от голотипов и экземпляров, описанных из других регионов. Большое количество экземпляров данного рода свидетельствует об оптимально благоприятных условиях для фораминиферной фауны в поздневизейское время на данной территории. Распространение видов данного рода по разрезу – верхневизейский подъярус и низы серпуховского яруса. Изучение строения стенки раковины подтвердило диагноз, данный при первоописании Д. М. Раузер-Черноусовой. Все изученные экземпляры имеют зернистое строение стенки, а у вида *L. magna* стенка дифференцирована на два слоя: внешний – зернистый с агглютинатом и внутренний – очень тонкий темный микрозернистый слой.

Работа выполнена в рамках государственного задания № FMRS-2022-0010.

Литература

- Бражникова Н. Е.* Фораминиферы // Фауна и флора каменноугольных отложений Галицийско-Волынской впадины. – Киев : Изд-во АН УССР, 1956. – С. 16–103. (Тр. ИГН АН СССР. Сер. стратигр. и палеонт. Вып. 10).
- Бражникова Н. Е., Вакарчук Г. И., Вдовенко М. В.* и др. Микрофаунистические маркирующие горизонты каменноугольных и пермских отложений Днепровско-Донецкой впадины. – Киев : Наукова думка, 1967. – 224 с.
- Вдовенко М. В.* Новые ранневизейские фораминиферы семейств Ammodiscidae и Tournayellidae из Большого Донбасса // Ин-т геологических наук АН СССР. – Киев, 1970. – С. 26–33.
- Вдовенко М. В., Жулитова В. Е.* Зональные шкалы по фораминиферам, конодонтам, спорам // Нижний карбон Московской синеклизы и Воронежской антиклизы. – М. : Наука, 1993. – С. 122–141.
- Вевель Я. А.* Особенности морфологии развернутой формы многокамерной фораминиферы из коллекции В. И. Меллера, 1879 // Морфологическая эволюция и стратиграфические проблемы. Материалы LXV сессии палеонтологического общества (Санкт-Петербург, 1–5 апреля 2019 г.). – С. 33–35.
- Горожанина Е. Н., Башлыкова Е. Ю., Кулагина Е. И.* Микрофауны тульского горизонта визейского яруса нижнего карбона разреза «Сиказа 2» (Южный Урал) // Ученые записки Казанского ун-та. – Казань, 2021. – С. 414–429.
- Гроздилова Л. П., Лебедева Н. С.* Фораминиферы каменноугольных отложений западного склона Урала и Тимана. – Л. : Гостоптехиздат, 1960. – 263 с.
- Гроздилова Л. П., Лебедева Н. С.* Foraminifera (Фораминиферы) // Палеонтологический атлас каменноугольных отложений Урала. – Л. : Недра, 1975. – 359 с. (Тр. ВНИГРИ. Вып. 383).
- Дайн Л. Г., Гроздилова Л. П.* Турнейеллиды // Турнейеллиды и архедисциды. – Л. ; М. : Гостоптехиздат, 1953. – С. 7–66. (Тр. ВНИГРИ. Вып. 71. Нов. серия).
- Дуркина А. В.* Фораминиферы нижнекаменноугольных отложений Тимано-Печорской провинции / ред. Т. И. Шлыкова // Микрофауна СССР. Сб. X. – Л. : Гостоптехиздат, 1959. – С. 132–390.
- Дуркина А. В.* Фораминиферы серпуховского яруса Тимано-Печорской провинции. – СПб. : Изд-во Санкт-Петербургской картографической фабрики ВСЕГЕИ, 2002. – 198 с.
- Иванова Р. М.* Башкирский ярус восточного склона Южного Урала // Каменноугольные отложения восточного склона Южного Урала. – Свердловск, 1973. – С. 87–102. (Тр. ИГиГ УНЦ СССР. Вып. 82).
- Липина О. А.* Некоторые изменения в систематике турнейеллид // Вопросы микропалеонтологии. – 1989. – Вып. 30. – С. 30–47.
- Раузер-Черноусова Д. М.* Род *Narphragmella* и близкие к нему формы // Стратиграфия и фораминиферы нижнего карбона Русской платформы и Приуралья. – М. : Изд-во АН СССР, 1948. – № 19. – С. 166–175. (Тр. Ин-та геологических наук. Вып. 62. Геол. серия).
- Справочник по систематике фораминифер палеозоя / ред. Д. М. Раузер-Черноусова. – М. : Наука, 1996. – 203 с.
- Реестр особо охраняемых природных территорий республиканского значения. Издание третье. – Уфа : Изд-во Белая река, 2016. – 217 с.
- 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 : ООО «ДизайнПолиграфСервис», 2009. – С. 97–128.
- Brenckle P. L., Collins J. F.* A chronostratigraphic framework for the Carboniferous Kashagan buildup, Pre-Caspian Basin, Kazakhstan // Stratigraphy. – 2017. – Vol. 14. – No. 1–4. – Pp. 15–34.
- Hance L., Hou H., Vachard D.* Upper Famennian to Viséan foraminifera and some carbonate microproblematica from South China – Hunan, Guangxi and Guizhou. – Beijing : Beijing Geological Publishing House, 2011. – 359 p.
- Kraimer K., Vachard D.* Late Viséan (MFZ14) foraminifera and algae from the Kirchbach Limestone (Carnic Alps, Austria) and geological implications // Facies. – 2015. – Vol. 61. – Pp. 1–23.
- Kulagina E.* Foraminiferal sequence of the Middle–Upper Viséan (Mississippian) of the Sikasya River Valley in the South Urals and correlation with the Belgian standard // Paläontologische Zeitschrift. – 2022. – Vol. 96. – No. 2. – Pp. 495–516.
- Waters C. N., Cozar P., Somerville I. D.* et al. Lithostratigraphy and biostratigraphy of the Lower Carboniferous (Mississippian) carbonates of the southern Askrigg Block, North Yorkshire, UK // Geological Magazine. – 2017. – Vol. 154. – No. 2. – Pp. 305–333.

ПЛИОЦЕНОВЫЕ ФОРАМИНИФЕРЫ ШЕЛЬФА МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

С. И. Бордунов^{1,2}

¹Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва

²Геологический институт РАН, Москва, sib-msu@mail.ru

PLIOCENE FORAMINIFERA OF THE LAPTEV SEA SHELF

S. I. Bordunov^{1,2}

¹Lomonosov Moscow State University, Moscow

²Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, sib-msu@mail.ru

Аннотация. Представлены новые данные по плиоценовой микрофауне шельфа моря Лаптевых. Впервые приведен систематический состав фораминифер из отложений данного возраста этого моря. Проведено сопоставление выделенного комплекса фораминифер с комплексами Западной Арктики и моря Бофорта. Сделаны выводы о климатических условиях и палеогеографической обстановке плиоцена Арктики.

Ключевые слова. Море Лаптевых, плиоцен, фораминиферы, палеообстановки.

Abstract. New data on the Pliocene microfauna of the Laptev Sea shelf are presented. For the first time, the systematic composition of foraminifera from sediments of this age of this sea is given. The defined foraminifera assemblage is compared with the ones of the Western Arctic and the Beaufort Sea. Conclusions about the climatic conditions and paleogeographic environments of the Pliocene of the Arctic are drawn.

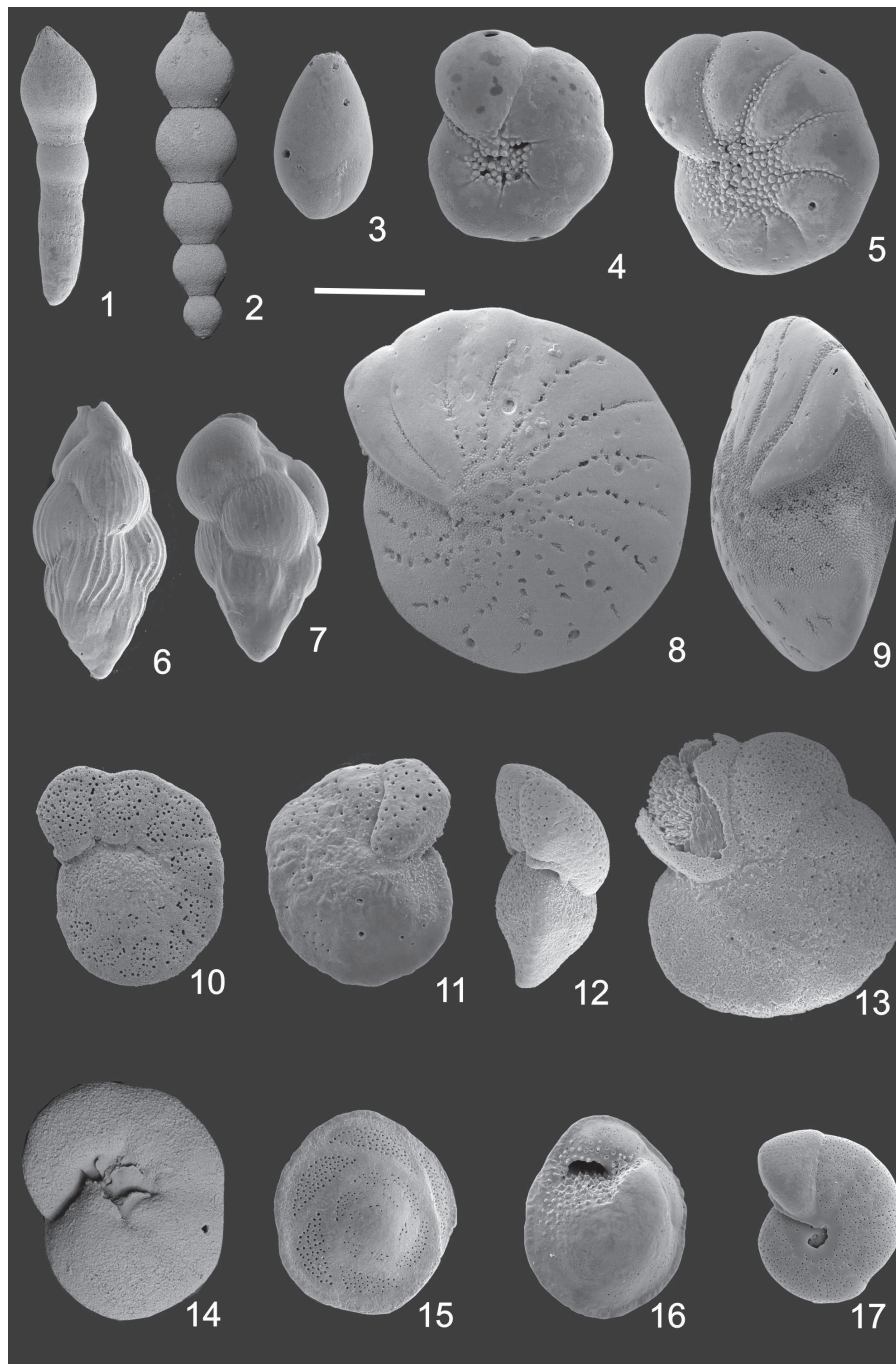
Key words. Laptev Sea, Pliocene, foraminifera, paleoenvironments.

Арктический бассейн остается одним из наименее изученных в мире. Геологоразведочные работы, проводимые в этом регионе в последние годы, дают новую уникальную информацию о геологическом строении, стратиграфии и климате прошедших эпох (Гусев и др., 2006; Morgan et al., 2006). Полученные новые данные о составе кайнозойской бентосной фауны в кайнозойских отложениях шельфа моря Лаптевых к северо-западу от архипелага Новосибирских островов в сравнении с уже имеющимися данными дают возможность сопоставить возраст отложений с уже изученными районами, а также проанализировать пути миграций отдельных родов и видов фораминифер. Расселение атлантических и тихоокеанских видов шло двумя путями: как через канадский, так и российский сектора арктического шельфа. Наиболее интенсивно процесс миграции микрофауны шел в начале плиоцена во время климатического оптимума. Сравнение арктических толщ с хорошо изученными и палеонтологически охарактеризованными разрезами Атлантики и Пацифики повышает достоверность их стратиграфического расчленения. Также можно сделать ряд выводов о палеогеографических обстановках в Арктическом бассейне в позднем кайнозое.

Наличие океанических проливов и физических барьеров являются важными факторами в обменах водных масс между разными бассейнами, а также в миграциях фауны и прежде всего бентоса. Становление позднекайнозойской бентосной фауны Арктического бассейна непосредственно связано с открытием проливов на западе и востоке Арктики (Гладенков и др., 1980; Hopkins, 1959). В кайнозое, начиная с раннего миоцена, Атлантический океан и Арктический соединяли пролив Фрама (Kaminski et al., 2005) и проливы между Гренландией и Элсмирскими островами на западе, Тихий и Арктический – связывали Берингов пролив, открывшийся на рубеже миоцена и плиоцена (Hopkins, 1959; Gladenkov et al., 2002).

Фораминиферы изучены из керна скважины, пробуренной на внешнем шельфе моря Лаптевых. Отложения плиоцена сложены серыми алевролитами. Техническая обработка пород проходила по традиционной методике, применяемой при изучении мезозойских и кайнозойских фораминифер, которая включает: дезинтеграцию породы, отмывку в воде и отбора раковин фораминифер из высушенного порошка и их дальнейшее изучение под бинокулярным стереомикроскопом Leica MZ12” при увеличениях от 10 до 40×. Характерные виды сфотографированы на сканирующем электронном микроскопе в лаборатории Палеонтологического института РАН с последующей обработкой на компьютере. Изображения характерных фораминифер представлены на рисунке.

Фораминиферы из плиоценовых отложений представлены только секреторными формами, агглютинирующие фораминиферы отсутствуют. На основе анализа систематического состава и количественных соотношений бентосных фораминифер в данном интервале разреза выделен комплекс фораминифер с *Elphidiella groenlandica* (Cushman, 1933). Ключевыми таксонами являются *Elphidiella groenlandica* (Cushman, 1933), *Cibicides grossus* Ten Dam et Reinhold, 1941, *Lobatula lobatula* (Walker et Jakob, 1798), *Trifarina angulosa* (Williamson, 1858),



Характерные фораминиферы плиоцена шельфа моря Лаптевых:

1 – *Laevidentalina baggi* (Galloway et Wissler, 1927); 2 – *Laevidentalina soluta* (Reuss, 1851); 3 – *Globulina glacialis* Cushman et Ozawa, 1930; 4 – *Nonion tallahattensis* Bandy, 1949; 5 – *Hyanesina orbicularis* (Brady, 1881); 6 – *Trifarina angulosa* (Williamson, 1858); 7 – *Trifarina fluence* (Todd, 1948); 8, 9 – *Elphidiella groenlandica* (Cushman, 1933); 10–12 – *Lobatula lobatula* (Walker et Jakob, 1798); 13 – *Cibicides grossus* Ten Dam et Reinhold, 1941; 14 – *Valvulineria malagaensis* Kleinpell, 1938; 15, 16 – *Asterigerinoides guerichi* (Franke, 1912); 17 – *Melonis affinis* (Reuss, 1851). Мерная линейка – 200 мкм

Trifarina fluence (Todd, 1948), *Hyanesina orbicularis* (Brady, 1881), *E. incertum* (Williamson, 1858), *Melonis affinis* (Reuss, 1851), *Globulina glacialis* Cushman et Ozawa, 1930, *Nonion tallahattensis* Bandy, 1949 и др. Следует отметить, что данный комплекс наиболее богатый в систематическом и количественном плане в изученном разрезе кайнозойских отложений скважины.

В комплексе отмечен ряд новых, более молодых видов, характерных для верхнего кайнозоя Арктики в сравнении с более древними отложениями миоценового возраста (Барановская, Зархидзе, 1985). Встреченные виды фораминифер *Elphidiella groenlandica* (Cushman, 1933), *Criboelphidium bartletti* (Cushman, 1933), *Stetsonia horvathi* Green, 1959, *Globulina inaequalis* Reuss, 1850, *Laevidentalina baggi* (Galloway et Wissler, 1927), *Lagena laevis* (Montagu, 1803), *Valvulineria malagaensis* Kleinpell, 1938 характерны для вернемиоценовых–плиоценовых комплексов арктических морей (Feyling-Hanssen, 1980; Young et al., 1984; McNeil, 1989). Этот комплекс с некоторой долей условности можно отнести к плиоцену. В подстилающих отложениях раковины фораминифер имеют следы ожелезнения, что позволяет предположить эвстатическое падение уровня моря в конце миоцена. Наличие в составе комплекса переотложенных раковин *Asterigerinoides guerichi* (Franke, 1912) – вида, вымерших к концу среднего миоцена в Северной Атлантике и Арктике (Staesche et al., 1940; McNeil, 1989), также указывает на вероятный частичный размыв отложений доплиоценового возраста. Полученный на основе данных по фораминиферам возраст подтверждается находкой в исследованных отложениях раковины двустворчатого моллюска *Astarte crenata* (Gray, 1824), встречающегося в Северной Атлантике, начиная с раннего плиоцена (Wood, 1857). Выделенный комплекс фораминифер сопоставляется с плиоценовыми зонами по бентосным фораминиферам *Cibicides grossus* (McNeil, 1989, 1990) для моря Бофорта и *Nonion tallahattensis* для Северной Атлантики и моря Баффина (Feyling-Hanssen, 1976).

Состав комплекса фораминифер соответствует обстановкам среднего–внешнего шельфа с глубинами 50–200 м. В условиях морской трансгрессии шло накопление алевритистых илов без примеси карбонатного материала. Обстановки нормально-морские с возможным некоторым распреснением вод. В составе комплекса фораминифер преобладают виды атлантического происхождения. *Elphidiella groenlandica* (Cushman, 1933) – форма, характерная для опресненных участков бассейна (Гудина, 1969). Такая гидрологическая обстановка подтверждается и отсутствием более стеногалинных форм – исландиеллид и кассидулин. Выделенный комплекс фораминифер имеет некоторое сходство с комплексами четвертичных межледниковых трансгрессий северных районов (Гудина, 1969). Достаточно большое количество в составе комплекса фораминифер *Melonis affinis* (Reuss, 1851) свидетельствует об активном притоке атлантических водных масс. Климат, предполагается, был теплее современного, что соответствует условиям климатического оптимума раннего плиоцена. Бентосная известковистая микрофауна этого возраста более соответствовала умеренно прохладным бореальным водным массам, чем арктическим.

Литература

Барановская О. Ф., Зархидзе В. С. Биостратиграфические аспекты кайнозойской истории Арктического шельфа (фораминиферы, моллюски) // Геологические события в истории плиоцена и плейстоцена южных и северных морей. – Уфа. 1985. – С. 16–32.

Гладенков Ю. Б., Нортон П., Спайнк Г. Верхний кайнозой Исландии (стратиграфия плиоцена–плейстоцена и палеонтологические комплексы). – М. : Наука, 1980. – 116 с.

Гудина В. И. Морской плейстоцен сибирских равнин. Фораминиферы енисейского севера. – М. : Наука, 1969. – 80 с.

Гусев Е. А., Бугрова Э. М., Каминский М. А. и др. Палеогеновые отложения хребта Ломоносова // Геолого-геофизические характеристики литосферы Арктического региона. – СПб. : ВНИИОкеангеология, 2006. – Вып. 6. – С. 162–168.

Gladenkov A. Yu., Oleinik A. E., Marincovich L. Jr., Barinov K. B. A refined age for the earliest opening of Bering Strait // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 2002. – No. 183. – Pp. 321–328.

Hopkins D. M. Cenozoic History of the Bering Land Bridge // Science. – 1959. – Vol. 129. – Pp. 1519–1528.

Feyling-Hanssen R. W. The stratigraphy of the Quaternary Clyde Foreland Formation, Baffin Island, illustrated by the distribution of benthic foraminifera // Boreas. – Vol. 5. – Pp. 77–94.

Feyling-Hanssen R. W. Microbiostratigraphy of young Cenozoic marine deposits of the Qivituq Peninsula, Baffin Island // *Marine Micropaleontology*. – 1980. – No. 5. – Pp. 153–184.

McNeil D. H. Foraminiferal zonation and biofacies analysis of Cenozoic strata in the Beaufort Mackenzie Basin of Arctic Canada // *Current Research, Part G, Geological Survey of Canada, Pap. 89-1G*. – 1989. – Pp. 203–223.

Kaminski M. A., Silye L., Kender S. Miocene foraminifera from ODP Hole 909c: Paleoceanography of the Fram Strait Area, Greenland Sea // *Micropaleontology*. – 2005. – Vol. 51. – No. 5. – Pp. 373–403.

McNeil D. H. Tertiary Marine Events of the Beaufort-Mackenzie Basin and Correlation. Oligocene to Pliocene Marine Outcrops in Arctic North America // *Arctic*. – Vol. 43. – No. 4. – 1990. – Pp. 301–313.

Moran K., Backman J., Brinkhuis H. et al. The Cenozoic palaeoenvironment of the Arctic Ocean // *Nature*. – 2006. – Vol. 441. – Pp. 601–605.

Staesche K., Hiltermann H. Microfaunen aus dem Tertiär Nordwestdeutschlands. – Berlin : Abhandlungen der Reichsstelle für Bodenforschung, Neue Folge. – 1940. – No. 201. – 26 p.

Wood S. V. A monograph of the Crag Mollusca, with descriptions of shells from the upper Tertiaries of the British Isles // *Palaeontographical Society*. – London, 1857. – Pt II. – No. 3. – Pp. 217–342.

Young F. G., McNeil D. H. Cenozoic stratigraphy of the Mackenzie delta, Northwest territories // *Geological Survey of Canada. Bull.* 336. – 1984. – 70 p.

ФОРАМИНИФЕРЫ ВЕРХНЕГО ЭОЦЕНА ЗАПАДНОГО САХАЛИНА

С. И. Бордунов^{1,2}, Д. М. Ольшанецкий²

¹ *Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, sib-msu@mail.ru*

² *Геологический институт РАН, Москва, o.mitia@gmail.com*

FORAMINIFERA OF THE UPPER EOCENE OF WESTERN SAKHALIN

S. I. Bordunov^{1,2}, D. M. Olshanetskiy²

¹ *Lomonosov Moscow State University, Moscow, sib-msu@mail.ru*

² *Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, o.mitia@gmail.com*

Аннотация. Представлены данные по эоценовой микрофауне Западного Сахалина. Приведен систематический состав фораминифер из отложений этого возраста. Проведено сопоставление выделенного комплекса фораминифер с комплексами смежных регионов Северной Пацифики. Сделаны выводы о палеогеографической обстановке.

Ключевые слова. Западный Сахалин, эоцен, фораминиферы, палеообстановки.

Abstract. Data on the Eocene microfauna of Western Sakhalin are presented. The systematic composition of foraminifera from sediments of this age is given. The defined foraminifera assemblage is compared with those of the adjacent regions of Northern Pacifica. Conclusions about the paleogeographic environments are drawn.

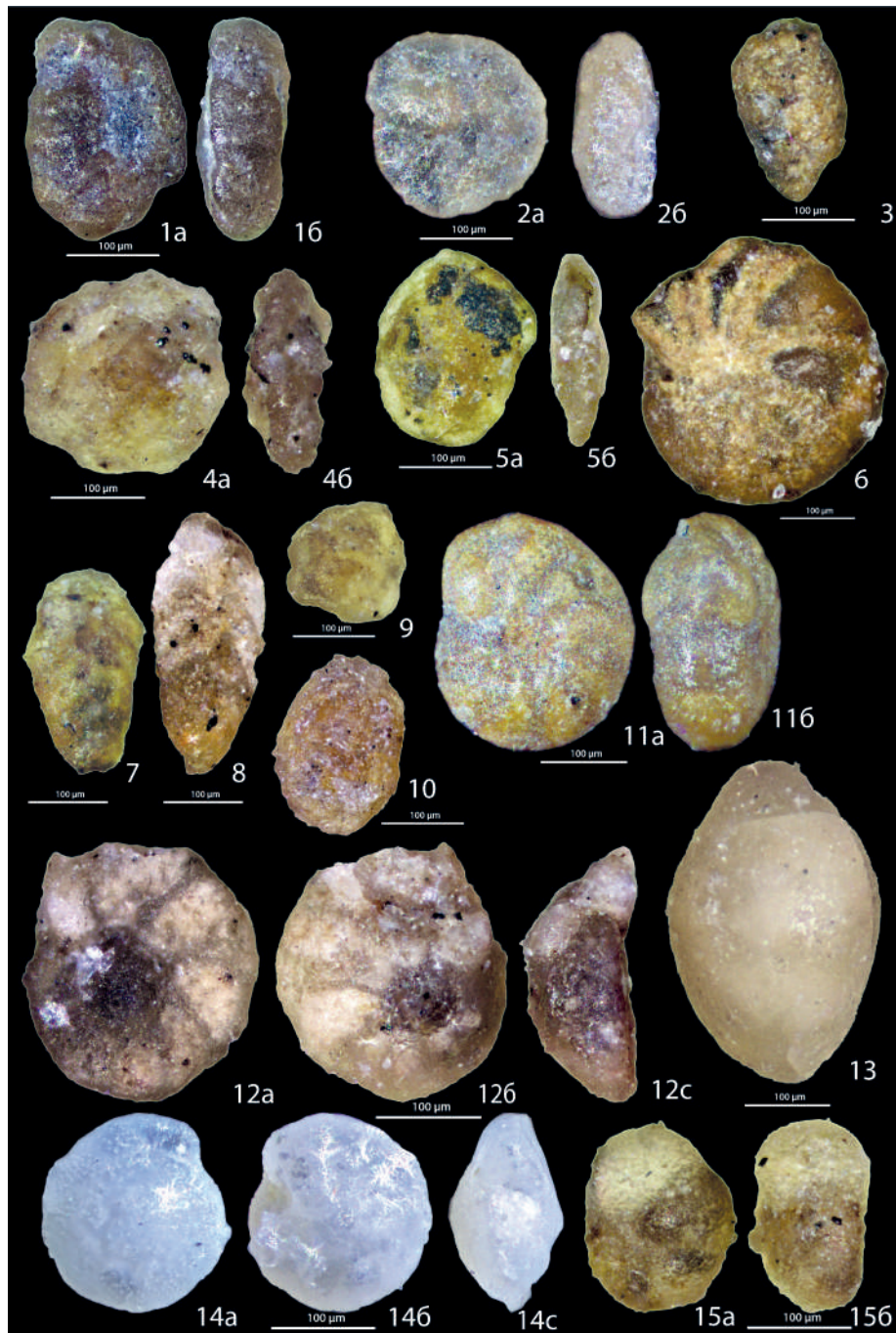
Key words. Western Sakhalin, Eocene, foraminifera, paleoenvironments.

Сахалин – традиционный район Дальнего Востока с развитой добывающей нефтегазовой промышленностью. Осадочный чехол представлен в основном терригенными, вулканогенно-осадочными и вулканогенными породами кайнозойского возраста. Тематические геологические работы, проводимые в этом регионе, уточняют информацию о геологическом строении и стратиграфии острова. Опубликован ряд обобщающих монографий по вопросам кайнозоя (Гладенков и др., 1999; Гладенков и др., 2002). В 1998 г. принята стратиграфическая схема кайнозоя этого региона (Решения ... , 1998). Западный Сахалин – перспективный район в плане нефтегазоносности. Именно здесь наиболее широко развиты палеогеновые отложения, в том числе эоцена (Гладенков и др., 2022; Маргулис и др., 2010).

Объектом изучения стали отложения такарадайской свиты верхнего эоцена в долине р. Августовка центральной части Западного Сахалина. Данный район интересен тем, что здесь представлен полный разрез верхнемеловых–неогеновых отложений, сложенных как континентальными, так и морскими осадками. Разрез верхнего эоцена представлен в нижней части чередованием алевролитов и аргиллитов с прослоями песчаников, в верхней части – кремнистыми аргиллитами.

Техническая обработка пород проходила по традиционной методике, применяемой при изучении мезозойских и кайнозойских фораминифер, которая включает: дезинтеграцию породы, отмывку в воде и отбора раковин фораминифер из высушенного порошка и их

дальнейшее изучение под бинокулярным стереомикроскопом ADF W300 при увеличениях от 10 до 40×. Характерные виды сфотографированы на этом же оптическом микроскопе с камерой ADF STD 16 с последующей обработкой на компьютере. Изображения характерных фораминифер представлены на рисунке.



Характерные фораминиферы верхнего эоцена Западного Сахалина:

1 – *Budashevaella multicamerata* (Voloshinova et Budasheva, 1961): а – вид сбоку, б – вид спереди; 2 – *Haplophragmoides yokoyamai* Kaiho, 1984: а – вид сбоку, б – вид спереди; 3 – *Poronaiia poronaiensis* (Asano) em. Ujiie & Watanabe, 1960; 4 – *Haplophragmoides umbilicatus* Kaiho, 1984: а – вид сбоку, б – вид спереди; 5 – *Haplophragmoides walteri* (Grzybowski, 1898): а – вид сбоку, б – вид спереди; 6 – *Elphidium californicum* Cook Ms, 1950; 7 – *Bolivina danvillensis* Howe et Wallace, 1932; 8 – *Brizalina saitoi* Kaiho, 1984; 9 – *Trochammina markini* Budasheva, 1961; 10 – *Placentamina placenta* (Grzybowski, 1898); 11 – *Criboelphidium sorachiense* (Asano, 1954): а – вид сбоку, б – вид со стороны устья; 12 – *Cibicidoides coalingensis* (Cushman & Hanna, 1927): а – вид со спинной стороны, б – вид с брюшной стороны, с – вид со стороны устья; 13 – *Fissurina* sp.; 14 – *Alabama californica* Mallory, 1959: а – вид со спинной стороны, б – вид с брюшной стороны, с – вид со стороны устья; 15 – *Anomalinoidea aragonensis* (Nuttall, 1930): а – вид сбоку, б – вид со стороны устья

Фораминиферы представлены бентосными секреторными и агглютинирующими фораминиферами. Планктонных форм не встречено. На основе анализа систематического состава и количественных соотношений бентосных фораминифер в данном разрезе выделен комплекс фораминифер с *Poronaiia poronaiensis* (Asano) em. Ujiie & Watanabe, 1960. Характерными видами в данном комплексе являются: *Haplophragmoides yokoyamai* Kaiho, 1984; *Haplophragmoides umbilicatus* Kaiho, 1984; *Reticulophragmium amplexans* (Grzybowski, 1898); *Haplophragmoides walteri* (Grzybowski, 1898); *Budashevaella multicamerata* (Voloshinova et Budasheva, 1961); *Poronaiia poronaiensis* (Asano) em. Ujiie & Watanabe, 1960; *Placentamina placenta* (Grzybowski, 1898); *Elphidium californicum* Cook Ms, 1950; *Criboelphidium sorachiense* (Asano, 1954); *Cibicidoides coalingensis* (Cushman & Hanna, 1927); *Alabamina californica* Mallory, 1959 и др. В комплексе отмечены виды фораминифер как дальневосточного происхождения, так и североамериканского (Cushman, Hanna, 1927; Ujiie et Watanabe, 1960; Kaiho, 1984 и др.).

Подобный смешанный таксономический состав фораминифер характерен для эоценовых отложений российского Дальнего Востока (Фотьянова и др., 2001; Фрегатова, Беньямовский, 2012). На фоне обширной трансгрессии во всей Северной Пацифике установились условия открытого моря с нормальной соленостью. Глубина моря в районе исследований достигала первых сотен метров, т. е. условия были достаточно глубоководными. В олигоцене состав фауны фораминифер меняется в связи с достаточно резкой сменой палеообстановок. Преобладание агглютинированных форм свидетельствует о прогрессирующем похолодании водных масс (Бордунов и др., 2020). В среднем эоцене во всем Дальневосточном регионе преобладали мелководно-морские условия, чередующиеся с прибрежно-континентальными, что способствовало накоплению угольных пластов (Гладенков и др., 2002; Маргулис и др., 2010).

Индекс-вид комплекса *Poronaiia poronaiensis* (Asano) em. Ujiie & Watanabe, 1960 известен из снатольско-ковачинских отложений (средний–верхний эоцен) Западной Камчатки (Бордунов и др., 2020). В такарадайской свите Южного Сахалина обильно представлены *Haplophragmoides yokoyamai* Kaiho, 1984 и *Haplophragmoides umbilicatus* Kaiho, 1984 также, как и в выделенном авторами комплексе фораминифер такарадайской свиты на р. Августовка Западного Сахалина (Фотьянова и др., 2001). Некоторые из секреторных (*Criboelphidium sorachiense* (Asano, 1954) *Brizalina saitoi* Kaiho, 1984 и др.) и агглютинированных форм (*Poronaiia poronaiensis* (Asano) em. Ujiie et Watanabe, 1960; *Haplophragmoides umbilicatus* Kaiho, 1984; *Haplophragmoides yokoyamai* Kaiho, 1984 и др.), обнаруженных нами в комплексе фораминифер, встречаются в отложениях среднего–верхнего эоцена – олигодена Японских островов, особенно на о. Хоккайдо (Ujiie, Watanabe, 1960; Kaiho, 1984). Такие виды, как *Cibicidoides coalingensis* (Cushman & Hanna, 1927), *Alabamina californica* Mallory, 1959, *Anomalinoidea aragonensis* (Nuttall, 1930), *Elphidium californicum* Cook Ms, 1950 и др.), известны из отложений эоцена западного побережья Северной Америки (Cushman, Hanna, 1927).

Таким образом, анализ фауны фораминифер из такарадайской свиты Западного Сахалина и сопоставление со стратиграфическими подразделениями смежных регионов позволяют подтвердить позднеэоценовый возраст изученных отложений, сформировавшихся в нормально-морских относительно глубоководных условиях позднеэоценовой региональной морской трансгрессии.

Работа выполнена по теме государственного задания ГИН РАН.

Литература

Бордунов С. И., Дмитриева Т. В., Фрегатова Н. А. Вопросы стратиграфии кайнозоя Западной Камчатки и этапы развития палеосообществ фораминифер // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. – 2020. – № 5. – С. 17–24.

Гладенков Ю. Б., Сальников Б. А., Баринков К. Б. и др. Экосистемы кайнозоя Охотоморского региона. Опорный разрез палеогена и неогена Северного Сахалина (п-ов Шмидта): стратиграфия, палеогеография и геологические события. – М. : ГЕОС, 1999. – 132 с.

Гладенков Ю. Б., Баженова О. К., Гречин В. И. и др. Кайнозой Сахалина и его нефтегазоносность. – М. : ГЕОС, 2002. – 225 с.

Маргулис Л. С., Маргулис Е. А. Литология палеогеновых отложений юго-запада Сахалина // Разведка и охрана недр. – 2010. – № 4. – С. 17–22.

Решения рабочих Межведомственных региональных стратиграфических совещаний по палеогену и неогену восточных районов России – Камчатки, Корякского нагорья, Сахалина и Курильских островов // Объяснительная записка к стратиграфическим схемам. – М. : ГЕОС, 1998. – 147 с.

Фотьянова Л. И., Серова М. Я., Гальверсен В. Г. и др. Опорный разрез палеогеновых отложений полуострова Крильон (Южный Сахалин, р. Китосия) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2001. – Т. 9. – № 2. – С. 58–76.

Фрегатова Н. А., Беньямовский В. Н. Фораминиферы палеогена Маметчинского залива Западной Камчатки: палеонтология, стратиграфия и палеогеография. Ч. 1. комплексы и биостратоны бентосных и планктонных фораминифер // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2012. – Т. 7. – № 3. – 47 с. – URL: http://www.ngtp.ru/rub/2/50_2012.pdf

Cushman J. A., Hanna G. D. Foraminifera from the Eocene near Coalinga, California // Proceedings of the California Academy of Sciences. – 1927. – Vol. 4. – No. 16 (8). – Pp. 205–229.

Kaiho K. Paleogene Foraminifera from Hokkaido, Japan. Pt 1. Lithostratigraphy and Biostratigraphy including Description of New Species // Science Reports of the Tohoku University, Sendai, Second Series (Geology). – 1984. – Vol. 54. – No. 2. – Pp. 95–139.

Ujii H., Watanabe H. The Poronai foraminifera of the northern Ishikari Coal-field, Hokkaido // Science Report of the Tokyo Kyuiku Daigaku Section C. – 1960. – Vol. 7. – Pp. 117–136.

ФОРАМИНИФЕРЫ СРЕДНЕГО ТРИАСА ИЗ РАЗРЕЗА СКВАЖИНЫ КОЛОВЕЦ В ЗАПАДНОЙ СЛОВЕНИИ

В. Я. Вукс¹, Х. Марко², М. Блейз², Б. Юрковсек³, Т. Колар-Юрковсек²

¹ Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского,
Санкт-Петербург, Valery_Vuks@vsegei.ru

² Геологическая служба Словении, Любляна, Словения, Tea.Kolar-Jurkovsek@GEO-ZS.SI

³ Камница, Словения

MIDDLE TRIASSIC FORAMINIFERS FROM THE KOLOVEC BOREHOLE SECTION IN WESTERN SLOVENIA

V. Ja. Vuks¹, H. Marko², M. Blaž², B. Jurkovšek³, T. Kolar-Jurkovšek²

¹ A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, Valery_Vuks@vsegei.ru

² Geological Survey of Slovenia, Ljubljana, Slovenia, Tea.Kolar-Jurkovsek@GEO-ZS.SI

³ Kamnica, Slovenia

Аннотация. На холме Коловец к северу от г. Домжале (Западная Словения) в доломитах и доломитизированных известняках триаса пробурена скв. Коловец Р-6а/15. Для микрофаунистического исследования было отобрано 11 образцов керн в интервале глубин 22–98 м. Установленный комплекс фораминифер позволяет отнести эти породы к нижней части нижнего анизия.

Ключевые слова. Триас, биостратиграфия, фораминиферы, Словения, анизий.

Abstract. The Kolovec P-6a/15 borehole was drilled on the Kolovec hill north of Domžale (Western Slovenia) in the dolomites and dolomitized limestones of the Triassic. 11 samples were taken from the borehole in the depth range from 22 to 98 m for microfaunistic research. The established foraminifer assemblage allow to attribute these rocks to the lower part of the Lower Anisian.

Key words. Triassic, biostratigraphy, foraminifers, Slovenia, Anisian.

Северо-восточнее г. Любляна и севернее г. Домжале (Западная Словения) на холме Коловец пробурена скв. Р-6а/15 (рис. 1).

Она располагается в переходном регионе между Восточными и Внутренними Динаридами, а в структурном отношении находится на северном фланге Троянской антиклинали Савской складчатой зоны (Placer, 2008). Исследованные породы в скважине представлены преимущественно доломитами и доломитизированными известняками. В этом регионе известны анизийские комплексы фораминифер, которые близки по родовому составу к выявленному нами комплексу, они также содержат *Meandrospira(?) dinarica* Kochansky-Devidé et Pantić, 1966 (Premru, 1983; Gale et al., 2022).

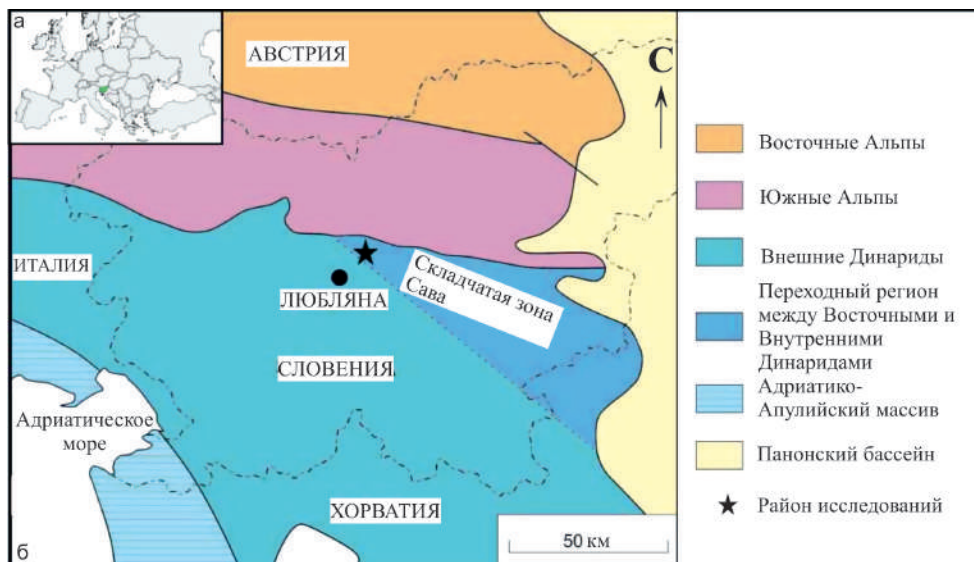


Рис. 1. Расположение района исследований:

а – расположение района исследований на карте Европы; *б* – расположение района исследований на карте Словении

Весь изученный материал хранится в микропалеонтологической коллекции Геологической службы Словении под инвентарными номерами образцов GeoZS 73049–73051, 73053, 73054, 73056–73058, 73063, 73064, 73066, из которых сделано по одному шлифу.

В 11 образцах из скв. Р-6а/15 обнаружены триасовые фораминиферы в интервале глубин 22–98 м. В составе комплекса фораминифер преобладают представители родов *Glomospirella*, *Glomospira* и *Meandrospira*. Сохранность раковин фораминифер плохая, и если рассматривать их как принадлежащих одному комплексу, то он довольно бедный. Определены следующие таксоны фораминифер: *Glomospira tenuifistula* Ho, 1959, *G. sp.*, *Glomospirella ex gr. «sygmoïdalis»* (Rausser, 1948), *Gl. spp.*, *Pilamminella ex gr. begani* (Salaj, 1969), *Trochammina(?) sp.*, *Lamelliconus(?) ex gr. ventroplanus* (Oberhauser, 1957), *Angulodiscus(?) ex gr. impressus* Kristan-Tollmann (1957), *Meandrospira(?) cf. cheni* (Ho, 1959), *M.(?) ex gr. cheni* (Ho, 1959), *M.(?) dinarica* Kochansky-Devidé et Pantić, 1966, *M.(?) ex gr. dinarica* Kochansky-Devidé et Pantić, 1966, *M.? insolita* (Ho, 1959), *M.(?) ex gr. insolita* (Ho, 1959), *M.(?) ex gr. pusilla* (Ho, 1959), *M.? sp.*, *Agathammina(?) sp.*, *Ophthalmidium(?) sp.* (таблица).

Известно, что вид *Glomospira tenuifistula* Ho (Ho, 1959) наиболее типичен для оленёкских и анизийских отложений Европы и Азии (Pantić, 1970; Pantić-Prodanović, Radošević, 1981; Oravec-Scheffer, 1987; Ефимова, 1991), хотя встречается и в более молодых триасовых отложениях Европы (Trifonova, 1992). Вид *Meandrospira(?) cheni* Ho (Ho, 1959) характерен для нижнего триаса Европы и Азии (Salaj et al., 1983, 1988; Trifonova, 1993; Rettori, 1995; Maurer et al., 2008; Korngreen et al., 2013; Kolar-Jurkovšek et al., 2014), но также зафиксирован в анизии Китая (Zhu et al., 2012). Первоначально вид *Meandrospira(?) dinarica* Kochansky-Devidé et Pantić (Kochansky-Devidé et Pantić, 1966) был описан в образованиях анизия Динарид, затем его заметили в разновозрастных отложениях других регионов Европы и Азии (Dimitrijević et al., 1968; Pantić, 1970; Pantić, Rampnoux, 1972; Ramovš, 1972; Urošević, Dumurdanov, 1976; Zaninetti, 1976; Gaździcki, Smit, 1977; Pantić-Prodanović, Radošević, 1981; Salaj et al., 1983, 1988; Oravec-Scheffer, 1987; Trifonova, 1993; He, 1993; Rettori, 1995; Daković et al., 2022; Gale et al., 2022) и в верхнем триасе Румынии (Turculeț, 1970). Вид *Meandrospira(?) insolita* Ho (Ho, 1959) обычно связывают с анизийскими отложениями Кавказа, Болгарии, Греции и Карпат (Salaj et al., 1983, 1988; Ефимова, 1991; Trifonova, 1993), хотя первоначально он был описан из нижнего триаса Китая (Ho, 1959) (рис. 2).

Необходимо отметить, что виды *Meandrospira(?) cheni* Ho, *M.(?) insolita* Ho и *M.(?) pusilla* Ho довольно близки между собой, поэтому их разграничение производится неоднозначно

Распределение фораминифер в скв. Коловец Р-6а/15

№ п/п	Интервалы глубин, м	Номера образцов (шлифов)	Фораминиферы
1	22–24	73058	<i>Lamelliconus(?)</i> ex gr. <i>ventroplanus</i> Oberhauser
2	26–28	73053	<i>Glomospira tenuifistula</i> (Ho)
3	56–58	73049	<i>Glomospira</i> sp., <i>Glomospirella</i> ex gr. « <i>sygmoidalis</i> » Rauser, <i>Trochammina(?)</i> sp.
4	74–76	73056	<i>Meandrospira(?) dinarica</i> Kochansky-Devidé et Pantić, <i>Meandrospira(?) insolita</i> Ho
5	78–80	73057	<i>Meandrospira(?)</i> cf. <i>cheni</i> Ho
6	80–82	73054	<i>Meandrospira(?)</i> ex gr. <i>dinarica</i> Kochansky-Devidé et Pantić, <i>Angulodiscus(?)</i> ex gr. <i>impressus</i> Kristan-Tollmann;
		73066	<i>Glomospirella</i> spp., <i>Agathammina(?)</i> sp., <i>Meandrospira(?)</i> sp., <i>Meandrospira?</i> ex gr. <i>dinarica</i> Kochansky-Devidé et Pantić
7	82–84	73050	<i>Pilamminella</i> ex gr. <i>begani</i> Salaj, <i>Angulodiscus(?)</i> ex gr. <i>impressus</i> Kristan-Tollmann, <i>Meandrospira(?)</i> ex gr. <i>pusilla</i> Ho
8	84–86	73063	<i>Glomospira</i> sp., <i>Trochammina(?)</i> sp., <i>Meandrospira(?) insolita</i> Ho
9	96–98	73051	<i>Meandrospira(?)</i> sp., <i>Meandrospira(?)</i> ex gr. <i>dinarica</i> Kochansky-Devidé et Pantić, <i>Meandrospira(?) insolita</i> Ho, <i>Meandrospira(?)</i> ex gr. <i>insolita</i> Ho;
		73064	<i>Meandrospira(?)</i> ex gr. <i>cheni</i> Ho, <i>Ophthalmidium(?)</i> sp., <i>Meandrospira(?)</i> ex gr. <i>insolita</i> Ho

различными микропалеонтологами. В частности, Л. Цанинетти (Zaninetti, 1976) объединяет их всех в один вид *Meandrospira(?) pusilla* Ho, Й. Салай с соавторами и Е. Трифонова (Salaj et al., 1983; Trifonova, 1993) считают их самостоятельными видами, а Р. Реттори предлагает в качестве компромисса относить к валидным из вышеупомянутых только два вида – *Meandrospira(?) cheni* Ho и *M.(?) pusilla* Ho (Rettori, 1995). К. Уено с соавторами предложили триасовые виды, обычно относимые к меловому роду *Meandrospira*, объединить в род *Citaella* с фарфоровидной стенкой (Ueno et al., 2018). Необходимо отметить, что триасовые меандроспиры не вполне соответствуют характеристикам меловых меандроспир, но объединять их под другим названием только из-за того, что они «потенциально имеют фарфоровидную раковину» (Ueno et al., 2018), не приводя соответствующую фотографию строения стенки, не обоснованно. Поэтому менять один не вполне соответствующий род на другой такой же представляется преждевременным, но, видимо, необходимо поставить знак вопроса у родового определения, чтобы подтвердить его не полное соответствие оригинальным представителям меловых меандроспир.

Таксономический состав комплекса фораминифер в образцах из керна скважины Коловец близок по составу к ассоциациям фораминифер анизия Китая (He, 1993), Кавказа (Ефимова, 1991), Венгрии (Oravec-Scheffer, 1987), Болгарии (Trifonova, 1992, 1993) и Альп (Zaninetti, 1976; Rettori, 1995), а также к комплексам ряда территорий Динарид (Pantić, 1970; Pantić-Prodanović, Radošević, 1977, 1981).

Известно, что наибольшее значение вид *Meandrospira? dinarica* Kochansky-Devide et Pantic играет для среднего анизия: например, в Болгарии в среднем анизии установлена интервальная подзона *Meandrospira dinarica* (Trifonova, 1993), в среднем анизии Карпат была предложена зона *Meandrospira dinarica* (Salaj et al., 1983), а подзона *Meandrospira dinarica* известна в средней части анизия Карпато-Балканского региона и Греции (Salaj et al., 1988).

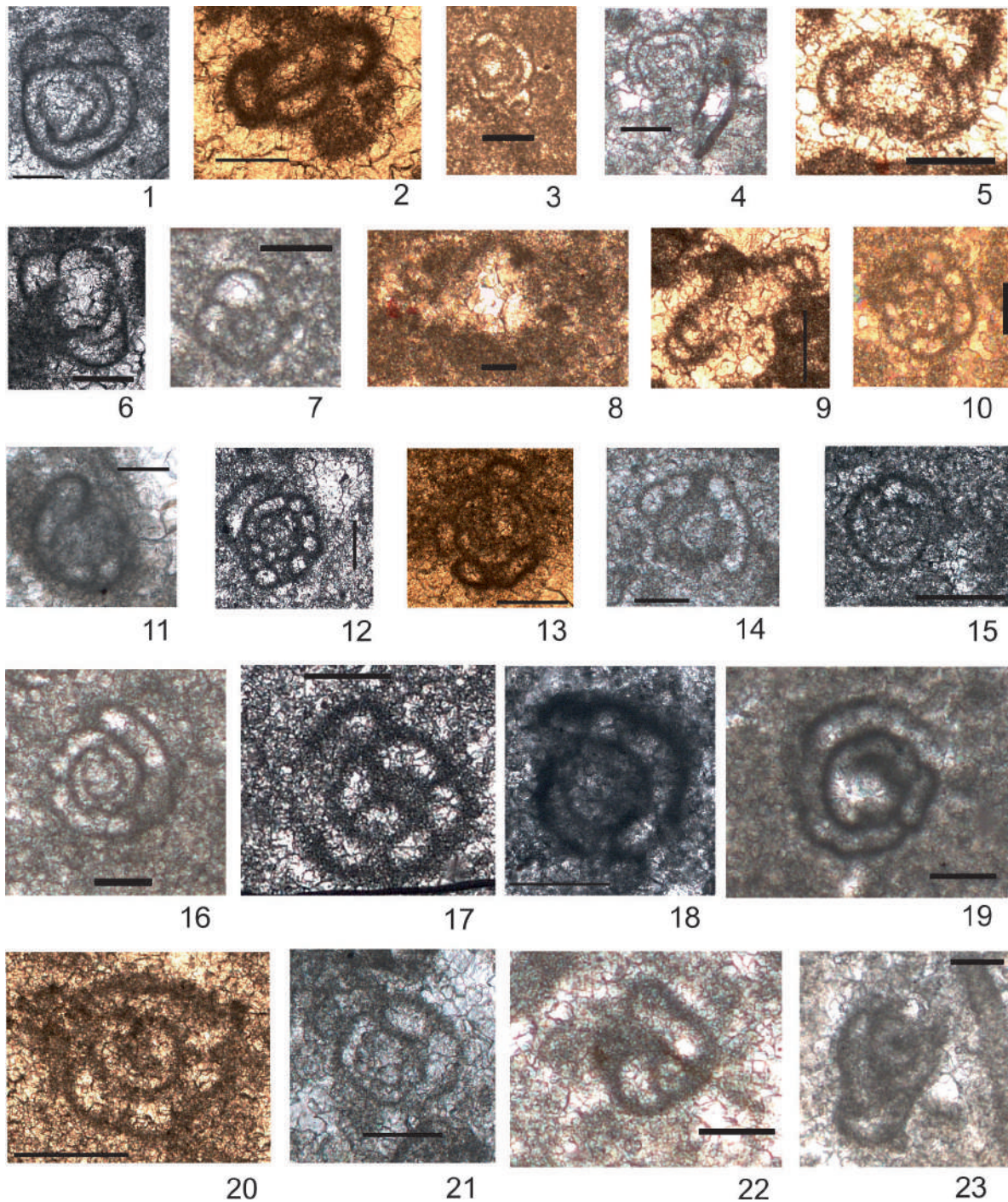


Рис. 2.

Фиг. 1 – *Glomospira tenuifistula* Но, 1959. Обр. 73053 (глубина 26–28 м); фиг. 2 – *Glomospira* sp. Обр. 73049 (глубина 56–58 м); фиг. 3 – *Glomospirella* ex gr. «*sygmoidalis*» (Rauser, 1948). Обр. 73049 (глубина 56–58 м); фиг. 4 – *Glomospirella* sp. Обр. 73066 (глубина 80–82 м); фиг. 5 – *Pilammina* ex gr. *begani* (Salaj, 1969). Обр. 73050 (глубина 82–84 м); фиг. 6, 7 – *Trochammina*(?) sp.: 6 – обр. 73049 (глубина 56–58 м), 7 – обр. 73063 (глубина 84–86 м); фиг. 8 – *Lamelliconus*(?) ex gr. *ventroplanus* (Oberhauser, 1957). Обр. 73058 (глубина 22–24 м); фиг. 9 – *Angulodiscus*(?) ex gr. *impressus* Kristan-Tollmann, 1957. Обр. 73050 (глубина 82–84 м); фиг. 10 – *Meandrospira*(?) cf. *cheni* (Но, 1959). Обр. 73057 (глубина 78–80 м); фиг. 11 – *Meandrospira*(?) ex gr. *cheni* (Но, 1959). Обр. 73064 (глубина 96–98 м); фиг. 12 – *Meandrospira*(?) *dinarica* Kochansky-Devidé, Pantić, 1966. Обр. 73056 (глубина 74–76 м); фиг. 13, 14 – *Meandrospira*(?) ex gr. *dinarica* Kochansky-Devidé et Pantić, 1966: 13 – обр. 73051 (глубина 96–98 м), 14 – обр. 73066 (глубина 80–82 м); фиг. 15–17 – *Meandrospira*(?) *insolita* (Но, 1959): 15 – обр. 73056 (глубина 74–76 м), 16 – обр. 73063 (глубина 84–86 м), 17 – обр. 73051 (глубина 96–98 м); фиг. 18, 19 – *Meandrospira*(?) ex gr. *insolita* (Но, 1959): 18 – обр. 73051 (глубина 96–98 м), 19 – обр. 73064 (глубина 96–98 м); фиг. 20 – *Meandrospira*(?) ex gr. *pusilla* (Но, 1959). Обр. 73050 (глубина 82–84 м); фиг. 21 – *Meandrospira*(?) sp. Обр. 73066 (глубина 80–82 м); фиг. 22 – *Agathammina*(?) sp. Обр. 73066 (глубина 80–82 м); фиг. 23 – *Ophthalmidium*(?) sp. Обр. 73064 (глубина 96–98 м). Масштабная линейка в 100 мкм дана для каждой фотографии

Поскольку большинство видов выявленного комплекса совместно встречаются в анизийских отложениях, и только *Meandrospira(?) cheni* Но в целом характерна для нижнего триаса, можно предположить, что рассматриваемый стратиграфический интервал относится к самым низам анизия, вблизи с пограничными слоями между оленьком и анизием.

Это исследование было проведено Геологической службой Словении при частичной финансовой поддержке Словенского исследовательского агентства в рамках программы P1-0011. Авторы благодарны Геологической службе Словении и Словенскому исследовательскому агентству за предоставленную возможность провести данные работы.

Литература

- Ефимова Н. А.* Триасовая система // Практическое руководство по микрофауне СССР. Т. 5. Фораминиферы мезозоя. – Л. : Недра, 1991. – С. 16–25.
- Daković M., Rabrenović D., Jovanović D.* et al. Biostratigraphy on ammonoids and foraminifers of Middle Triassic (Pelsonian) Jelovica Limestone Formation (Stara Planina Mts.), Eastern Serbia // *Geologica Carpathica*. – 2022. – Vol. 73. – Pp. 187–205.
- Dimitrijević M., Pantić S., Radoičić R., Stefanovska D.* Lithostratigraphic and biostratigraphic Mesozoic columns in the Gacko-Sutjaska-Drina region // *Bull. Inst. Geol. Geophys. Res. Ser. A*. – 1968. – Vol. 26. – Pp. 35–114.
- Gale L., Hitij T., Vičić B.* et al. A sedimentological description of the Middle Triassic vertebrate-bearing limestone from Velika planina, the Kamnik-Savinja Alps, Slovenia // *Geologija Croatica*. – 2022. – Vol. 75. – No. 1. – Pp. 101–103.
- Gaździcki A., Smit O. E.* Triassic foraminifers from the Lalay Peninsula // *Acta Geologica Polonica*. – 1977. – Vol. 27. – No. 3. – Pp. 319–232.
- He Y.* Triassic foraminifera from northeast Sichuan and south Shaanxi, China // *Acta Paleontologica Sinica*. – 1993. – Vol. 32. – No. 2. – Pp. 170–187. (in Chinese, with English abstr.).
- Ho Y.* Triassic foraminifera from the Chialingkiang Limestone of South Szechuan // *Acta Paleontologica Sinica*. – 1959. – Vol. 7. – No. 5. – Pp. 387–418. (in Chinese, with English abstr.).
- Maurer F., Rettori R., Martini R.* Triassic stratigraphy, facies and evolution of the Arabian shelf in the northern United Arab Emirates // *International Journal of Earth Sciences*. – 2008. – Vol. 97. – Pp. 765–784.
- Kochansky-Devidé V., Pantić Š.* Meandrospira u donjem i srednjem trijasu i neki popratni fosili u Dinaridima // *Geol. Vestnik*. – 1966. – Vol. 19. – Pp. 15–28.
- Kolar-Jurkovšek T., Jurkovšek B., Vuks V. Ja.* et al. The Lower Triassic platy limestone in the Jajce area (Bosnia and Herzegovina) // *Geologija*. – 2014. – Vol. 57. – No. 2. – Pp. 105–118.
- Korngreen D., Orlov-Labkovsky O., Bialik O., Benjamini C.* The Permian–Triassic transition in the central coastal plain of Israel (North Arabian plate margin), David 1 borehole // *Palaios*. – 2013. – Vol. 28. – Pp. 491–508.
- Oravec-Scheffer A.* Triassic foraminifers of the Transdanubian Central Range // *Geologica Hungarica. Series Palaeontologica*. – 1987. – Fasc. 50. – 331 p.
- Pantić S.* Caracteristiques micropaleontologiques de la colonne triasique de l'anticlinal de Zdrelo (Serbie oriental) // *Bull. Inst. Geol. Geophys. Res. Ser. A*. – 1970. – Vol. 28. – Pp. 377–385.
- Pantić-Prodanović S., Radošević B.* Geological section of Scythian and Anisian stages in the Jelovica River valley (southeastern Serbia) // *Bull. Mus. Hist. Natur. Ser. A*. – 1977. – No. 32. – Pp. 75–93.
- Pantić-Prodanović S., Radošević B.* Some characteristics of Triassic sediments in the area of Murtenica (Zlatibor Mt., Yugoslavia) // *Bull. Mus. Hist. Natur. Ser. A*. – 1981. – No. 36. – Pp. 71–101.
- Pantić S., Rampoux J. P.* Concerning the Triassic in the Yugoslavian Inner Dinarides (Southern Serbia, Eastern Montenegro): microfacies, microfauna, an attempt to give a paleogeographic reconstitution // *Mitteilungen der Gesellschaft der Geologie – und Bergbaustudenten*. – 1972. – Bd. 21. – Pp. 311–326.
- Placer L.* Osnove tektonske razčlenitve Slovenije // *Geologija*. – 2008. – Vol. 51. – No. 2. – Pp. 208–217.
- Premru U.* Osnovna geološka karta SFRJ 1 : 100.000. Tolmač za list Ljubljana. – Beograd : Zvezni geološki zavod, 1983. – 75 p.
- Ramovš A.* Mikrofauna der alpinen und voralpinen Trias Sloweniens // *Mitteilungen der Gesellschaft der Geologie – und Bergbaustudenten*. – 1972. – Bd. 21. – Pp. 413–426.
- Rettori R.* Foraminiferi del Trias Inferiore e Medio della Tetide: revisione tassonomica, stratigrafia ed interpretazione filogenetica // *Publications du Département de Géologie et Paléontologie. Université de Genève*. – 1995. – No. 18. – Pp. 1–150.
- Salaj J., Borza K., Samuel O.* Triassic foraminifers of the West Carpathians. – Bratislava : Geologický Ústav Dionýza Stura, 1983. – 213 p.
- Salaj J., Trifonova E., Gheorghian D., Coroneou V.* The Triassic foraminifera microbiostratigraphy of the Carpathian-Balkan and Hellenic realm // *Mineralia Slovaca*. – 1988. – Vol. 20. – No. 5. – Pp. 387–415.
- Trifonova E.* Taxonomy of Bulgarian Triassic foraminifera. I. Families Psammosphaeridae to Nodosinellidae // *Geologica Balcanica*. – 1992. – Vol. 22. – No. 1. – Pp. 3–50.
- Trifonova E.* Taxonomy of Bulgarian Triassic foraminifera. II. Families Endothyriidae to Ophthalmiidae // *Geologica Balcanica*. – 1993. – Vol. 23. – No. 2. – Pp. 19–66.

Turculeț J. Turrspirillina carpatho-rumana, une espece nouvelle de Spirillinidae du Trias superieur de la cuvette de Rarau-Breaza (Carpates orientalis roumaines) // Revue de Micropalontologie. – 1970. – No. 13/1. – Pp. 127–135.

Ueno K., Miyahigashi A., Martini R. Taxonomic and nomenclatural justification for the Triassic meandrospherical foraminiferal genus Citaella Premoli Silva, 1964 // Journal of Foraminiferal Research. – 2018. – Vol. 48. – No. 1. – Pp. 62–74.

Urošević D., Dumurđanov N. Les caractéristiques micropaléontologiques et lithologiques des sédiments triasiques de Galicica et Jablanica (Macedonie occidentale) // Bull. Mus. Hist. Nat. – 1976. – Vol. 31. – Pp. 89–93.

Zaninetti L. Les Foraminifères du Trias. Essai de synthèse et corrélation entre les domaines mésogéens européen et asiatique // Rivista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia. – 1976. – Vol. 82. – No. 1. – Pp. 1–258.

Zhu Y., Luo H., Cai H. et al. Stratigraphic Division of the Early and Middle Triassic at the Xiejiaocao section in Guang'an, Sichuan // Journal of Stratigraphy. – 2012. – Vol. 36. – No. 4. – Pp. 784–791.

К ВОПРОСУ ФИЛОГЕНИИ РОДА *PLANOENDOTHYRA* REITLINGER, 1959 (FORAMINIFERA) ВЕРХНЕВИЗЕЙСКО-СЕРПУХОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ (НИЖНИЙ КАРБОН)

Н. Б. Гибшман¹, Я. А. Вевель²

¹ Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва, nilyufer@bk.ru

² Институт геологии им. акад. Н. П. Юшкина Коми НЦ УрО РАН,
Сыктывкар, yadviga_vevel@mail.ru

ABOUT THE PHYLOGENY OF THE GENUS *PLANOENDOTHYRA* REITLINGER, 1959 (FORAMINIFERA) FROM THE UPPER VISEAN-SERPUKHOVIAN DEPOSITS (LOWER CARBONIFEROUS)

N. B. Gibshman¹, Ya. A. Vevel²

¹ Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, nilyufer@bk.ru

² Yushkin Institute of Geology, Komi Science Centre, Ural Branch, Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar, yadviga_vevel@mail.ru

Аннотация. Проведена ревизия морфологии рода *Planoendothyra* Reitlinger, in: Rauser-Chernousova et Fursenko, 1959, семейство Endothyridae Brady, 1854. Рассмотрена филогения рода *Planoendothyra* Reitlinger, 1959.

Ключевые слова. Фораминиферы, род, эволюция, верхний визе, серпухов, нижний карбон.

Abstract. A revision of the morphology of the genus *Planoendothyra* Reitlinger, in: Rauser-Chernousova et Fursenko, 1959, Familia Endothyridae Brady, 1854 is done. The phylogeny of the genus *Planoendothyra* Reitlinger, 1959 is considered.

Key words. Foraminifera, genus, evolution, Upper Visean, Serpukhovian, Lower Carboniferous.

Филогения рода *Planoendothyra* Reitlinger, 1959, семейство Endothyridae Brady, 1884 рассматривается по результатам персональных исследований фораминифер (Гибшман, 2003; Gibshman et al., 2009; Kabanov et al., 2014; Gibshman, Vevel, 2021; Алексеев и др., 2023) из отложений верхневизейско-серпуховского интервала нижнего карбона Подмосковского бассейна, а также с использованием литературных данных. Род *Planoendothyra* Reitlinger, 1959 часто встречается в породах верхневизейско-серпуховского интервала нижнего карбона Евразии (Gibshman, Vevel, 2021). Относительно эволюции/филогении рода *Planoendothyra* не существует единой точки зрения. С. Е. Розовская (1963, табл. 2, с. 36) рассматривает происхождение рода *Planoendothyra* от рода *Quasiendothyra*. Основными общими особенностями в эволюции морфологии этих двух родов является характер спирали и строение дополнительных отложений. Морфология рода *Planoendothyra* и характер дополнительных отложений рассмотрены (Gibshman, Vevel, 2021) и показаны на рис. 1.

Род *Planoendothyra* наследует и сохраняет характер развития спирали от древнего предка рода *Quasiendothyra*. Для каждого из этих родов свойственны короткая эндотироидная начальная часть и многооборотное плоскостепиальное строение большей части раковины.

Они отличаются строением стенки раковины. У рода *Planoendothyra* стенка раковины тонкостенная микрогранулярная сохраняется на всей стадии развития (Рейтлингер, 1950). У рода *Quasiendothyra* на завершающей стадии развития стенка раковины приобретает стекловато-лучистый слой (Раузер-Черноусова, 1948). Род *Planoendothyra* продолжает развитие вплоть до ассельского времени ранней перми. Род *Quasiendothyra* исчезает в карбоне, но эволюция *Endothyrida* продолжается (Рейтлингер, 1981).

М. В. Вдовенко, 1972 (с. 42, рис. 1), подобно С. Е. Розовской, считает предковым родом *Quasiendothyra*, но относит род *Planoendothyra* к семейству *Loeblichinae*. Отличия морфологии родов *Planoendothyra* и *Loeblichia* являются основанием принадлежности рода *Planoendothyra* к семейству *Endothyridae*, а рода *Loeblichia* – к семейству *Loeblichinae* (Справочник ... , 1996, с. 32). Е. А. Рейтлингер (1959) определяет, что типовой вид планоендотир *Endothyra aljutovica* Reitlinger, 1950 отличается от рода *Quasiendothyra* иным характером дополнительных отложений, которые обычно заполняют боковые части камер, выстилают основание камер и образуют нередко псевдохоматы (Рейтлингер, Волошинова, 1959, с. 194, табл. V, фиг. 2, 3: осевое и медианное сечения). Объем рода составляют несколько видов, распространение – карбон Русской платформы, Урала, Кузбасса.

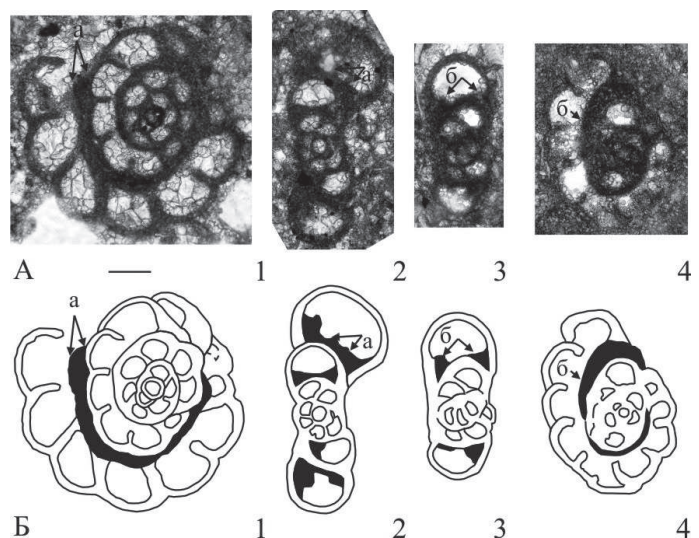
Принимается точка зрения С. Е. Розовской (1963), что *Planoendothyra* могла произойти от рода *Quasiendothyra* и, предполагается, что предковым видом может быть *Q. kobeitusana* – конечная стадия филогенетической линии *Q. bella* → *Q. communis* → *Q. kobeitusana* (Рейтлингер, 1961). В филогении родов *Planoendothyra* и *Quasiendothyra* наблюдаются некоторые аналогии в формировании видов линии *Q. bella* → *Q. communis* → *Q. kobeitusana*. Основное сходство видов этой филогенетической линии является стремление к симметрии навивания оборотов. От резко асимметрично навитых оборотов у *Q. bella* и через *Q. communis* к симметричному *Q. kobeitusana* (Рейтлингер, 1961, схема).

Развитие и формирование филогенетической линии рода *Planoendothyra* в составе *Planoendothyra minor* → *P. aljutovica* → *P. rzhevica/siviniensis* → *P. minuta* протекает по принципу от относительно симметричного навивания *Planoendothyra minor* → *P. aljutovica* к асимметричному *P. rzhevica/siviniensis* и снова к симметричному *P. minuta* (рис. 2). Симметричное, со слабым отклонением, навивание у начального вида *Planoendothyra minor* к симметричному → *P. aljutovica* и далее к резкому отклонению оборотов вплоть до 90° у → *P. rzhevica/siviniensis* и снова возврат к симметричному → *P. minuta*.

Формирования видового разнообразия путем изменения симметрии навивания у планоендотир сопровождается изменением формы дополнительных отложений в направлении облегчения скелета раковины, но способ плоскоспирального навивания, плоские боковые стороны и микрозернистая стенка сохраняются (рис. 1, 2).

Рис. 1. Морфология рода *Planoendothyra* Reitlinger и характер дополнительных отложений:

А – фото голотипов и паратипов, Б – схемы. 1, 2 – *P. aljutovica* (Reitlinger): 1 – паратип, медианное сечение (а – массивные дополнительные отложения на поверхности оборота), 2 – голотип, осевое сечение (а – дополнительные отложения на поверхности оборота и углах камер); 3, 4 – *P. siviniensis* (Reitlinger): 3 – голотип, осевое сечение (б – дополнительные отложения в углах камер), 4 – медианное сечение (б – дополнительные отложения на поверхности оборота). Размер линейки – 0,01 мм



Филогения рода *Planoendothyra* разработана (рис. 2) применительно и на основе стратиграфического распространения и морфологии оригинальных видов, и на материале конкретных форм из разрезов Подмосковья (Gibshman, Vevel, 2021).

Раковина *Quasiendothyra kobeitusana* (Раузер-Черноусова, 1948, табл. 2, фиг. 4) обладает эволютной плоскоспиральной раковиной (рис. 2, *a*), двухслойной структурой стенки и эволютными плоскоспиральными оборотами, дает начало роду *Planoendothyra* (рис. 2). Род *Planoendothyra*, продолжая развитие, формирует линию *Planoendothyra minor* → *P. aljutovica* → *P. rzhevica* → *P. siviniensis* → *P. minuta* следующим образом. В начале серпуховского времени редуцируется стекловато-лучистый слой и увеличивается количество оборотов. Начальный вид *P. minor* характеризуется очень мелкими размерами и нечеткой архитектурой раковины, но сохраняет плоскоспиральное навивание раковины (рис. 2, *б*). В верхней части веневского горизонта, к основанию тарусского горизонтов у *P. minor* увеличиваются размеры, толщина дополнительных отложений и высота оборотов, и *P. minor* дает начало виду *P. aljutovica*. Сохраняя специфические особенности морфологии, наследованные от древнего предка, *P. aljutovica* приобретает крупные размеры (рис. 2, *в*), эндотироидный ювенириум, плоскоспиральное эволютное навивание и высокие обороты. На рубеже тарусского и стешевского горизонта у *P. aljutovica* формируется эндотироидное навивание внутренней части раковины, значительно увеличивается высота последнего оборота, сохраняется плоскоспиральное навивание внешних, равномерно возрастающих оборотов и меняется характер дополнительных отложений от покрытия оборота до заполнения углов камер. В конце тарусского времени от *P. aljutovica* происходит *P. rzhevica* (рис. 2, *г*). Чуть позже *P. aljutovica* дает начало *P. siviniensis* за счет сужения ширины внутренней части раковины и уменьшения высоты последнего плоскоспирального оборота (рис. 2, *е*). Таким образом, *P. rzhevica* и *P. siviniensis*, вероятнее всего, происходят от *P. aljutovica*. На рубеже стешевского и протвинского времени вид *P. rzhevica* за счет рекапитуляции морфологических признаков, наследованных от вида *P. aljutovica*, дает начало виду *P. minuta*, у которого существенно уменьшаются размеры раковины, сохраняются плоские, без пупочных впадин, параллельные боковые стороны и высокий последний оборот (рис. 2, *д*).

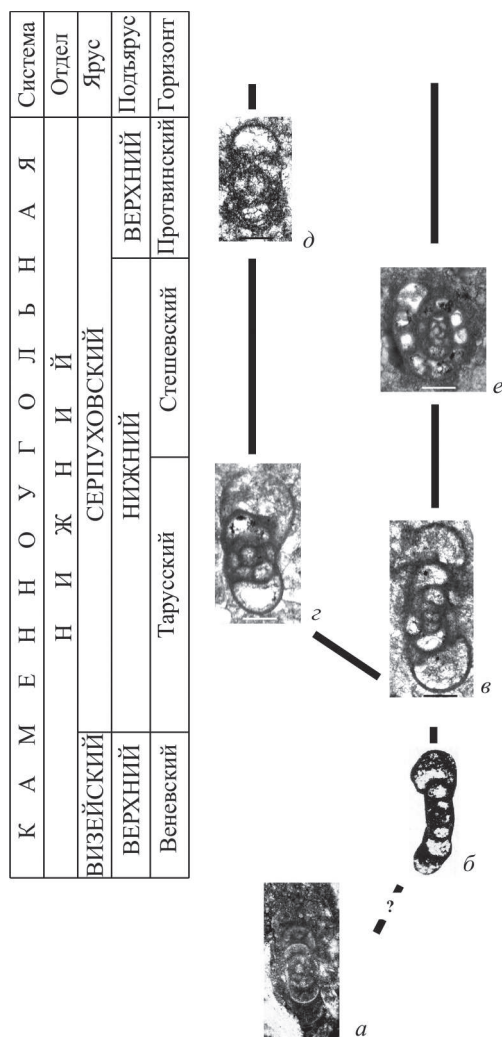


Рис. 2. Эволюционная линия рода *Planoendothyra* Reitlinger, 1959: *P. minor* → *P. aljutovica* → *P. rzhevica* → *P. siviniensis* → *P. minuta*:

a – *Quasiendothyra kobeitusana* (Rauser-Chernousova), ГИН РАН, экз. 2834/26, оригинальная иллюстрация Раузер-Черноусова, 1948, табл. 2, фиг. 4, голотип, Русская платформа, скв. 401 Сызрань, инт. 1114,0–1120,5 м, обр. 663, шлиф 1, D₃fm₃, размер линейки: 0,2 мм; *б* – *Planoendothyra minor* Rosovskaya, голотип ПИН РАН экз. № 1586/271, Парсуки, vn; *в* – *P. aljutovica* (Reitlinger), осевое сечение, ПИН РАН экз. № 5622/0141, осевое сечение, Новогуровский карьер, слой 25, обр. 14-40, шл. 2, tr; *г* – *P. rzhevica* (Reitlinger), экз. № 5622/1949, параксиальное сечение, скошенное, Заборье, слой 4, шл. 2, tr; *д* – *P. minuta* (Reitlinger), ПИН РАН экз. № 5622/3682, осевое сечение, слабо скошенное, скв. 8 Малоярославец, инт. 42,3–45,0 м, слой 9, шл. 3, pr – нижняя часть; *е* – *P. siviniensis* (Reitlinger), ПИН РАН экз. № 5622/2245, осевое сечение, скошенное, Заборье, слой 16, шл. 10, st; размер линейки – 0,1 мм; vn – веневский горизонт, tr – тарусский горизонт, st – стешевский горизонт, pr – протвинский горизонт

Выводы. Результаты реконструкции филогении рода *Planoendothyra*, выполненные на конкретном фактическом материале Подмосковного бассейна, показали высокий биостратиграфический потенциал при определении положения границы верхневизейско-серпуховских (C1_{v2-s}) отложений, расчленения и определения положения границ региональных подразделений (тарусский, стешевский и протвинский) Подмосковного бассейна. Первое появление рода *Planoendothyra* наблюдается вблизи границы визе-серпуховских отложений во многих регионах мира и может использоваться в качестве нового, не использованного ранее маркера для широких региональных корреляций.

Литература

- Алексеев А. С., Гибшман Н. Б., Горева Н. В., Сахненко К. В.* Каменноугольные отложения Малоярославца (Калужская область) и их биостратиграфия по фораминиферам и конодонтам // Бюлл. МОИП. Отдел геологический. – 2022. – Т. 97. – Вып. 1. – С. 46–73.
- Вдовенко М. В.* Новые данные по систематике, морфологии и филогении семейства Loeblicidae // Вопросы микропалеонтологии. – 1972. – Вып. 15. – С. 40–50.
- Волошинова Н. А., Рейтлингер Е. А.* Отряд Endothyrida / ред. Д. М. Раузер-Черноусова, А. В. Фурсенко // Основы палеонтологии. Общая часть. Простейшие. – М. : Изд-во АН СССР, 1959. – С. 190–201.
- Гибшман Н. Б.* Характеристика фораминифер серпуховского яруса карьера Заборье (Подмосковный Бассейн, Русская платформа) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2003. – Т. 11. – № 1. – С. 39–63.
- Раузер-Черноусова Д. М.* Материалы к фауне фораминифер каменноугольных отложений Центрального Казахстана // Тр. ИГН АН СССР. Геол. серия. – М. : АН СССР, 1948. – Вып. 66 (21). – С. 1–28.
- Рейтлингер Е. А.* Некоторые вопросы систематики квазиэндотир // Вопросы микропалеонтологии. – 1961. – Вып. 5. – С. 31–69.
- Рейтлингер Е. А.* К систематике эндотироидей // Вопросы микропалеонтологии. – 1981. – Вып. 24. – С. 43–59.
- Рейтлингер Е. А.* Фораминиферы среднекаменноугольных отложений центральной части Русской платформы (исключая семейство Fusulinoida) // Тр. ИГН АН СССР. Геол. серия. – 1950. – Т. 47. – Вып. 126. – 126 с.
- Розовская С. Е.* Древнейшие представители фузулинид и их предки // Тр. ПИН АН СССР. Т. ХСVII. – М. : АН СССР, 1963. – 128 с.
- Справочник по систематике фораминифер палеозоя (эндотироиды, фузулиниды) / отв. ред. Д. М. Раузер-Черноусова. – М. : Наука, 1996. – С. 164–174.
- Gibshman N. B., Kabanov P. B., Alekseev A. S. et al.* Novogurovsky Quarry – Upper Viséan and Serpukhovian / eds. A. S. Alekseev, N. V. Goreva // Type and Reference Carboniferous Sections in the South Part of the Moscow Basin. Field Trip Guidebook of International Field Meeting of the I.U.G.S. Subcommittee on Carboniferous Stratigraphy, August 11–12, 2009. – Moscow : Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, 2009. – Pp. 13–44.
- Gibshman N. B., Vevel Ya. A.* The Genus *Planoendothyra* Reitlinger, 1959 from the Viséan–Serpukhovian (Lower Carboniferous) of Eurasia // Paleontological Journal. – 2021. – Vol. 55. – No. 12. – Pp. 1491–1510. – DOI: 10.1134/S0031030121120066
- Kabanov P. B., Alekseev A. S., Gibshman N. B. et al.* The Upper Viséan–Serpukhovian in the type area for the Serpukhovian Stage (Moscow Basin, Russia). Pt 1. Sequences, disconformities, and biostratigraphic summary // Geological Journal. – 2016. – Vol. 51. – Pp. 163–194. – DOI: 10.1002/gj.2612

БИОСТРАТИГРАФИЯ И АССОЦИАЦИИ ВЕРХНЕЮРСКИХ ФОРАМИНИФЕР ВЕРХ-ТАРСКОЙ ПЛОЩАДИ, ЮГ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Е. В. Зайчикова

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,
Новосибирск, ZaychikovaEV@ipgg.ru*

BIOSTRATIGRAPHY AND ASSEMBLAGES OF UPPER JURASSIC FORAMINIFERA OF THE VERKH-TARSKAYA AREA, SOUTH OF THE WEST SIBERIA

E. V. Zaychikova

*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics,
Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, ZaychikovaEV@ipgg.ru*

Аннотация. Проведен анализ комплексов верхнеюрских бентосных фораминифер из керна скважин Верх-Тарской площади и сравнение таксономического состава с целью установления последовательности биостратонов и реконструкции палеообстановок.

Ключевые слова. Фораминиферы, биостратиграфия, юра, оксфорд, кимеридж, Волга, Западная Сибирь.

Abstract. The analysis of assemblages of Upper Jurassic benthic foraminifera from the core of wells of the Verkh-Tarskaya area and a comparison of the taxonomic composition with the aim to establish the sequence of biostrat and reconstructing the paleoenvironments.

Key words. Foraminifers, biostatigraphy, Jurassic, Oxfordian, Kimeridgian, Volgian, West Siberia.

В ходе исследования были изучены разрезы, расположенные в южной части Западно-Сибирской низменности, Сильгинском структурно-фациальном районе Верх-Тарской (В-Т) площади (рис. 1).

Автором был проведен отбор и микропалеонтологический анализ керна скв. В-Т 20 (ИНГТ СО РАН). Также были использованы коллекции фораминифер из других Верх-Тарских скважин (В-Т 3, В-Т 4, В-Т 7, В-Т 11, В-Т 15) (коллекции специалистов ПГО «Новосибирскгеология»), в которых проводилась ревизия и уточнение таксономического состава.

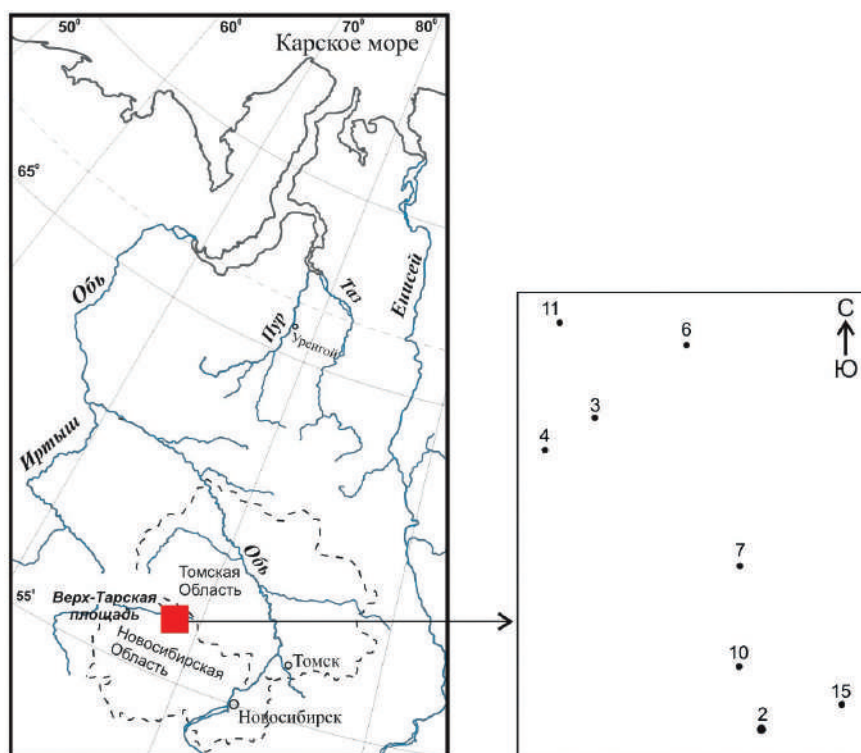


Рис. 1. Географическое положение Верх-Тарской площади

На врезке схема расположения изученных скважин (по материалам ИНГТ СО РАН)

В ходе исследования, в наунакской и георгиевской свитах, был установлен ряд из семи стандартных для верхней юры зон и слоев по фораминиферам (рис. 2): f-зоны *Ammodiscus thomsi*, *Tolyrammina svetlanae* JF35, *Recurvoides disputabilis* JF37, *Trochammina omskensis*, *Verneuillinoidea graciosus* JF38, *Haplophragmoides canuiformis*, *Astacolus praesibirensis* JF39, *Haplophragmoides canuiformis* JF40, *Pseudolamarckina rjasanensis* JF41, слои с *Kutsevelia haplophragmoides* JF43 (Никитенко, 2009).

В разрезе наунакской свиты, вскрытой скв. В-Т 4, установлен самый древний фораминиферовый комплекс зоны *Ammodiscus thomsi*, *Tolyrammina svetlanae* JF35, которая характеризует средний оксфорд. Комплекс состоит из 11 видов фораминифер. Преобладают агглютинирующие фораминиферы (*Recurvoides disputabilis* – 43 % комплекса), в большом количестве присутствуют *Tolyrammina svetlanae* и *Haplophragmoides* sp., составляющие 5 % комплекса, *Trochammina kosyrevae* составляет 3 % комплекса. Известковистые встречаются в меньшем количестве (*Globulina oolitica* – 35 % комплекса), преобладает род *Lenticulina* (*Lenticulina subpolonica*, *L. sherkalyensis*, *L. ex gr. solita*, *L. sp.*), который составляет 7 % всего комплекса, в небольшом количестве присутствуют *Planularia ovalis* и *Dentalina* sp. (1 %).

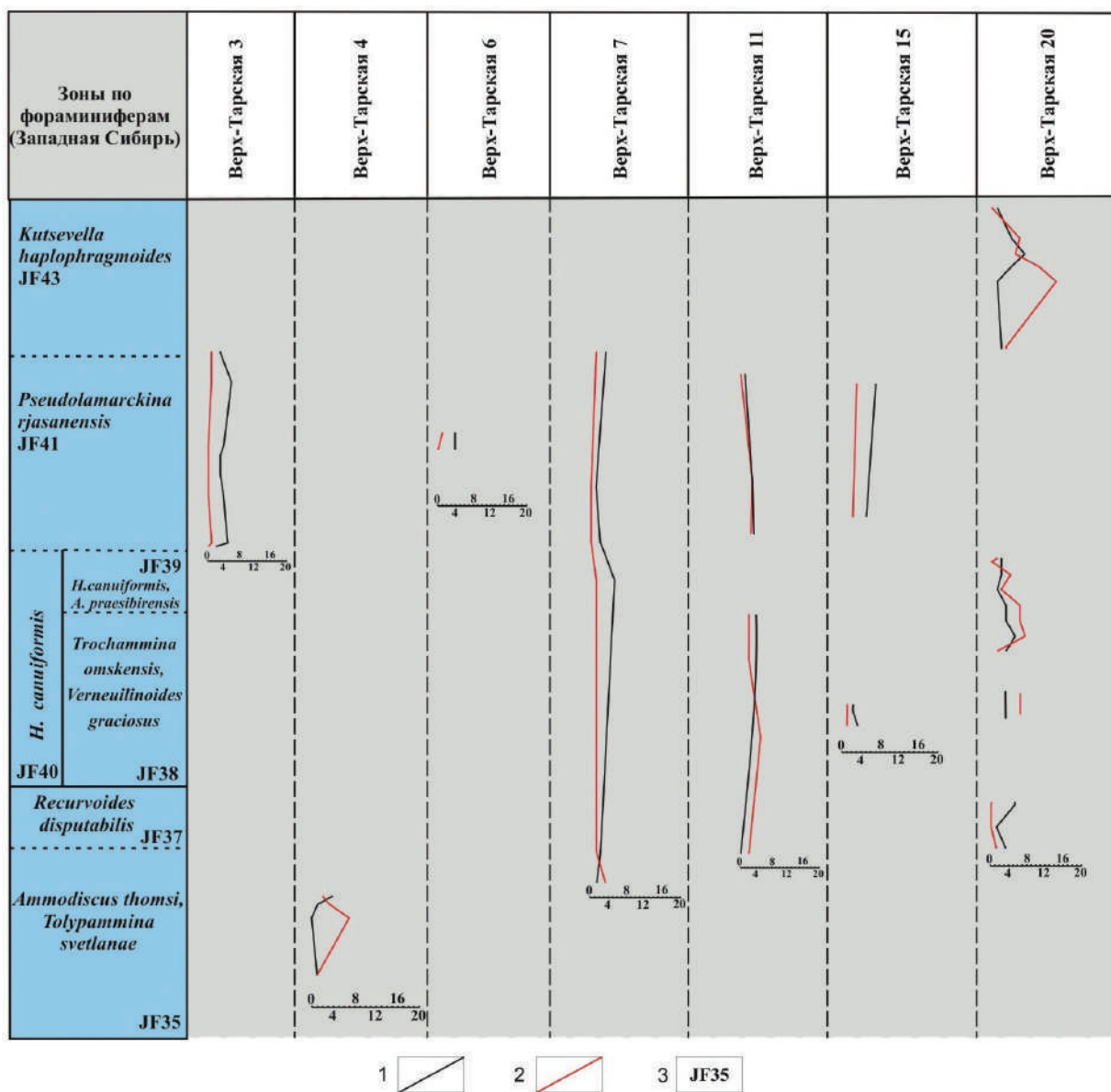


Рис. 2. Изменения таксономического разнообразия верхнеюрских фораминифер:

1 – количество видов агглютинирующих фораминифер; 2 – количество видов известковистых фораминифер; 3 – индекс биостратонов по фораминиферам

Примерно на этом же стратиграфическом уровне в разрезе скв. В-Т 11 встречен обедненный моновидовой комплекс с *Glomospirella galinae*, характеризующий нерасчлененные зоны *Ammodiscus thomsi*, *Tolyrammina svetlanae* JF35 – *Recurvoides disputabilis* JF37, соответствующие средней–нижней части верхнего оксфорда.

В науканской свите, вскрытой скв. В-Т 20, встречен комплекс фораминифер, который характеризует нерасчлененные подразделения *Recurvoides disputabilis* JF37 – *Trochammina omskensis*, *Verneuilinoides graciosus* JF38. Самый многочисленный – агглютинирующий вид *Recurvoides disputabilis* (составляет 97% комплекса), в малом количестве встречаются *Haplophragmoides incognitus* (менее 2%), в единичных экземплярах присутствуют *Ammobaculites* ex gr. *pungaensis*, *Bulbobaculites pokrovkaensis* (< 1%). Из известковистых таксонов встречен *Lenticulina* sp. (около 1%). Состав комплекса не позволяет однозначно определить его возрастную принадлежность (Зайчикова, 2015).

В скв. В-Т 11, в нижней части георгиевской свиты, установлена зона *Haplophragmoides canuiformis*, *Astacolus praesibirensis* JF39 (верхи нижнего кимериджа). Комплекс представлен шестью видами, среди которых существенно преобладают агглютинированные раковины. Доминирует род *Recurvoides* (*R. sublustris*, *R. canningensis*), составляющий 63% всего комплекса. Другие виды встречены в значительном количестве: *Haplophragmoides canuiformis* (22%), *Trochammina* ex gr. *kumaensis* (6%), *Dorothia tortuosa* (3%), *Ammobaculites* sp. (2%). Известковистые таксоны представлены *Lenticulina* sp. (3%).

В разрезе георгиевской свиты, вскрытой скв. В-Т 20, установлена фораминиферовая зона *Haplophragmoides canuiformis* JF40 (верхи верхнего оксфорда – нижний кимеридж). Обнаруженный комплекс фораминифер разнообразен (до 65 экземпляров раковин агглютинированных фораминифер в образце) и состоит из 25 видов: *Recurvoides sublustris* (до 86%), *Haplophragmoides canuiformis* (2%), *Glomospirella galinae*, *G. porcellanea* (1%) и др. Известковистые формы более разнообразны таксономически, но менее многочисленны: *Lenticulina initalis*, *L.* sp. ind. (5%), *Saracenaria subsuta*, *S. varusiensis* (2%), *Astacolus inflatiformis* и др. В нижней части разреза известковистых видов значительно больше, чем в верхней. Отмечаются увеличения количества *Lenticulina initalis* и *Saracenaria subsuta* – до 10 экземпляров в образце. Остальные известковистые фораминиферы представлены единичными экземплярами (Зайчикова, Левчук, 2016).

В скв. В-Т 7 встреченный комплекс зоны JF40 менее разнообразный, чем описанный выше и состоит из семи видов фораминифер. Агглютинированные раковины более разнообразны и многочисленны (Зайчикова, 2015). Преобладают *Recurvoides sublustris* (46%) и *Haplophragmoides canuiformis* (42%), остальные виды встречены в количестве 1–4 экземпляров в образце: *Trochammina omskensis* (4%), *Dorothia tortuosa* (2%), *Ammobaculites multiformis* (2%). Известковистые представлены двумя родами: *Saracenaria* ex gr. *subsuta* (2%), *Lenticulina inflatiformis* (2%).

В скв. В-Т 3 подобный комплекс зоны JF40 и слоев JF39 менее разнообразный и состоит из четырех агглютинированных видов фораминифер, среди которых преобладает *Recurvoides sublustris* (65%), в большом количестве присутствует вид *Trochammina* (14%) (*T. kumaensis*, *T. taboryensis*, *T. minutissima*), *Dorothia tortuosa* (7%), в меньшем количестве встречен род *Ammobaculites verus* (2%). Самый малочисленный из комплексов, представляющих эти зону и слои, был встречен в скв. В-Т 15 и состоит из четырех видов. Преобладают агглютинированные фораминиферы рода *Recurvoides* (*R. sublustris*, *R. canningensis*) (88%) и вид *Spiroplectammina suprajurassica* (8%), в значительно меньшем количестве содержатся известковые *Planularia* sp. (3%) и *Lenticulina semipellucida* (1%).

В разрезе георгиевской свиты, вскрытой скв. В-Т 15, установлена фораминиферовая зона *Pseudolamarckina rjasanensis* JF41 (верхи нижнего – верхний кимеридж) (Colpaert, Nikitenko, 2019). Комплекс фораминифер многочисленный и состоит из 22 видов агглютинирующих и известковистых фораминифер. На протяжении всего интервала агглютинированные формы в комплексе таксономически разнообразны и присутствуют в большом количестве. Преобладают *Recurvoides sublustris* (50%), *Haplophragmoides canuiformis* (23%), встречаются *Dorothia*

tortuosa (10%), *Trochammina elevata* (5%), *Spiroplectammina suprajurassica* (4%). Среди известковых форм преобладают *Lenticulina parahoplites* (3%) и *Vaginulinopsis romanovae* (3%), в меньших количествах присутствуют *Reophax adaptatus*, *Citarinella* sp. и *Saracenella* sp., которые составляют по 1% от комплекса.

В верхней части георгиевской свиты, в скв. В-Т 20, выделены слои с *Kutsevella haplophragmoides* JF43, которые являются самым молодым из фораминиферовых биостратонов юры в изученном районе, стратиграфическое положение этих слоев – нижеволжский подъярус. Комплекс фораминифер состоит из 26 видов. Агглютинирующие формы преобладают и разнообразны: *Recurvoides stchekuriensis* (66%), часто встречаются *Kutsevella haplophragmoides*, *Trochammina kumaensis*, *T. taboryensis*, *Haplophragmoides* cf. *volgensis* (1%), в незначительных количествах присутствуют *Verneuiliinoides graciosus*, *Evolutinella* sp. (< 1%). Известковистые формы более разнообразны, но обнаружены в меньшем количестве: преобладают *Lenticulina pungensis*, *L. ex gr. dofleini*, *L. sp.* (14%), *Saracenaria eloguica*, *Saracenaria* sp. (5%), *Vaginulinopsis dorsoconvexus*, встречаются в малых количествах *V. ex gr. oblongiovalis*, *V. sp.* (в сумме 2%) и др. Раковины *Recurvoides stchekuriensis* в данном комплексе многочисленны на протяжении всего интервала (до 100 экземпляров в образце), остальные агглютинирующие фораминиферы единичны.

В скв. В-Т 11 установлен схожий комплекс, уступающий по количеству таксонов подобному в скв. В-Т 20 и состоящий из восьми видов фораминифер. Здесь агглютинирующие фораминиферы представлены пятью видами: преобладают *Recurvoides* sp. (57%) и *Haplophragmoides canuiformis* (15%), *Spiroplectammina* sp. (5%), *Dorothia tortuosa* (2%) и *Ammobaculites validus* (2%) присутствуют в небольшом количестве. Известковистые фораминиферы представлены тремя видами: преобладает *Lenticulina* sp. (12%), в значительном количестве присутствуют *Saracenaria* sp. (5%) и *Planularia* sp. (2%). Численность известковистых видов не превышает 10 экземпляров.

В ходе проведенных микропалеонтологических исследований верхнеоксфордских–средневолжских отложений из скважин Верх-Тарской площади была прослежена последовательность из семи биостратонов по фораминиферам. Проведено сравнение комплексов и ассоциаций фораминифер. Проанализированы и приведены качественные и количественные характеристики фораминиферовых комплексов.

Анализ состава и структуры выделенных комплексов позволяет предположить, что на территории юга Западной Сибири в течение позднего оксфорда, кимериджа и ранне-средневолжского времени преобладал относительно мелководный бассейн.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 23-27-00058, <https://rscf.ru/project/23-27-00058/>.

Литература

Никитенко Б. Л. Стратиграфия, палеогеография и биофации юры Сибири по микрофауне (фораминиферы и остракоды). – Новосибирск : Параллель, 2009. – 680 с.

Зайчикова Е. В., Левчук Л. К. Биостратиграфия келловей-волжских отложений по фораминиферам и биофации юго-западной части Западно-Сибирской низменности // Геология и геофизика. – 2016. – Т. 57 (2). – С. 368–378.

Зайчикова Е. В. Биостратиграфия верхней юры верх-тарского района (юг Западной Сибири) по фораминиферам // Интерэкспо ГЕО-Сибирь. XVI Международные конгресс и выставка. Недропользование. Горное дело. Направления и технологии поиска, разведки и разработки полезных ископаемых. Геоэкология. – Новосибирск : ИНГГ СО РАН, 2020. – С. 93–100.

Colpaert M., Nikitenko B. L. *Pseudolamarckina pseudorjasanensis* dain, 1967 (Foraminifera) as a kimmeridgian marker species and its significance for biostratigraphy, palaeoecology and palaeobiogeography // Polar Research. – 2019. – Т. 38. – С. 1–16.

КРУПНЫЕ МИЛИОЛИДЫ И РОТАЛИИДЫ (ФОРАМИНИФЕРЫ) ВЕРХНЕГО ЭОЦЕНА ЮЖНОЙ АРМЕНИИ И ИХ ПАЛЕОБИОГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Е. Ю. Закревская

Государственный геологический музей им. В. И. Вернадского РАН, Москва, zey51@mail.ru

LARGE MILIOLIDS AND ROTALIIDS (FORAMINIFERA) OF UPPER EOCENE FROM SOUTHERN ARMENIA AND THEIR PALEOBIOGEOGRAPHIC SIGNIFICANCE

E. Yu. Zakrevskaya

Vernadsky State Geological Museum, Russian Academy of Sciences, Moscow, zey51@mail.ru

Аннотация. В статье рассмотрена биогеографическая и фациальная приуроченность девяти родов крупных бентосных фораминифер верхнего эоцена Южной Армении, которые были найдены в последнее десятилетие. Их широкое распространение в Средиземноморской палеобиогеографической области подтверждает положение этого региона в данной биохореме до конца эоцена.

Ключевые слова. Тетическая область, эоцен, Армения, крупные фораминиферы, биогеографическое районирование.

Abstract. The article considers the biogeographical and facial confinement of 9 genera of larger benthic foraminifera, which were found in the last decade in the Upper Eocene of Southern Armenia. Their wide distribution in Mediterranean paleobiogeographic realm confirms the position of Armenia on this biochoreme until the end of the Eocene.

Key words. Tethyan realm, Eocene, Armenia, larger foraminifera, biogeographic zoning.

Введение. Палеобиогеографическое районирование морских бассейнов прямо отражает их палеогеографические характеристики, из которых наиболее значимым и явным является климатический фактор. С этим связано то, что большинство крупных биохорем имеет субширотное простирание. Палеобиогеографическое районирование палеогена первоначально проводилось по наиболее распространенным и разнообразным таксонам крупных бентосных фораминифер (КБФ) – нуммулитам. По преобладанию в комплексах гранулированных (*N. perforatus*, *N. gizehensis*) или негранулированных (*N. distans*, *N. irregularis*) форм были выделены Южная и Северная нуммулитовые провинции в среднем эоцене (Василенко, 1952; Немков, 1967). Несмотря на то, что сравнивались разновозрастные комплексы нуммулитов, деление на Тетисный (тропическо-субтропический) и Перитетисный (северный субтропический) пояса позже сохранилось примерно в рамках этих провинций. Анализ распространения не только нуммулитов, но и других родов КБФ палеогена в рамках единого для восточного и западного полушарий пояса, одинакового размера от палеоцена до олигоцена был дан С. М. Григорян (1986).

Известно, что положение и размеры биогеографических регионов (биохорем) меняются во времени, немного различаясь также для мелководных и глубоководных обстановок. Задачей настоящей работы являлось изучение крупных роталиид и милиолид позднего бартона – приабона Армении, ранее не включенных в биогеографический анализ КБФ данного региона. Следует отметить, что от начала к концу эоцена увеличивается сходство КБФ Армении с южными, центральнотетическими таксонами. В раннем эоцене комплексы КБФ Армении, представленные главным образом нуммулитами и ортофрагминидами, на видовом уровне сходны с комплексами как Крымско-Северокавказской, так и Средиземноморской области, но отличаются от последних низким разнообразием высших таксонов, т. е. отсутствием КБФ с фарфоровидной и агглютинированной стенкой и крупных роталиид. В среднем эоцене уже выделяются Северная и Южная нуммулитовые провинции, которые различаются видовым составом и морфотипом рода *Nummulites*. Территория Южной Армении в это время входит в Южную провинцию, хотя по-прежнему здесь отсутствуют альвеолиниды, соритиды и другие КБФ. Во второй половине среднего эоцена территория Армении более резко отличается комплексами не только бентосных, но и планктонных фораминифер от перитетисных областей, что связано с климатической и бассейновой дифференциацией (Benyamovskiy et al., 2003). Наконец, в приабоне

эти различия достигают максимума, особенно в группе КБФ. Ранее считалось, что данные различия заключаются только в присутствии/отсутствии сетчатых нуммулитов группы *N. fabianii* (Попов и др., 2009). В настоящее время на территории Южной Армении, кроме нуммулитид, ортофрагминид и одного рода пеллатиспирид, в позднем эоцене выявлено еще девять родов из семи семейств, которые широко распространены в Тетическом поясе. Ниже рассмотрено распространение этих родов в области Тетиса, а также на территории Армении. Стратиграфическая привязка дана к SB зонам мелководной зональной шкалы (Serra-Kiel et al., 1998).

Географическое и стратиграфическое распространение впервые установленных в Армении КБФ. Семейство Calcarinidae Schwager, 1867 представлено в Армении родами *Silvestriella* и *Calcarina*. Род *Silvestriella* Hanzawa, 1952 (рисунок, фиг. 1–3) распространен в бартоне Испании, Италии, Австрии (Loeblich et Tappan, 1988), верхнем бартоне – приабоне (SBZ18A-B) Турции (Less et al., 2011). В Армении в приабоне Еревано-Вединского и Ехегнадзорского синклинориев (SB18C, SB19-20) найдены виды *S. tetraedra*, а также *S. sp.* Последний характеризуется наличием 5 лучей и видимо относится к новому виду (рисунок, фиг. 3). Род *Calcarina* d'Orbigny, 1826 (рисунок, фиг. 4, 5) широко распространен от бартона до голоцена. В бартоне и приабоне он характерен для Северного и Южного Средиземноморья. В Армении найден в верхнем эоцене Еревано-Вединского и Ехегнадзорского синклинориев.

Семейство Charmaninidae Thalmann, 1938 представлено родом *Chapmanina* A. Silvestri, 1931. Среди трех видов данного рода преобладающим является *Ch. gassinensis* A. Silvestri, 1931. Он распространен в среднем–верхнем эоцене Северного и Южного Средиземноморья и Центральной Европы (Испания, Италия, Северная и Южная Франция, Венгрия, Хорватия, Германия, Австрия, Венгрия, Румыния, Греция, Албания, Марокко, Алжир, Тунис), а также в странах Малой Азии и Ближнего Востока (Турция, Сирия, Ирак, Иран, Оман), в Индии и Танзании (Poignant, 2018). Единичные экземпляры найдены в Парижском бассейне. Кроме того, данный род таксон присутствует в олигоцене Аквитании, Италии, Словении и Греции. В Армении *Ch. gassinensis* найден в верхнем эоцене, подзоне SB18C Еревано-Вединского и Ехегнадзорского синклинориев, а также в олигоцене Шагапской синклинали (рисунок, фиг. 6–9). В отличие от лютетских и бартонских местонахождений (Poignant, 2018) раковины *Chapmanina* из Армении и Турции более крупные и достигают 1,6–2,3 мм.

Семейство Cymbaloporidae Cushman, 1927 представлено в Армении двумя родами: *Fabiania* A. Silvestri, 1924 и *Halkyardia* Heron-Allen and Earland, 1918. Род *Fabiania* распространен в Северном и Южном Средиземноморье (Испания, Италия, Турция), Центральной Европе (Южная и Северная Франция) от нижнего лютета до верхнего эоцена. Кроме того, он известен в палеоцене–эоцене Индо-Тихоокеанской области, Японии, Новой Каледонии, Центральной Америки (Куба, Гаити, Доминикана) (Loeblich et Tappan, 1988). В Армении в небольшом количестве присутствует вид *Fabiania cassis* (Oppenheim, 1896) в верхнем эоцене (зоны SB18-20) разрезов Шагапской синклинали (рисунок, фиг. 14).

Род *Halkyardia* также широко распространен в Восточном и Западном полушариях (Словения, Хорватия, Франция, Германия, Азербайджан, Эквадор, Индия, Маршалловы острова, Новая Зеландия), но в Армении был встречен только в олигоцене одного разреза Ланджар (рисунок, фиг. 15). В большом количестве присутствует в верхнеэоценовых «мандрыковских слоях» Среднего Приднепровья, где представлен видами *H. minima* (Liebus, 1911) и *H. bartrumi* Parr, 1934 (Ярцева, 1964). Последний характеризуется очень большими размерами.

Семейство Acervulinidae Schultze, 1854 представлено в Армении видом *Sphaerogypsina globula* (Reuss, 1848). Космополитный род и вид распространен от палеоцена до голоцена. Известен в палеогене Центральной Америки, Западной Европы, Северного и Южного Средиземноморья и Индо-Тихоокеанского пояса. В Северном Перитетисе встречается обильно в «мандрыковских слоях» верхнего эоцена и в небольшом количестве в верхнем ипре Крыма и Северного Прикаспия. В Армении найден в ипре, бартоне и приабоне Еревано-Вединского и Ехегнадзорского синклинориев (рисунок, фиг. 10, 11).

Семейство Pellatispiridae Hanzawa, 1937 представлено в Армении родами *Pellatispira* Boussac, 1906 и *Biplanispira* Umgrove, 1937. Первый род широко распространен в верхнем



эоцене Северного Средиземноморья и Индо-Тихоокеанского региона (Serra-Kiel et al., 1998) и давно описан из верхнего эоцена Южной Армении (Григорян, 1986). Вид *Biplanispira absurda* Umgrove, 1938 (рисунок, фиг. 16, 17) распространен в Индо-Тихоокеанском поясе (Борнео, Тонга, Филиппины, СВ Индия, Андаманские острова, Япония, Австралия), за пределами которого описан только из приабона Восточной Испании и Южной Армении (Zakrevskaya, 2017). В Армении найден в разрезах Урцадзор и Ланджар Шагапской синклинали, в подзоне SB18C.

Семейство Alveolinidae Ehrenberg, 1839 представлено в Армении видом *Glomalveolina ungaroi* Bassi et Broglio, 1999. Типовое местонахождение – Северная Италия, разрез Моссаньо, верхняя часть зоны SB18 (Bassi et Broglio, 1999), в настоящее время отнесенная к приабону. В Армении найден в небольшом количестве, в подзоне SB18C приабона в разрезе Ринд Ехегнадзорского синклинория (рисунок, фиг. 12, 13).

Семейство Soritidae Ehrenberg, 1839 представлено в Армении родом *Orbitolites* Lamarck, 1801, в основном видом *O. cotentinensis* Lehm., 1961 (рисунок, фиг. 18, 19). Данный род широко распространен от ипра до приабона, описан как из области Центрального Тетиса (Северное и Южное Средиземноморье, Южная Европа, Турция, Ближний Восток, Китай, Индо-Тихоокеанский пояс), так и из Северного Перитетиса (Северная Франция, Англия, Германия). В Армении найден в приабоне Ехегнадзорского синклинория, в разрезе Ринд.

Закономерности распространения крупных роталиид и милиолид в Армении. Перечисленные выше таксоны имеют разное площадное распространение в пределах Приараксинской структурно-фациальной зоны. Наиболее широко в приабоне распространены рода *Sphaerogypsina*, *Silvestriella*, *Calcarina*, *Chapmanina*, которые встречены в склоновых отложениях шельфа, зонах SB18-20 (Шагапская синклинали) и в осадках зарифовой лагуны (Ехегнадзорская синклинали), подзона SB18C. Только в кальцитурбидитах склоновых отложений Шагапской синклинали найдены редкие *Fabiania* (зоны SB18-20) и многочисленные *Biplanispira* (подзона SB18C). В отложениях зарифовой лагуны встречены представители крупных милиолид – *Orbitolites* и *Glomalveolina*.

Выводы. Присутствие полного комплекса нуммулитид всех зон приабона, а также распространение в них тетических роталиид и милиолид показывают, что от позднего бартона до конца приабона территория Армении входила в Средиземноморскую биогеографическую область Центрального Тетиса. Широта распространения некоторых таксонов, найденных в Армении – от Центральной Америки до Австралии, свидетельствует о свободном сообщении между водами океана Тетис до конца эоцена. В то же время даже в пределах небольшого пространства Южной Армении разнообразие обстановок в пределах узкого градиента высоких температур, малой глубины, низкой трофности бассейна достаточно высоко, влияя на распространение КБФ. Фациальная зависимость КБФ выражается в неравномерном распространении изученных таксонов – от фаций лагун до склонов шельфа.

Виды роталиид и соритид верхнего эоцена Южной Армении

Фиг. 1, 2 – *Silvestriella tetraedra* (Gümbel, 1870): 1 – обр. U13203, Урцадзор, срединное сечение, 2 – обр. R1935, Ринд. Фиг. 3 – *Silvestriella* sp., обр. R1935. Фиг. 4, 5 – *Calcarina* sp.: 4 – обр. R1935, Ринд, спиральная сторона, 5 – обр. U14107, Урцадзор, вид сбоку. Фиг. 6–9 – *Chapmanina gassinensis* (A. Silvestri, 1905): 6, 7 – обр. R1935, Ринд, вид со стороны основания и сбоку, 8 – обр. R1929, Ринд, вертикальное сечение, 9 – обр. Sh13258, Шагап, горизонтальное сечение у основания. Фиг. 10, 11 – *Sphaerogypsina globula* (Reuss, 1848): 10 – обр. R1931, Ринд, поверхность, 11 – обр. U13204, Урцадзор, срединное сечение. Фиг. 12, 13 – *Glomalveolina ungaroi* Bassi et Broglio, 1999: 12 – обр. R1504, Ринд, экваториальное сечение, 13 – обр. R1928, Ринд, осевое сечение. Фиг. 14 – *Fabiania cassis* (Oppenheim, 1896), обр. U13197, Урцадзор, вид сбоку. Фиг. 15 – *Halkyardia maxima* Cimerman, 1969, обр. L1417A, Ланджар, осевое сечение. Фиг. 16, 17 – *Biplanispira absurda cataloniensis* (Matsumaru, 1999), обр. U13193, Урцадзор: 16 – экваториальное сечение, 17 – поверхность. Фиг. 18, 19 – *Orbitolites cotentinensis* Lehmann, 1961: 18 – обр. R1935, Ринд, субэкваториальное сечение, 19 – обр. R1934, Ринд, шлифованная поверхность. Длина масштабной линейки – 1 мм

Литература

- Василенко В. К. Стратиграфия и фауна моллюсков эоценовых отложений Крыма // Тр. ВНИГРИ. Нов. серия. – 1952. – Вып. 59. – С. 1–126.
- Григорян С. М. Нуммулиты и орбитоиды Армянской ССР. – Ереван : Изд-во АН АрмССР, 1986. – 216 с.
- Немков Г. И. Нуммулитиды Советского Союза и их биостратиграфическое значение. – М. : Наука, 1967. – 312 с.
- Попов С. В., Ахметьев М. А., Лопатин А. В. и др. Палеогеография и биогеография бассейнов Паратетиса. Ч. 1. Поздний эоцен – ранний миоцен. – М. : Научный мир, 2009. – 200 с. (Тр. ПИН. Вып. 292).
- Ярцева М. В. Представники роду *Halkyardia* в палеогене Украины // Геологический журнал. – 1964. – Т. XXIV. – Вып. 6. – С. 38–48.
- Bassi D., Broglio C. L. Alveolinids at the Middle–Upper Eocene Boundary in Northeastern Italy (Veneto, Colli Berici, Vicenza) // Journal of Foraminiferal Research. – 1999. – Vol. 29. – No. 3. – Pp. 222–235.
- Benyamovskiy V. N., Alekseev A. S., Ovechkina M., Oberhänsli H. Middle to Upper Eocene disoxic–anoxic Kuma Formation (northeast Peri-Tethys): Biostratigraphy and paleoenvironments // Special Paper of Geological Society of America. – 2003. – Pp. 95–112.
- Less G., Özcan E., Okay A. I. Stratigraphy and larger foraminifera of the Middle Eocene to Lower Oligocene shallow-marine units in the northern and eastern parts of the Thrace Basin, NW Turkey // Turkish Journal of Earth Sciences. – 2011. Vol. 20 (6). – Pp. 793–845. – DOI: 10.3906/yer-1010-53
- Loeblich A. R. J., Tappan H. Foraminiferal Genera and Their Classification. – New York : Van Nostrand Reinhold Co, 1988. – 970 p.
- Poignant A. Presence of the foraminifer *Chapmanina gassinensis* Silvestri, 1931 in the Eocene (Lutetian) of the Grignon faluniere (Yvelines, Paris basin), the genus *Chapmanina*, its species and world distribution // Geodiversitas. – 2018. – Vol. 40 (17). – Pp. 461–470.
- Serra-Kiel J., Hottinger L., Caus E. et al. Larger foraminiferal biostratigraphy of the Tethyan Paleocene and Eocene // Bulletin de la Société Géologique de France. – 1998. – Vol. 169. – Pp. 281–299.
- Zakrevskaya E. Yu. New data on the morphology and biostratigraphy of *Biplanispira* (Foraminifera), based on its occurrence in Armenia // Palaios. – 2017. – Vol. 32. – No. 1. – Pp. 18–29. – URL: <https://doi.org/10.2110/palo.2016.008>

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФОРАМИНИФЕР НАДСЕМЕЙСТВА PALAEOTEXTULARIOIDEA GALLOWAY, 1933 В ВЕРХНЕВИЗЕЙСКИХ И СЕРПУХОВСКИХ ОТЛОЖЕНИЯХ НИЖНЕГО КАРБОНА

К. В. Кайда

Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва, sakh-karina@yandex.ru

DISTRIBUTION OF THE SUPERFAMILY PALAEOTEXTULARIOIDEA GALLOWAY, 1933 (FORAMINIFERA) IN UPPER VISEAN AND SERPUKHOVIAN DEPOSITS (LOWER CARBONIFEROUS)

K. V. Kaida

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, sakh-karina@yandex.ru

Аннотация. Фораминиферы надсемейства *Palaeotextularioidea* Galloway, 1933 распространены повсеместно в Евразии, Северной Америке и Северо-Западной Африке и существовали с поздневизейского времени раннего карбона до перми включительно. В верхневизейско-серпуховских отложениях наиболее широким распространением отличаются *Palaeotextularia longiseptata* Lipina, 1948, *Consobrinellopsis consobrina* (Lipina, 1948), *C. minima* (Lipina, 1948), *Koskinotextularia bradyi* (Moeller, 1879), *Cribrostomum eximium* (Eichwald, 1859), *Koskinobigenerina prisca* (Lipina, 1948), а ареал *Palaeotextularia fallax* Lipina, 1948, *Consobrinellopsis intermedia* (Lipina, 1948), *Cribrostomum stalinogorski* (Lipina, 1948) ограничен Восточно-Европейской платформой, Уралом и Тимано-Печорской областью.

Ключевые слова. Фораминиферы, *Palaeotextularioidea*, верхний визе, серпухов, нижний карбон, миссисипий.

Abstract. Foraminifera of the superfamily *Palaeotextularioidea* Galloway, 1933 are distributed throughout Eurasia, North America, and Northwest Africa and existed from the Late Visean of Early Carboniferous to the Permian inclusive. *Palaeotextularia longiseptata* Lipina, 1948, *Consobrinellopsis consobrina* (Lipina, 1948), *C. minima* (Lipina, 1948), *Koskinotextularia bradyi* (Moeller, 1879), *Cribrostomum eximium* (Eichwald, 1859), *Koskinobigenerina prisca* (Lipina,

1948) are most widely distributed in the Upper Visean-Serpukhovian deposits, and the range of *Palaeotextularia fallax* Lipina, 1948, *Consobrinellopsis intermedia* (Lipina, 1948), *Cribrostomum stalinogorski* (Lipina, 1948) is limited to the East European Platform, the Urals and the Timan-Pechora region.

Key words. Foraminifera, Palaeotextularioidea, Upper Visean, Serpukhovian, Lower Carboniferous, Mississippian.

Фораминиферы надсемейства Palaeotextularioidea Galloway, 1933 имеют биостратиграфический и корреляционный потенциал для нижнекаменноугольных отложений и представляют важную для изучения группу. В качестве ключевых таксонов фораминиферовых зон визе (Livian и Warnantian) они использованы в Западной Европе (Conil et al., 1990; Somerville, 2008). Биостратиграфический и корреляционный потенциал этой группы выявлен для верхневизейских отложений Подмосковского бассейна и Волго-Уральской области (Гибшман, Гуторова, 2015; Сахненко, Зайцева, Гибшман, 2019, 2020).

Материалом для исследований послужили шлифы, изготовленные из верхневизейских и серпуховских пород ряда районов Восточно-Европейской платформы: южное крыло Московской синеклизы, Московская область, Серпуховский район, долина р. Ока, скв. 39 (ПИН РАН; 49 шлифов); Калужская область, карьер Мстихино вблизи дер. Мстихино (МГУ; 46 шлифов) и скважины 1, 5, 6, В1, 71, 1/11, пробуренные вблизи дер. Александровка (ПИН РАН; 84 шлифа); Волго-Уральская антеклиза, Бузулукская впадина, скв. 1 Бузулукская (ВНИГНИ; 117 шлифов); Мелекесская впадина, скв. 1 Мелекесская (ВНИГНИ; 74 шлифа), южный купол Татарского свода, скв. 4689 Азнакаево (ВНИГНИ; 58 шлифов). Всего 428 шлифов.

Комплекс палеотекстуляриоидей, выявленный в изученных разрезах, состоит из шести родов (*Palaeotextularia*, *Consobrinellopsis*, *Cribrostomum*, *Koskinotextularia*, *Climacammina* и *Koskinobigennerina*) и 32 видов. Их распределение в разрезах показано на рис. 1. Большая часть видов фиксируется в разрезах как Подмосковского бассейна, так и Волго-Уральской области. Однако *Palaeotextularia brevisseptata* Lipina, 1948 отмечается только в нижней части веневского горизонта скв. 1 Бузулукская (Волго-Урал), а *Palaeotextularia bella* (Lipina, 1948), *Consobrinellopsis minima* (Lipina, 1948), *C. angustocuneata* Sakhnenko, 2023, *Koskinotextularia stricta* (Conil et Lys, 1964), *K. obliqua* (Conil et Lys, 1964), *K. cribriformis* (Eikhoff, 1968), *K. densissima* Sakhnenko, 2023, *K. tumidaeformis* Sakhnenko, 2023, *Climacammina* cf. *antiqua* (Brady, 1871) встречены только в разрезах Подмосковского бассейна, причем шесть из девяти видов только в скважинах вблизи дер. Александровка. Также необходимо отметить, что в этих разрезах выявлен таксономически разнообразный комплекс палеотекстуляриоидей – 31 вид, относящийся к шести родам. Наиболее широким распространением отличаются *Palaeotextularia longiseptata* Lipina, 1948 и *Consobrinellopsis consobrina* (Lipina, 1948). В нижнесерпуховских отложениях палеотекстуляриоидеи встречены только в скв. 1 Мелекесская. Комплекс насчитывает восемь видов и пять родов, из них семь видов встречены и в верхневизейских отложениях изученных разрезов, а *Koskinotextularia recurrens* (Lipina, 1948) определена только в верхнесерпуховских отложениях вышеупомянутого разреза. Однако по данным (Липина, 1948; Дуркина, 1959; Малахова, 1960) эта форма известна и в верхневизейских отложениях Подмосковского, Печорского бассейнов и Северного и Среднего Урала.

Рассмотрим географическое и стратиграфическое распространения установленных в изученных разрезах палеотекстуляриоидей в Евразии. Среди видов *Palaeotextularia* наибольшим ареалом отличается *P. longiseptata* Lipina, 1948, встреченный в верхневизейских и серпуховских отложениях ВЕП (Липина, 1948; Биостратиграфическое ... , 1968; Нижний карбон ... , 1993), Тимано-Печорской плиты (Дуркина, 1959, 2002), Урала (Малахова, 1960, 1975; Китаев и др., 1980; Девигенталь и др., 1980), в протвинском горизонте Новой Земли (Соловьева, 1969), верхнем визе Тянь-Шаня (Атлас ... , 2013), Донбасса (Голубцов, 1957) и Ирана (Zandkarimi et al., 2017), Марокко (Cozar et al., 2014), в зонах MFZ14 Карнийских Альп (Krainer, Vachard, 2014) и MFZ15 Южного Китая (Hance et al., 2011). Распространение *P. crassa* Lipina, 1948, *P. fallax* Lipina, 1948, *P. bella* Lipina, 1948, *P. brevisseptata* Lipina, 1948, *P. magna* Lipina, 1948 ограничено ВЕП, Донбассом, Тимано-Печорской плитой, Уралом и Тянь-Шанем (Липина, 1948; Ганелина, 1956; Биостратиграфическое ... , 1968; Нижний карбон ... , 1993; Голубцов, 1957; Дуркина, 1959, 2002; Малахова, 1960; Иванова, 1972;

Атлас ... , 2013). Космополитами среди *Consobrinellopsis* являются *C. consobrina* (Lipina, 1948) и *C. minima* (Lipina, 1948). *C. consobrina* (Lipina, 1948) отмечается в верхневизейских и серпуховских отложениях ВЕП (Липина, 1948; Ганелина, 1956; Биостратиграфическое ... , 1968), Тимано-Печорской плиты (Дуркина, 1959, 2002), Урала (Малахова, 1960; Иванова, 1972; Девигенталь и др., 1980), Тянь-Шаня (Атлас ... , 2013), Зеравшано-Гиссарской горной области (Салтовская, 1974), Китая (Brenckle, 2004; Groves et al., 2012; Sheng et al., 2018), зоне MFZ14 Карнийских Альп (Kraimer, Vachard, 2014) и Ирана (Zandkarimi et al., 2017). *C. minima* (Lipina, 1948) встречен в верхнем визе и серпухове ВЕП (Липина, 1948; Ганелина, 1956;

Вид	C _{1al}	C _{1mh}	C _{1vn}	C _{1s₁}	C _{1s₂}
<i>Eotextularia</i> ? sp.	—				
<i>Palaeotextularia crassa</i>		—			
<i>Palaeotextularia cylindrica</i>			—		
<i>Palaeotextularia fallax</i>		—			
<i>Palaeotextularia brevisseptata</i>			—		
<i>Palaeotextularia bella</i>	—				
<i>Palaeotextularia longiseptata</i>		—			
<i>Consobrinellopsis consobrina</i>	—	—	—		
<i>Consobrinellopsis intermedia</i>			—		
<i>Consobrinellopsis angustocuneata</i>					
<i>Consobrinellopsis minima</i>		—			
<i>Consobrinellopsis consobrinaeformis</i>		—			
<i>Consobrinellopsis aff. consobrinaeformis</i>					
<i>Consobrinellopsis mstikhinensis</i>	—	—	—		
<i>Cribrostomum planacameratum</i>		—			—
<i>Cribrostomum stalinogorski</i>	—				
<i>Cribrostomum alekseevi</i>			—		
<i>Cribrostomum eximiformis</i>		—			
<i>Cribrostomum regularis</i>	—				
<i>Cribrostomum eximium</i>			—		
<i>Koskinotextularia</i> sp.		—			
<i>Koskinotextularia recurrens</i>					—
<i>Koskinotextularia stricta</i>					
<i>Koskinotextularia obliqua</i>					
<i>Koskinotextularia cribriformis</i>					
<i>Koskinotextularia bradyi</i>					—
<i>Koskinotextularia cuneata</i>		—			—
<i>Koskinotextularia densissima</i>					
<i>Koskinotextularia tumidaeformis</i>					
<i>Koskinobigenerina postprisca</i>					—
<i>Koskinobigenerina prisca</i>		—			
<i>Koskinobigenerina brevisseptata</i>					—
<i>Climacammina simplex</i>					—
<i>Climacammina cf. antiqua</i>					

— скв. 1 Бузулук — Мстихино
 - - - - скв. 1 Мелекесс - - - - скв. 39 у моста через р. Ока
 - - - - скв. 4689 Азнакаево - - - - скв. вблизи д. Александровка

Распределение фораминифер надсемейства *Palaeotextularioidea* в изученных разрезах:

C_{1al} – алексинский горизонт; C_{1mh} – михайловский горизонт; C_{1vn} – веневский горизонт; C_{1s₁} – нижнесерпуховский подъярус; C_{1s₂} – верхнесерпуховский подъярус

Биостратиграфическое ... , 1968), Тимано-Печорской плиты (Дуркина, 1959, 2002), Урала (Малахова, 1960), Тянь-Шаня (Атлас ... , 2013), зонах V2b и V3 Франко-Бельгийского бассейна (Conil, Lys, 1964) и зоне MFZ15 Южного Китая (Hance et al., 2011). Ареал распространения *C. intermedia* (Lipina, 1948) ограничен ВЕП (Липина, 1948; Ганелина, 1956), Тимано-Печорской плитой (Дуркина, 1959, 2002) и Уралом (Малахова, 1956, 1960; Иванова, 1972). *Koskinotextularia bradyi* (Moeller, 1879) – наиболее распространенный вид этого рода, фиксируется в верхневизейских и серпуховских отложениях ВЕП (Липина, 1948; Ганелина, 1956; Биостратиграфическое ... , 1968), Тимано-Печорской плиты (Дуркина, 1959, 2002), Урала (Малахова, 1960; Иванова, 1972; Щербакова и др., 1980) и Тянь-Шаня (Атлас ... , 2013), а в западно-европейских разрезах отмечается только в зоне MFZ14 Карнийских Альп (Kraimer, Vachard, 2014). Среди видов *Cribrostomum* наиболее широкий ареал имеет *C. eximium* (Eichwald, 1859), который отмечается в верхнем визе ВЕП (Ганелина, 1956; Биостратиграфическое ... , 1968; Нижний карбон ... , 1993), Урала (Иванова, 1972), Тянь-Шаня (Богущ, Юферев, 1962), Бельгии (Conil, Lys, 1964), Германии (Eickhoff, 1968), Марокко (Cozar et al., 2014), Южного Китая (Lee et al., 1930), а также в серпуховских отложениях Тимано-Печорской плиты (Дуркина, 2002) и Урала (Малахова, 1960; Постоялко, 1990). Самым распространенным видом *Koskinobigennerina* является *K. prisca* (Lipina, 1948). Он отмечается в верхневизейских и серпуховских отложениях ВЕП (Липина, 1948; Ганелина, 1956; Биостратиграфическое ... , 1968; Нижний карбон ... , 1993), Тимано-Печорской плиты (Дуркина, 1959, 2002), Урала (Малахова, 1960; Иванова, 1972; Щербакова и др., 1980; Девигенталь и др., 1980), Тянь-Шаня (Атлас ... , 2013), в верхнем визе Донбасса (Vdovenko, 2000; Верхнесерпуховский ... , 1983) и в зоне MFZ14 Ирана (Zandkarimi et al., 2017), нижнесерпуховском подъярусе Южного Китая (Groves et al., 2012). В изученном материале род *Climacostmina* представлен двумя видами. *C. antiqua* (Brady, 1871) фиксируется в веневском горизонте ВЕП, серпуховском ярусе Марокко (Cozar et al., 2014) и Южного Китая (Lee et al., 1930; Sheng et al., 2018). *C. simplex* Rauser, 1948 отмечается в верхневизейских и серпуховских ВЕП (Нижний карбон ... , 1993), Урала (Малахова, 1956, 1960; Гроздилова, Лебедева, 1960; Палеонтологический ... , 1975), в зоне MFZ14 Ирана (Zandkarimi et al., 2017), MFZ15 Южного Китая (Hance et al., 2011), среднем карбоне Приморья (Соснина, Никитина, 1976). Анализ географического и стратиграфического распределения представителей Palaeotextularioidea показал, что наиболее широким распространением отличаются *Palaeotextularia longiseptata* Lipina, 1948, *Consobrinellopsis consobrina* (Lipina, 1948), *C. minima* (Lipina, 1948), *Koskinotextularia bradyi* (Moeller, 1879), *Cribrostomum eximium* (Eichwald, 1859) и *Koskinobigennerina prisca* (Lipina, 1948). В свою очередь, *Palaeotextularia fallax* Lipina, 1948, *Consobrinellopsis intermedia* (Lipina, 1948) и *Cribrostomum stalinogorski* (Lipina, 1948) встречены только в отложениях ВЕП, Урала и Тимано-Печорской области.

Литература

- Атлас фаций и ископаемых остатков палеозоя Среднего Тянь-Шаня / А. В. Дженчураева, А. В. Неевин, Р. А. Максумова и др. – Бишкек : КРСУ, 2013. – 404 с.
- Айзенберг Д. Е., Бражникова Н. Е., Потиевская П. Д. Биостратиграфическое расчленение каменноугольных отложений южного склона Воронежского массива. – Киев : Наукова думка, 1968. – 151 с.
- Богущ О. И., Юферев О. В. Фораминиферы и стратиграфия каменноугольных отложений Каратау и Таласского Алатау. – М. : Изд-во АН СССР, 1962. – 234 с.
- Айзенберг Д. Е., Астахова Т. В., Берченко О. И. и др. Верхнесерпуховский подъярус Донецкого бассейна (палеонтологическая характеристика). – Киев : Наукова думка, 1983. – 164 с.
- Ганелина Р. А. Фораминиферы визейских отложений северо-западных районов Подмосковной котловины // Микрофауна СССР. Сб. VIII. – Л. : Гостоптехиздат, 1956. – С. 333–520. (Тр. ВНИГРИ. Вып. 98).
- Гибиман Н. Б., Гуторова А. В. Palaeotextulariida Hohenegger et Pillet, 1975 (Foraminifera) поздневизейского (нижний карбон) Подмосковного бассейна // Современная микропалеонтология. Сб. трудов XVI Всероссийского микропалеонтологического совещания. – Калининград, 2015. – С. 195–198.
- Голубцов В. К. Стратиграфия и фораминиферы визейского яруса Припятского прогиба // Палеонтология и стратиграфия БССР. Сб. II. – Минск : АН БССР, 1957. – С. 44–191.
- Гроздилова Л. П., Лебедева Н. С. Фораминиферы каменноугольных отложений западного склона Урала и Тимана. Атлас наиболее характерных видов. – Л. : Государственное научно-техническое изд-во нефтяной и горно-топливной литературы, 1960. – 264 с. (Тр. ВНИГРИ. Вып. 150).

Девигенталь В. В., Золотова В. П., Лядова Р. А., Ракин П. П. Нижне- и среднекаменноугольные отложения среднего течения р. Вишеры (Разрез «Акчим») // Стратиграфия, фузулиниды и миоспоры карбона Урала. Сб. статей. – Свердловск : УНЦ АН СССР, 1980. – С. 24–36.

Дуркина А. В. Фораминиферы нижнекаменноугольных отложений Тимано-Печорской провинции // Микрофауна СССР. Сб. X. – Л. : Гостоптехиздат, 1959. – С. 132–389. (Тр. ВНИГРИ. Вып. 136).

Дуркина А. В. Фораминиферы серпуховского яруса Тимано-Печорской провинции. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2002. – 198 с.

Иванова Р. М. Фациальные сообщества фораминифер и водорослей визейского бассейна на восточном склоне Южного Урала // Стратиграфия и фораминиферы нижнего карбона Урала. – Свердловск : Изд-во АН СССР Уральский филиал, 1972. – С. 20–35. (Тр. ин-та геологии и геохимии. Вып. 101).

Китаев П. М., Шестакова М. Ф., Горбунова М. К. Характеристика нижнекаменноугольных отложений в разрезе «четыре брата» // Стратиграфия, фузулиниды и миоспоры карбона Урала. Сб. статей. – Свердловск : УНЦ АН СССР, 1980. – С. 37–42.

Липина О. А. Текстулярииды верхней части нижнего карбона Южного крыла Подмосковского бассейна // Стратиграфия и фораминиферы нижнего карбона Русской платформы и Приуралья. – М. : Изд-во АН СССР, 1948. – № 19. – С. 196–216. (Тр. ИГН. Вып. 62. Геол. серия).

Малахова Н. П. Фораминиферы известняков р. Шартымки на Южном Урале // Тр. Горно-геологического ин-та Уральского филиала АН СССР. Вып. 24. Сб. по вопросам стратиграфии № 3. – М. : Изд-во АН СССР, 1956. – С. 26–71.

Малахова Н. П. Стратиграфия нижнекаменноугольных отложений Северного и Среднего Урала по фауне фораминифер (Визейский ярус) // Тр. Горно-геологического ин-та Уральского филиала АН СССР. Вып. 52. – Свердловск : Изд-во АН СССР Уральский филиал, 1960. – 111 с.

Малахова Н. П. Новый род фораминифер из визейских отложений восточного склона Южного Урала // Новые миоспоры, фораминиферы, остракоды и конодонты палеозоя и мезозоя Урала. Тр. института геологии и геохимии. Вып. 119. Сб. по вопросам стратиграфии № 24. – Свердловск : Изд-во АН СССР Уральский филиал, 1975. – С. 36–56.

Махлина М. Х., Вдовенко М. В., Алексеев А. С. и др. Нижний карбон Московской синеклизы и Воронежской антеклизы. – М. : Наука, 1993. – 217 с.

Палеонтологический атлас каменноугольных отложений Урала / науч. ред. Д. Л. Степанов // Тр. ВНИГРИ. Вып. 383. – Л. : Недра, 1975. – 359 с.

Салтовская В. Д. Стратиграфия каменноугольных отложений Зеравшано-Гиссарской горной области. – Душанбе : Изд-во Дониш, 1974. – 145 с.

Сахненко К. В., Зайцева Е. Л., Гибшман Н. Б. Палеотекстулярииды (foraminifera) из верхневизейских отложений Волго-Уральской области и Подмосковского бассейна // Сб. тезисов Международной стратиграфической конференции Головкинского, 2019. Осадочные планетарные системы позднего палеозоя: стратиграфия, геохронология, углеводородные ресурсы (24–28 сентября 2019 г.). – Казань, 2019. – С. 234–235.

Сахненко К. В., Зайцева Е. Л., Гибшман Н. Б. Значение фораминифер надсемейства Palaeotextularioida для стратиграфии и палеобиогеографии нижнего карбона Евразии // Проблемы региональной геологии Северной Евразии. Материалы конференции. – М. : МГРИ-РГГРУ, 2020. – С. 101–104.

Сахненко К. В. Новые виды фораминифер надсемейства Palaeotextularioida Galloway из верхневизейско-серпуховских отложений (нижний карбон) Восточно-Европейской платформы // Палеонтологический журнал. – 2023. – № 2. – С. 3–17. – DOI: 10.31857/S0031031X23020125

Соловьева М. Ф. О границе нижнего и среднего карбона на Новой Земле // Ученые записки: Палеонтология и биогеография. Вып. 28. – Л. : НИИГА, 1969. – С. 5–15.

Соснина М. И., Никитина А. П. Каменноугольные фораминиферы Приморья // Стратиграфия и палеонтология карбона. – Л. : ВСЕГЕИ, 1976. – С. 16–69.

Щербакова М. В., Китаев П. М., Бурьлова Р. В. Характеристика каменноугольных отложений северной части кизеловского района // Стратиграфия, фузулиниды и миоспоры карбона Урала. Сб. статей. – Свердловск : УНЦ АН СССР, 1980. – С. 43–62.

Brenckle P. L. Late Visean (Mississippian) calcareous microfossils from the Tarim Basin of Western China // The Journal of Foraminiferal Research. – 2004. – No. 34 (2). – Pp. 144–164.

Conil R., Lys M. Matériaux pour l'étude micropaléontologique du Dinantien de la Belgique et de la France (Avesnois) // Ibid. – 1964. – Vol. 22. – 296 p.

Conil R., Groessens E., Laloux M. et al. Carboniferous guide Foraminifera, Corals and Conodonts in the Franco-Belgian and Campine Basins: their potential for widespread correlation / eds. P. L. Brenckle et W. L. Manger // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. – 1990. – No. 130. – Pp. 15–30.

Cozar P., Medina-Varea P., Somerville I. D. et al. Foraminifers and conodonts from the late Visean to early Bashkirian succession in the Saharan Tindouf Basin (southern Morocco): biostratigraphic refinements and implication for correlation in the western Palaeotethys // Geological Journal. – 2014. – Vol. 49. – Pp. 271–302. – DOI: 10.1002/gj.2519

Eickhoff G. Neue Textularien (Foraminifera) aus dem Waldecker Unterkarbon // Paläontologische Zeitschrift. – 1968. – No. 42. – Pp. 162–178.

Groves J. R., Wang Y., Qi Y. et al. Foraminiferal biostratigraphy of the Visean–Serpukhovian (Mississippian) boundary interval at slope and platform sections in southern Gizhou (South China) // *Journal of Paleontology*. – 2012. – Vol. 86. – Pp. 753–774.

Hance L., Hou H., Vachard D. Upper Famennian to Visean Foraminifers and some carbonate Microproblematica from South China – Hunan, Guangxi and Guizhou. – Beijing : Beijing Geological Publishing House, 2011. – 359 p.

Krainer K., Vachard D. Late Viséan (MFZ14) foraminifers and algae from the Kirchbach Limestone (Carnic Alps, Austria) and geological implications // *Facies*. – 2014. – Vol. 61. – No. 1. – Pp. 1–23.

Lee J. S., Chen S., Chu S. The Huanglung Limestone and its fauna // *Memoirs № 9. National Research Institute of Geology*. – 1930. – Pp. 85–143.

Sheng Q., Wang X., Brenckle P., Huber B. T. Serpukhovian (Mississippian) foraminiferal zones from the Fenghuangshan section, Anhui Province, South China: implications for biostratigraphic correlations // *Geological Journal*. – 2018. – No. 53. – Pp. 45–57.

Somerville I. D. Biostratigraphic zonation and correlation of Mississippian rocks in Western Europe: some case studies in the late Viséan/Serpukhovian // *Geological Journal*. – 2008. – No. 43. – Pp. 209–240.

Vdovenko M. V. Atlas of Foraminifera from the Upper Visean and Lower Serpukhovian (Lower Carboniferous) of the Donets Basin (Ukraine) // *Abhandlungen und Berichte für Naturkunde*. – 2000. – Vol. 23. – Pp. 93–178.

Zandkarimi K., Vachard D., Cozar P. et al. New data on the Late Viséan – Late Serpukhovian foraminifers of northern Alborz, Iran (biostratigraphic implications) // *Revue de micropaléontologie*. – 2017. – Vol. 60. – Pp. 257–278.

МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ БИОСТРАТИГРАФИИ ЗАКРЫТЫХ РАЙОНОВ С ПОМОЩЬЮ ИЗУЧЕНИЯ ПУЛЬПЫ ГРЯЗЕВЫХ ВУЛКАНОВ (НА ПРИМЕРЕ ВУЛКАНА ШУГО, ТАМАНСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Л. Ф. Копяевич¹, Э. М. Бугрова², М. Р. Латыпова³, А. В. Гусев⁴

¹ *Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, геологический факультет, Москва, lfkopaevich@mail.ru*

² *Всероссийский научно-исследовательский институт им. А. П. Карпинского, Санкт-Петербург, eleonora-bugrova@yandex.ru*

³ *Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, геологический факультет, Москва, margarita.r.latypova@gmail.com*

⁴ *Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, геологический факультет, Москва, avg02@yandex.ru*

METHOD OF BIOSTRATIGRAPHY RESTORATION OF CLOSED AREAS USING CLAY PULP OF THE MUD VOLCANOS (IN THE CASE OF VOLCANO SHUGO, TAMAN PENINSULA)

L. F. Kopaevich¹, E. M. Bugrova², M. R. Latypova³, A. V. Gusev⁴

¹ *Lomonosov Moscow State University, Moscow, lfkopaevich@mail.ru*

² *A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, eleonora-bugrova@yandex.ru*

³ *Lomonosov Moscow State University, Moscow, margarita.r.latypova@gmail.com*

⁴ *Lomonosov Moscow State University, Moscow, avg02@yandex.ru*

Аннотация. Изучен комплекс фораминифер из глиняной пульпы грязевого вулкана Шууго (Керченско-Таманская вулканическая область) с целью уточнения сводного стратиграфического разреза данного региона. Было выявлено, что в разрезе присутствуют палеогеновые отложения (майкопская серия, а также лютетский ярус среднего эоцена) и меловые интервалы (сантонские, позднекампанские и маастрихтские отложения).

Ключевые слова. Вулкан Шууго, фораминиферы из глиняной пульпы.

Abstract. A complex of foraminifera from the clay pulp of the mud volcano Shugo (Kerch-Taman volcanic region) was studied in order to clarify the consolidated stratigraphic section of this region. It was revealed that Paleogene deposits (the Maikop series, as well as the Lutetian stage of the Middle Eocene) and Cretaceous intervals (Santonian, Late Campanian and Maastrichtian deposits) are present in the section.

Key words. Volcano Shugo, foraminifera from the clay pulp.

Вулкан Шууго является крупнейшим в Керченско-Таманской вулканической области (рис. 1, а, б). Он расположен на южном склоне Западно-Кубанского передового прогиба и относится к Ахтырской флексурно-разрывной зоне, представляющей собой синклиналиное понижение в коренных мел-плиоценовых отложениях (Собисевич и др., 2014).

Судя по родовому и видовому составу кайнозойских фораминифер из выбросов грязевого вулкана Шуго, вмещающие их отложения принадлежат к среднему эоцену – зонам ОСШ *Acarinina bullbrooki*, *A. rotundimarginata* и *Hantkenina alabamensis* (рис. 2). Основание зоны *A. bullbrooki* и в ОСШ, и в МСШ принято за границу лютетского яруса. Нахождение видов, которые появляются в верхах нижнего эоцена и известны выше, отсутствие среди них

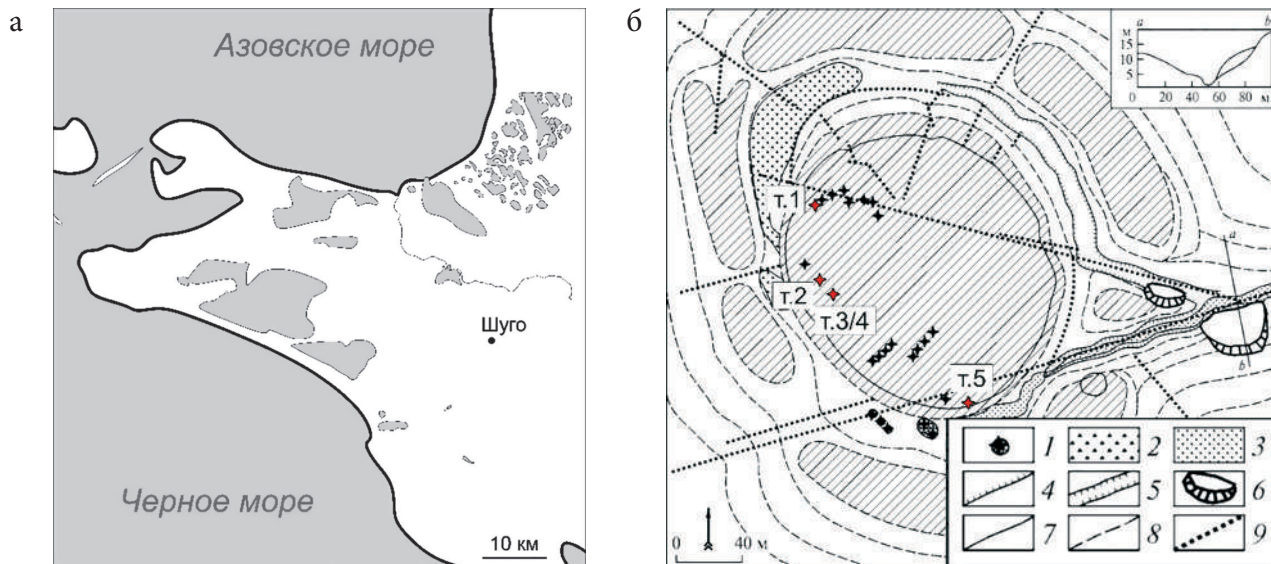


Рис. 1. Грязевой вулкан Шуго на упрощенной схеме Таманского полуострова (а) и схема привершинной части вулкана Шуго (Собисевич и др., 2014) с точками отбора проб на текущие исследования (б):

1 – действующие грифоны и салзы в 2014 г.; 2 – отдельные грязевые сопки; 3 – свежие излияния сопочной брекчии; 4 – обновленные кольцевые сбросы, выраженные свежими уступами; 5 – крутые борта балок с активным эрозионным врезом; 6 – свежие оползни; 7 – сухие русла; 8 – условные горизонтали рельефа; 9 – активные разрывы, выраженные в рельефе

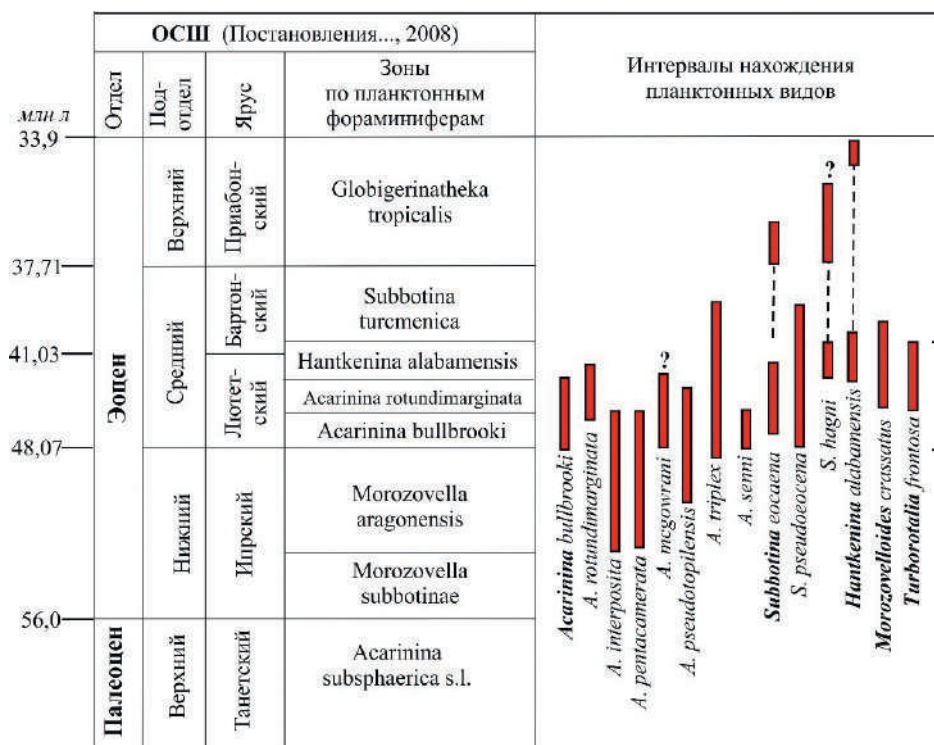


Рис. 2. Стратиграфическое распространение палеогеновых фораминифер из глиняной пульпы вулкана Шуго в разрезах Крымско-Кавказской области

зональных форм не дает основания уверенно говорить о присутствии в разрезе нижнеэоценовых отложений. Среди фораминифер не обнаружены виды и вышележащей бартонской зоны ОСШ – *Subbotina turcmenica*, в том числе и зонального вида (Практическое ... , 2005; Зональная ... , 2006; Бугрова, 2009). Нахождение бентосных видов *Haplophragmoides* sp., *Lenticulina* sp., ?*Nonion* sp. возраста отложений не определяет. Эврифациальный космополитный вид *Elphidium macellum* (Fichtel et Moll) на Северном Кавказе приурочен к конкскому и сарматскому ярусам региональной шкалы миоцена Восточного Паратетиса. Комплекс кайнозойских фораминифер показан на рис. 3, 4.

Мезозойские фораминиферы представлены только позднемиоценовыми таксонами. Для определения возраста выделяемых подразделений была использована модифицированная схема, представленная на рис. 5 (Кобаевич, Алексеев, 2019), в основе которой лежат представления Н. И. Маслаковой, скорректированные с более современными данными о систематике планктонных фораминифер (ПФ), а также с различным распространением некоторых индекс-видов в пределах Средиземноморского складчатого пояса (Кобаевич, 2010; Кобаевич, Алексеев, 2019; Robaszynski, Caron, 1995; Coccioni, Premoli Silva, 2015).

Комплексы имеют региональные особенности и представлены видами, традиционно характеризующими фауну Крымско-Кавказского региона и отражающими особенности их стратиграфического распространения (рис. 6–8). Раковины ПФ и БФ, принадлежащих к сеноманскому и туронскому интервалам, не встречены. В одной из проб были найдены раковины вида

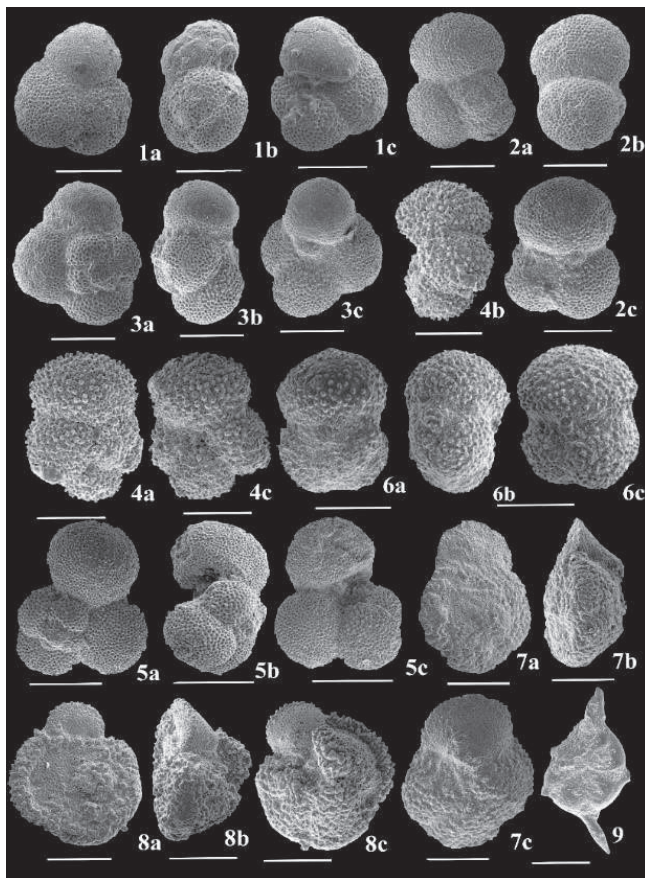


Рис. 3.

1a–c – *Subbotina hagni* (Gohrb.); 2a–c – *Subbotina pseudoecaena* (Guemb.); 3a–c – *Subbotina eocaena* (Guemb.); 4a–c – *Acarinina pseudotopilensis* Subb.; 5a–c – *Parasubbotina inaequispira* (Subb.); 6a–c – *Acarinina triplex* Subb.; 7a–c – *Morozovella* aff. *lensiformis* (Subb.); 8a–c – *Morozovelloides crassatus* (Cushm.); 9 – *Hantkenina alabamensis* Cushm.

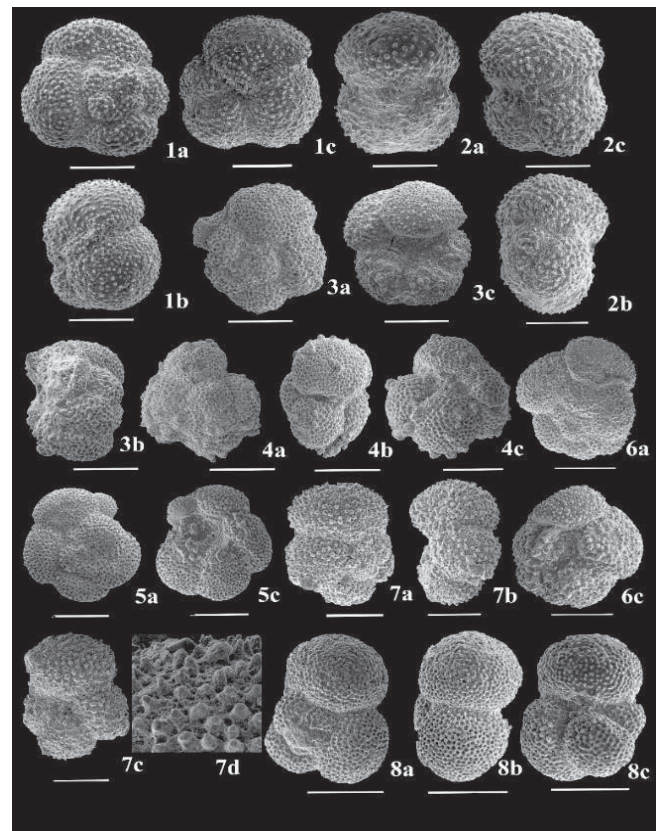


Рис. 4.

1a–c – *Acarinina* aff. *bullbrookii* (Bolli); 2a–c – *Acarinina triplex* Subbotina; 3a–c, 5a, c – *Acarinina pentacamerata* (Subb.); 4a–c – *Subbotina* sp. indet.; 6a, c – *Acarinina* aff. *collactea* (Finlay); 7a–d – *Acarinina* aff. *triplex* Subbotina, 7d – стенка раковины при увеличении $\times 300$; 8a–c – *Turborotalia frontosa* (Subbotina)

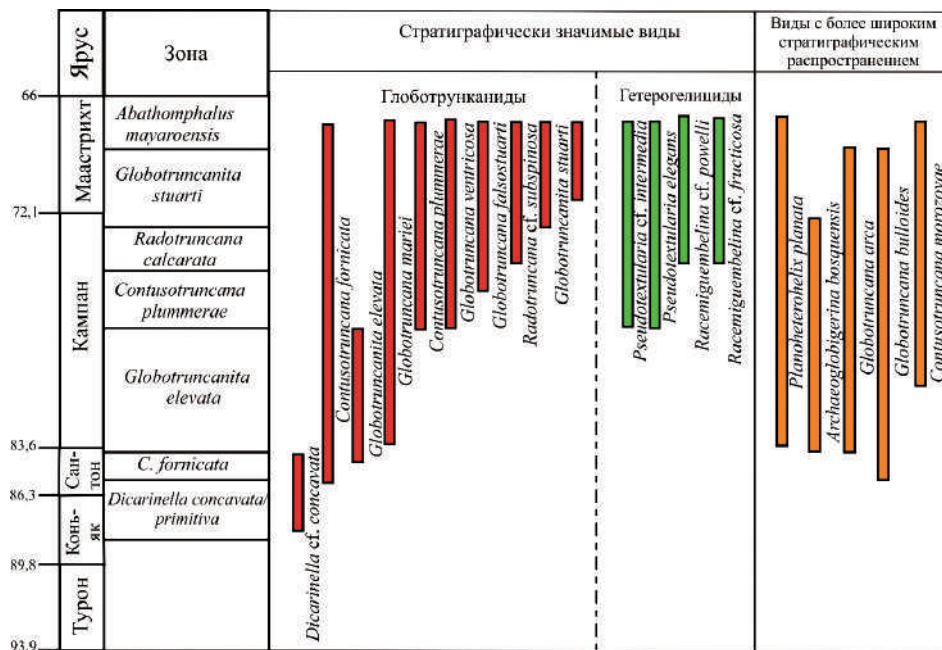


Рис. 5. Позднемеловые фораминиферы из глиняной пульпы вулкана Шуго

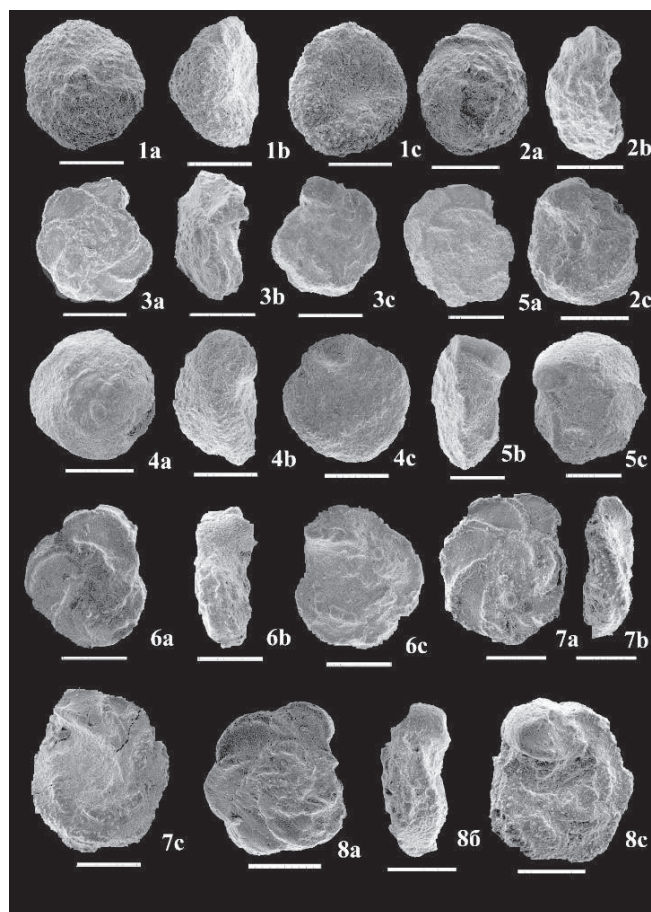


Рис. 6.

1a-c, 4a-c – *Contusotruncana plummerae* (Cushman);
2a-c – *Contusotruncana morozovae* (Vassilenko); 3a-c –
Globotruncana falsostuarti (Sigal); 5a-c – *Globotruncanita stuarti* (de Lapparent); 6a-c – *Globotruncana mariei* Banner and Blow; 7a-c, 8a-c – *Globotruncana arca* (Cushman)

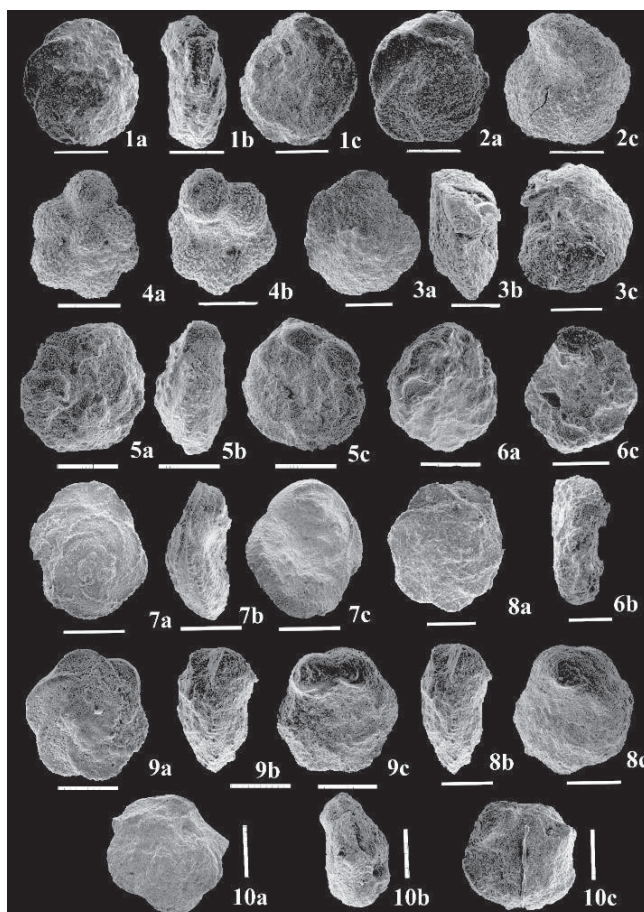


Рис. 7.

1a-c – *Globotruncana bulloides* Vogler; 2a,c – *Dicarinella cf. concavata* (Brotzen); 3a-c – *Globotruncanita elevata* (Brotzen); 4a, b – *Archaeoglobigerina bosquensis* Pessagno; 5a-c – *Globotruncana cf. arca* (Cushman); 6a, c – *Globotruncana arca* (Cushman); 7a-c – *Contusotruncana fornicata* (Plummer); 8a-c, 9a-c – *Globotruncana ventricosa* (White); 10a-c – *Radotruncana cf. subspinoso* (Pessagno)

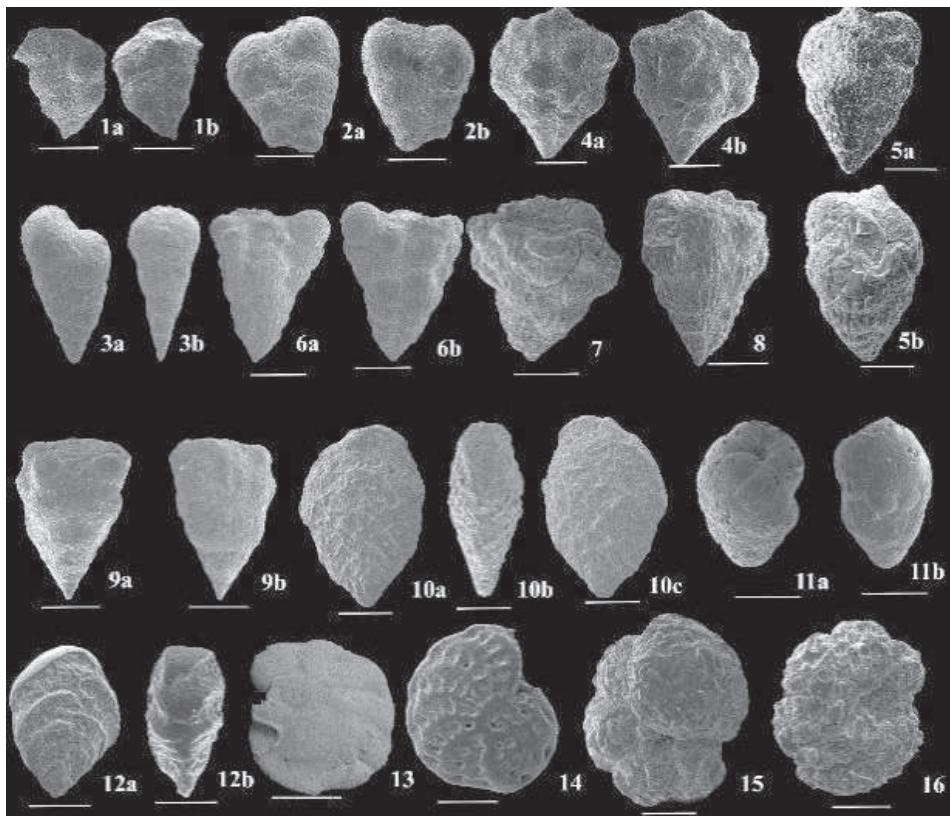


Рис. 8.

1a, b – «*Heterohelix*» sp.; 2a, b – *Planoheterohelix* cf. *planata* (Cushman); 3a, b – *Planoheterohelix planata* (Cushman); 4a, b – *Racemiguembelina* sp.; 5a, b – *Pseudotextularia* cf. *intermedia* de Klasz; 6a, b, 9a, b – *Racemiguembelina* cf. *fructicosa* (Egger); 7 – *Racemiguembelina* aff. *powelli* Smith and Pessagno; 8 – *Pseudotextularia elegans* (Rzehak); 10a–c – *Spiroplectammina* sp.; 11a, b – *Praebulimina* cf. *parvula* (Brotzen); 12a, b – *Spiroplectammina* cf. *baudoniana* (d'Orbigny); 13 – *Brotzenella* cf. *monterelensis* (Marie); 14 – *Elphidium macellum* (Fichtel et Moll); 15, 16 – *Haplophragmoides* sp.

Dicarinella cf. *concovata* (Brotzen) плохой сохранности (рис. 7, фиг. 2a, c). В Крымско-Кавказском регионе он присутствует в сантонских отложениях. Наряду с ним встречены такие таксоны, как *Globotruncana linneiana* (d'Orbigny), *G. bulloides* Vogler, *Archaeoglobigerina bosquensis* Pessagno, более редкие *Contusotruncana fornicata* (Plummer). Появление *G. linneiana* связано с сантонскими отложениями и его сонахождение с перечисленными выше формами указывает на присутствие в грязекаменной брекчии обломков этого возраста.

В ассоциациях меловых ПФ из группы глоботрунканид встречены виды, указывающие на присутствие в разрезе отложений средней *Contusotruncana plummerae* (появление зонального вида) и верхней *Radotruncana calcarata* (появление *Radotruncana* sp.) зон кампанского яруса. Представители рода *Radotruncana* типичны для верхнего кампана и в других разрезах Средиземноморского складчатого пояса, в частности для классического разреза Губбио (Coccioni, Premoli Silva, 2015, p. 62).

Присутствие маастрихтских отложений подтверждается раковинами *Globotruncanita stuarti* (Lapparent) и *Conrusotruncana contusa* (Cushman) (Кобаевич, 2010; Vishnevskaya, Kopaevich, 2020). Типичных видов позднего маастрихта в пробах не обнаружено. С другой стороны, нахождение в отдельных обломках многочисленных раковин многокамерных спирально-винтовых раковин группы гетерогелицид позволяет предположить присутствие самых верхних слоев маастрихта (Coccioni, Premoli Silva, 2015, см. также рис. 8, фиг. 4–8). Изображенные на том же рисунке БФ имеют более широкий интервал распространения и стратиграфического значения не имеют.

Выводы. Найденные в глиняной пульпе раковины фораминифер свидетельствуют о присутствии в разрезе отложений майкопской серии (конский и сарматский ярусы неогена),

а также отложений лютетского яруса среднего эоцена. Меловые интервалы представлены раковинами, характерными для сантонского, позднекампанского и маастрихтского интервалов. Большое количество в глиняной пульпе вулкана раковин палеогеновых ПФ, их значительное (более 90 %) преобладание над позднемеловыми, а также лучшая сохранность могут указывать на более активное участие эоценовых пород в процессе грязегенерации. Не стоит исключать вероятность того, что позднемеловые породы изначально содержали в себе меньшее количество ПФ с худшей сохранностью раковин. На это указывает предполагаемый терригенно-карбонатный состав верхнемеловых турбидитов и более древний возраст пород.

Литература

- Бугрова Э. М. Палеоген Туркменистана (обновленная схема зонального расчленения и корреляции) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. ВНИГРИ. – 2009. – № 4. – С. 1–32.
- Зональная стратиграфия фанерозоя России / ред. Т. Н. Корень. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2006. – 256 с.
- Копеевич Л. Ф. Зональная схема для верхнемеловых отложений Крымско-Кавказского региона по глоботрунканидам (планктонные фораминиферы) // Бюлл. МОИП. Отдел геологический. – 2010. – Т. 85. – № 5. – С. 40–52.
- Копеевич Л. Ф., Алексеев А. С. Нина Ивановна Маслакова и развитие зональной шкалы верхнего мела юга Европы по планктонным форминиферам // Бюлл. МОИП. Отдел геологический. – 2019. – Т. 94. – № 4. – С. 3–13.
- Маслакова Н. И. Глоботрунканиды Европейской части СССР. – М. : Наука, 1978. – 166 с.
- Практическое руководство по микрофауне. Т. 8. Фораминиферы кайнозоя. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2005. – 324 с.
- Собисевич А. Л., Собисевич Л. Е., Тверитинова Т. Ю. О грязевом вулканизме в позднеальпийском складчатом сооружении Северо-Западного Кавказа (на примере изучения глубинного строения грязевого вулкана Шуго) // Геология и полезные ископаемые Мирового океана. – 2014. – № 2. – С. 80–93.
- Coccioni R., Premoli Silva I. Revised Upper Albian–Maastrichtian planktonic foraminiferal biostratigraphy and magnetostratigraphy of the classical Tethyan Gubbio section (Italy) // Newsletter Stratigraphy. – 2015. – Vol. 48. – No 1. – Pp. 47–90. – DOI: 10.1127/nos/2015/0055
- Robaszynski F., Caron M. Foraminifères planctoniques du Crétacé: commentaire de la zonation Europe Méditerranée // Bulletin de la Société géologique de France. – 1995. – Vol. 166. – Pp. 681–692.
- Vishnevskaya V. S., Kopevich L. F. Microfossil assemblages as key to reconstruct sea-level fluctuations, cooling episodes and palaeogeography: The Albian to Maastrichtian of Boreal and Peri-Tethyan Russia / eds. M. Wägrich, M. B. Hart, B. Sames, I. O. Yilmaz // Geological Society London Special Publications. – 2020. – Vol. 498. – Pp. 165–187.

ФОРАМИНИФЕРЫ СЕМЕЙСТВА GLOBIVALVULINIDAE REITLINGER, 1950 В ПОГРАНИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ НИЖНЕГО И СРЕДНЕГО КАРБОНА УРАЛА

Е. И. Кулагина

*Институт геологии – обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного
научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра РАН, Уфа, kulagina@ufaras.ru*

FORAMINIFERS OF THE FAMILY GLOBIVALVULINIDAE REITLINGER, 1950 IN THE LOWER AND MIDDLE CARBONIFEROUS BOUNDARY DEPOSITS OF THE URALS

E. I. Kulagina

*Institute of Geology – Subdivision of the Ufa Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences,
Ufa, kulagina@ufaras.ru*

Аннотация. Обобщены современные данные по систематике надсемейства Biseriamminoidea. Обсуждается стратиграфическое распространение видов *Biseriella* и *Globivalvulina* семейства Globivalvulinidae Reitlinger, 1950 из отложений серпуховского и нижней части башкирского ярусов Урала.

Ключевые слова. Фораминиферы, Biseriamminoidea, карбон, Урал.

Abstract. Present data on the taxonomy of the superfamily Biseriamminoidea are presented. The stratigraphic distribution of the *Biseriella* and *Globivalvulina* species of the family Globivalvulinidae Reitlinger, 1950, from the Serpukhovian, and lower Bashkirian deposits of the Urals, is discussed.

Key words. Foraminifers, Biseriamminoidea, Carboniferous, Urals.

Систематика. Многокамерные фораминиферы, имеющие двурядные раковины, навитые по трохoidalной спирали или плоскостепирально с микрогранулярной однослойной или дифференцированной стенкой, объединены в надсемейство *Biseriamminoidea* N. Chernysheva, 1941. В «Справочнике по систематике фораминифер палеозоя» (Паузер-Черноусова и др., 1996) надсемейство относится к отряду *Palaeotextulariida* и разделено на три семейства: *Biseriamminidae* Chernysheva, 1941, *Dagmaritidae* Bozorgnia, 1973 и *Louissettidae* Loeblich and Tappan, 1984. Подсемейство *Globivalvulininae* Reitlinger, 1950 и синонимичное *Globivalvulininae* Pokorny, 1958 приводятся в качестве синонимов семейства *Biseriamminidae*. В ранге надсемейства бисериамминоидеи рассматривались впервые М. М. Марфенковой (1991).

Со времени выхода справочника систематика бисериамминоидей неоднократно пересматривалась (Vachard et al., 2006; Gaillot, Vachard, 2007; Hance et al., 2011; C3zar, Sommerville, 2012; Vachard et al., 2016; Gennari et al., 2018). Согласно J. Gaillot и D. Vachard (2007), надсемейство *Biseriamminoidea* включает три семейства: *Biseriamminidae* N. Chernysheva, 1941, *Koktjubinidae* Marfenkova, 1991 и *Globivalvulinidae* Reitlinger, 1950. При этом семейство *Globivalvulinidae* делится на четыре подсемейства: 1) *Globivalvulininae*; 2) *Dagmaritinae* Bozorgnia, 1973; 3) *Paradagmaritinae* Gaillot and Vachard, 2007; 4) *Paraglobivalvulininae* Gaillot and Vachard, 2007. Позже появился вариант выделения надсемейства *Globivalvulinoidea* (Hance et al., 2011; Vachard et al., 2010), которое рассматривалось в составе отряда *Endothyrida*, тогда как семейство *Biseriamminidae* предлагалось переместить в надсемейство *Mstinioidea* Lipina, 1989 (Hance et al., 2011).

P. C3zar и J. D. Sommerville (2012) полагают, что надсемейство *Biseriamminoidea* состоит из двух семейств, которые различаются по строению стенки раковины. *Biseriamminidae* включает представителей, имеющих микрогранулярную стенку с агглютинированными зернами, тогда как *Globivalvulinidae* характеризуется микрогранулярной или дифференцированной стенкой, в том числе с диафанотеккой. При этом семейство *Koktjubinidae* Marfenkova, 1991 рассматривается синонимом семейства *Biseriamminidae* Chernysheva, 1941. D. Vachard (2016) предлагает состав надсемейства *Globivalvulinoidea* из трех семейств: *Globivalvulinidae*, ?*Biseriamminidae* и ?*Koktjubinidae*.

V. Gennari, M. Cherin и R. Rettori (2018), проанализировав все предшествующие работы по систематике бисериамминоидей и применив кластерный анализ, предложили систематику, согласно которой надсемейство *Biseriamminoidea* относится к отряду *Endothyrida* Fursenko, 1958 и включает два семейства: *Biseriamminidae* Chernysheva, 1941 (sensu C3zar and Sommerville 2012) и *Globivalvulinidae* Reitlinger, 1950. *Biseriamminidae* представлено одним подсемейством *Biseriammininae*; семейство *Globivalvulinidae* разделено на четыре подсемейства: *Globivalvulininae*, *Paraglobivalvulininae*, *Dagmaritinae*, *Paradagmaritinae*.

В связи с новыми взглядами в настоящей статье мы принимаем надсемейство *Biseriamminoidea* с двумя семействами – *Globivalvulinidae* Reitlinger, 1950 и *Biseriamminidae* sensu C3zar and Sommerville, 2012.

Стратиграфическое значение. Для расчленения пограничных отложений нижнего и среднего карбона имеет значение появления подсемейства *Globivalvulininae* (рис. 1).

Biseriella Mamet in Armstrong and Mamet, 1974 появляется в позднем визе. В верхах веневского горизонта и его аналогов отмечается первое появление вида *Biseriella parva* N. Chernysheva, 1941, который поднимается выше в башкирский ярус (рис. 2, фиг. 1–4). Примерно в это же время появляется *Biseriella procera* (Postoyalko, 1990) (богдановичский горизонт), которая отличается более крупной и свободно навитой раковинной. Это наиболее примитивные виды, имеющие один оборот и небольшое число камер. В позднесерпуховское время на Урале появляются *Biseriella eogranulosa* (Reitlinger, 1949) с толстой стенкой (рис. 2, фиг. 5) и *B. minima* (Reitlinger, 1950) с хорошо развитыми апертурными перегородками в двух последних камерах (рис. 2, фиг. 6). Бисериеллы широко распространены и в башкирских отложениях среднего карбона наряду с видом *Biseriella glomerata* (Ivanova, 1988), описанным из богдановского горизонта башкирского яруса восточного склона Урала (Иванова, 1988).

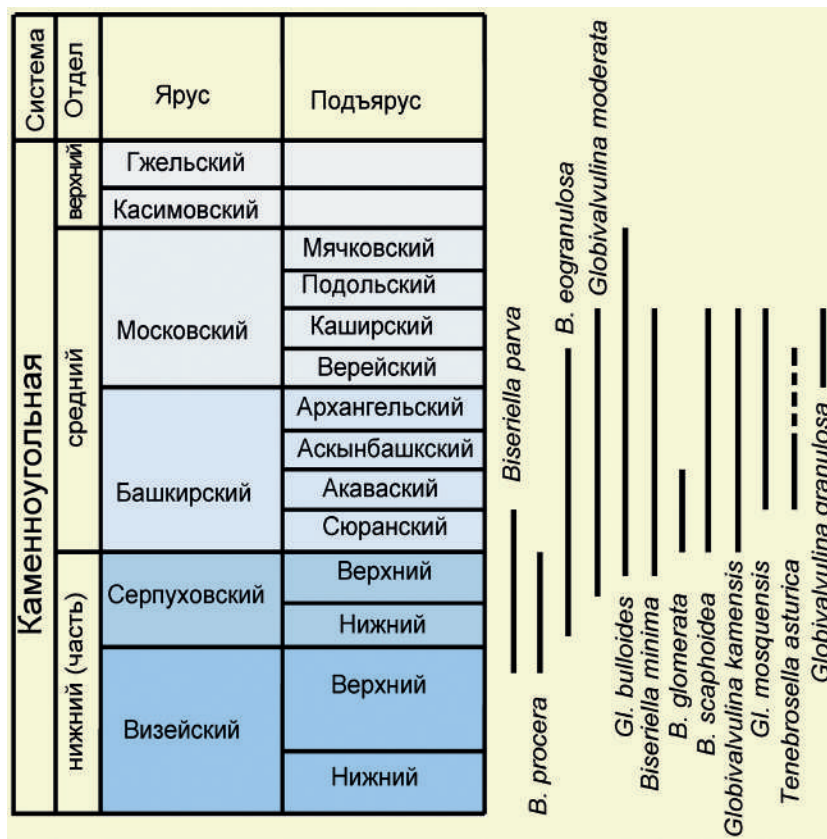


Рис. 1. Стратиграфическое распространение видов подсемейства *Globivalvulinae* в пограничных отложениях нижнего и среднего карбона Урала

В позднесерпуховское время появляются первые представители рода *Globivalvulina* Schubert, 1921, у которых намечается дифференциация стенки, выраженная в разной степени обособления срединного светлого слоя, включающего светлые кристаллики кальцита (рис. 2, фиг. 11–16). Вид *Globivalvulina moderata* Reitlinger, 1949 характерен для верхнесерпуховских отложений Урала и Тянь-Шаня (Иванова, 1988; Постоялко, 1990; Кулагина и др., 1992; Степанова, 2018; Kulagina et al., 2014), Прикаспия (Brenckel, Collins, 2017), Донбасса (Айзенберг и др., 1983), Северной Америки (Groves et al., 1992; Mamet et al., 1993; Brenckle, 2005). В Северной Африке этот вид был отмечен в нижнесерпуховском подъярусе сахарского бассейна Тиндуф (Cózar et al., 2014).

На рубеже серпуховского и башкирского веков появляется вид *Globivalvulina bulloides* (Brady, 1876), близкий к *Gl. moderata*, но с более четким светлым срединным слоем стенки. Некоторое время эти виды считались синонимами (например, Harris et al., 1997). После выделения лектотипа валидность *Gl. moderata* была обоснована (Brenckle, 2005). *Globivalvulina bulloides* отличается обособлением светлого срединного слоя в диафанотеку, хотя по фотографии лектотипа это не видно. По данным (Brenckle, 2005), *G. moderata* отличается постоянной толщиной стенки на всем протяжении роста, тогда как у *G. bulloides* он утолщается в последней камере. *G. bulloides* указана в верхах серпуховского яруса на Урале (Кулагина, Гишман, 2002; Степанова, Кучева, 2009), в Прикаспии (Зайцева, Кленаина, 2008), в башкирском ярусе многих регионов. Первое появление вида *Globivalvulina kamensis* Reitlinger, 1950, у которого наблюдается слабая волнистость септ в последней камере, отмечено в верхней части серпуховского яруса разреза Бражка западного склона Среднего Урала (Степанова, 2018, рис. 6, фиг. 40, 41). Вид также известен из нижней части башкирского яруса на Южном Урале и Среднем Тянь-Шане (Иванова, 1988; Кулагина и др., 1992) (рис. 2, фиг. 16, 17). *Globivalvulina kamensis* является вероятным предком рода *Tenebrosella* Villa et Sanchez de Posada, 1986, возникающем в башкирском веке.

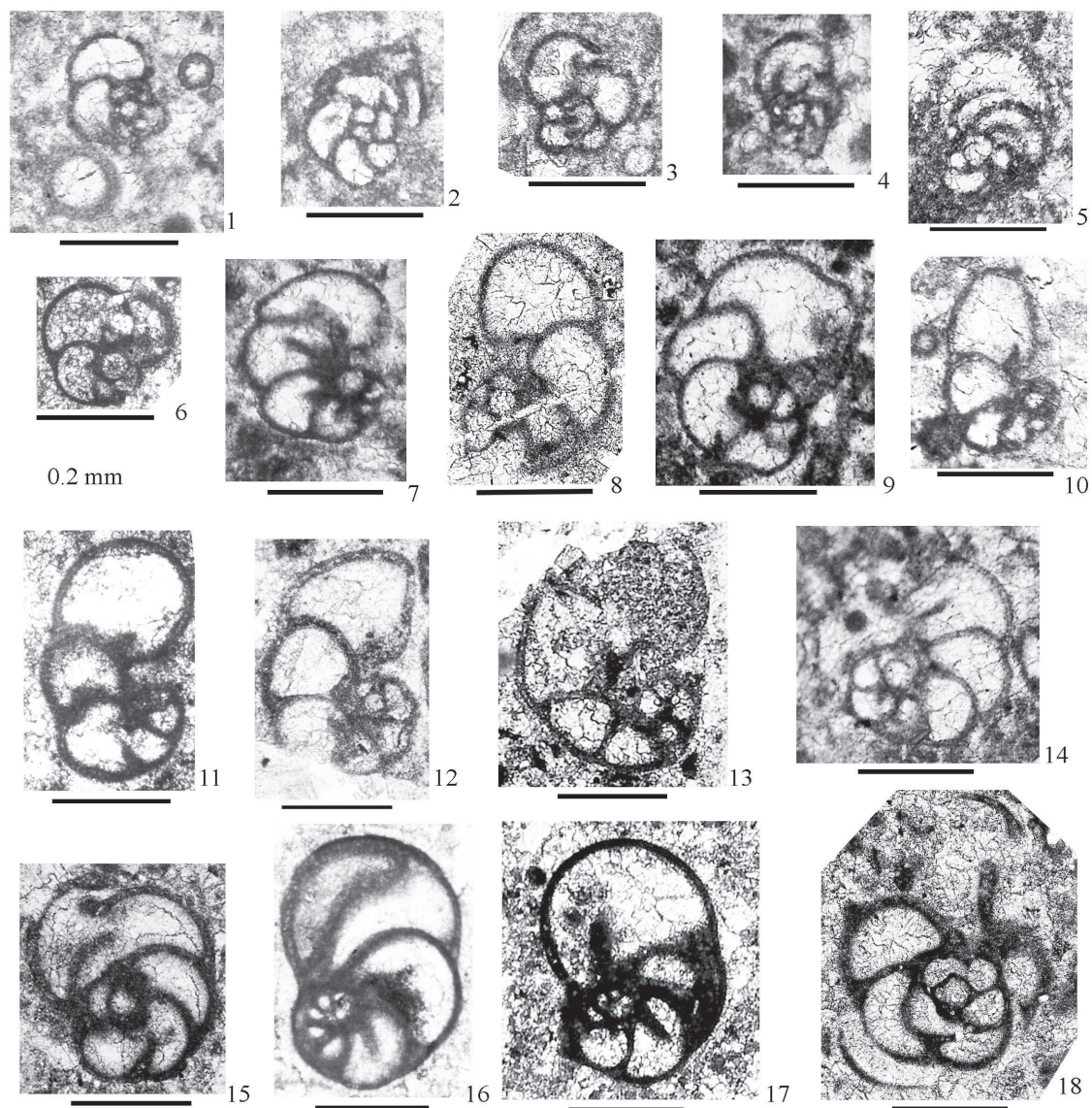


Рис. 2. Представители семейства Globivalvulinae из пограничных отложений нижнего и среднего карбона Южного Урала:

1–4 – *Biseriella* ex gr. *parva* (N. Chernysheva, 1941): 1–3 – косые сечения, 4 – осевое сечение; 1 – экз. 121/2162, 6 – экз. 121/2163, 3 – экз. 121/2164, 4 – экз. 121/2165, восточный склон Южного Урала, Большой Кизил, верхнесерпуховский подъярус, обр. 037a (шлифы соответственно 8, 3, 5, 5). 5 – *Biseriella eogranulosa* (Reitlinger, 1949), косое сечение, Большой Кизил, верхнесерпуховский подъярус, обр. 037a(7). 6 – *Biseriella minima* (Reitlinger, 1950), косое сечение, экз. 121/121, западный склон Южного Урала, Мурадымово, верхнесерпуховский подъярус, юлдыбаевский горизонт, обр. 77(9). 7 – *Biseriella* sp., поперечное сечение, экз. 121/2166, Большой Кизил, обр. 037a(8), верхнесерпуховский подъярус, худолазовский горизонт. 8, 9 – *Biseriella glomerata* Ivanova, 1988, поперечные сечения: 8 – экз. 121/216а, Мурадымово, обр. 81(6), 9 – экз. 121/2168, Большой Кизил, обр. 3(1), оба из богдановского горизонта башкирского яруса. 10 – *Globivalvulina bulloides* (Brady, 1876), экз. 121/572, Большой Кизил, обр. 47, верхнесерпуховский подъярус, худолазовский горизонт. 11, 15 – *Globivalvulina moderata* Reitlinger, 1949 (= *Globivalvulina bulloides* (Brady, 1876) in Кулагина и др., 1992, табл. 4, фиг. 4, 3): 11 – поперечное сечение, экз. 121/828, Мурадымово, обр. 79, богдановский горизонт башкирского яруса, 15 – осевое сечение, экз. 121/247, Мурадымово, обр. 70/1, протвинский горизонт. 12 – *Globivalvulina* ex gr. *granulosa* Reitlinger, 1950, экз. 121/162, Мурадымово, обр. 81, богдановский горизонт. 13, 14 – *Globivalvulina moderata* Reitlinger, 1949, поперечные сечения: 13 – экз. 121/216б, Мурадымово, обр. 81(6), богдановский горизонт, 14 – экз. 121/2167, Большой Кизил, обр. 3, богдановский горизонт. 16, 17 – *Globivalvulina kamensis* Reitlinger, 1950, поперечные сечения: 16 – экз. 121/215, обр. 80(20), 17 – экз. 121/216, обр. 81(6), оба – Мурадымово, богдановский горизонт. 18 – *Globivalvulina* sp., осевое сечение, экз. 121/216в, Мурадымово, обр. 81(6), богдановский горизонт. Длина масштабного отрезка – 0,2 мм

Выводы. Согласно современной систематике, в серпуховском ярусе распространены виды двух родов: *Biseriella* и *Globivalvulina*. Видовое разнообразие *Biseriella*, так же как и появление *Globivalvulina*, отмечается во второй половине серпуховского века. Важным морфологическим признаком является дифференциация стенки, которая начинает проявляться в конце серпуховского века.

Литература

Айзенберг Д. Е., Астахова Т. В., Берченко О. И. и др. Верхнесерпуховский подъярус Донецкого бассейна. – Киев : Наукова думка, 1983. – 273 с.

Зайцева Е. Л., Клеина Л. Н. Пограничные ниже-среднекаменноугольные отложения Прикаспийской депрессии // Бюлл. МОИП. Отдел геологический. – 2008. – Т. 83. – Вып. 3. – С. 21–41.

Иванова Р. М. Позднесерпуховские фораминиферы восточного склона среднего и южного Урала / ред. И. М. Колобова, Л. И. Козацкий // Ежегодник Всесоюзного палеонтологического общества. – Л. : Наука, 1988. – Т. 31. – С. 5–12.

Кулагина Е. И., Гибшман Н. Б. Зональное расчленение серпуховского яруса по фораминиферам / ред. Б. И. Чувашов, Э. О. Амон // Стратиграфия и палеогеография карбона Евразии. – Екатеринбург : Ин-т геологии и геохимии УрО РАН, 2002. – С. 183–192.

Кулагина Е. И., Румянцева З. С., Пазухин В. Н., Кочетова Н. Н. Граница нижнего–среднего карбона на Южном Урале и Среднем Тянь-Шане. – М. : Наука, 1992. – 112 с.

Марфенкова М. М. Морской карбон Казахстана. Ч. 1. Академия наук Казахской ССР // Ин-т геологических наук. – Алма-Ата : Гилим, 1991. – 150 с.

Постоялко М. В. К вопросу о границе нижнего и среднего карбона на Среднем Урале / ред. Г. Н. Папулов, Б. И. Чувашов // Границы биостратиграфических подразделений карбона Урала. – Свердловск : ИГТ УрО АН СССР, 1990. – С. 71–92.

Раузер-Черноусова Д. М., Бени Ф. Р., Вдовенко М. В. и др. Справочник по систематике фораминифер палеозоя (эндотириды, фузулиниды). – М. : Наука, 1996. – 207 с.

Рейтлингер Е. А. Мелкие фораминиферы нижней части среднего карбона Среднего Урала и Прикамья // Изв. АН СССР. Сер. геологическая. – 1949. – № 6. – С. 149–164.

Рейтлингер Е. А. Фораминиферы среднекаменноугольных отложений центральной части Русской платформы (исключая сем. Fusulinidae) // Тр. ИГН АН СССР. Вып. 126. Геол. серия. – 1950. – № 47. – С. 1–128.

Степанова Т. И. Фораминиферы пограничных отложений нижнего и среднего карбона разреза Бражка (Западный Склон Среднего Урала) // Бюлл. МОИП. Отдел геологический. – 2018. – Т. 93. – Вып. 4. – С. 31–54.

Brenckle P. L. A compendium of Upper Devonian-Carboniferous type foraminifers from the former Soviet Union // Cushman Foundation for foraminiferal research, Special Publication. – 2005. – Vol. 38. – Pp. 1–153.

Cozar P., Somerville I. D. Mississippian Biseriamminaceae and their evolutionary development // Journal of Foraminiferal Research. – 2012. – Vol. 42. – No. 3. – Pp. 216–233.

Gaillot J., Vachard D. The Khuff Formation (Middle East) and time-equivalents in Turkey and South China: biostratigraphy from Capitanian to Changhsingian times (Permian), new foraminiferal taxa, and palaeogeographical implications // Coloquios de Paleontología. – 2007. – Vol. 57. – Pp. 37–223.

Gennari V., Cherin M., Rettori R. Systematic revision and phylogenetic assessment of the foraminiferal family Globivalvulinidae // Acta Palaeontologica Polonica. – 2018. – Vol. 63. – No. 4. – Pp. 807–814.

Groves J. R., Sutherland P. K., Manger W. L. Stratigraphic distribution of non-fusulinacean foraminifers in the marble falls limestone (Lower-Middle Pennsylvanian), western Llano region, Central Texas // Oklahoma Geological Survey Circular. – 1992. – Vol. 94. – Pp. 145–162.

Hance L., Hou H., Vachard D. Upper Famennian to Visean Foraminifers and Some Carbonate Microproblematica from South China-Hunan, Guangxi and Guizhou. – Beijing : Geological Publishing House, 2011. – 359 p.

Harris A. G., Brenckle P. L., Baesemann J. F. et al. Comparison of conodont and calcareous microfossil biostratigraphy and lithostratigraphy of the Lisburne Group (Carboniferous), Sadlerochit Mountains, Northeast Brooks Range, Alaska // Geologic Studies in Alaska by the US Geological Survey. – 1997. – Pp. 195–219.

Kulagina E. I., Nikolaeva S. V., Pazukhin V., Kochetova N. Biostratigraphy and lithostratigraphy of the Mid-Carboniferous boundary beds in the Muradymovo section (south Urals, Russia) // Geological Magazine. – 2014. – Vol. 151. – No. 2. – Pp. 269–298.

Mamet B. L., Pinard S., Armstrong A. K. Micropalaeontological zonation (foraminifers, algae) and stratigraphy, Carboniferous Peratrovich Formation, southeastern Alaska // Geological Survey Bulletin. – 1993. – No. 2031. – Pp. 1–32.

Vachard D., Cozar P., Aretz M., Izart A. Late Viséan–Serpukhovian foraminifers in the Montagne Noire (France): Biostratigraphic revision and correlation with the Russian substages // Geobios. – 2016. – Vol. 49. – No. 6. – Pp. 469–498.

Vachard D., Gaillo J., Pille L., Blažejowski B. Problems on Biseriamminoidea, Mississippian–Permian biserially coiled foraminifera. A reappraisal with proposals // Revista Española Micropaleontología. – 2006. – Vol. 38. – Pp. 453–492.

Vachard D., Pille L., Gaillot J. Palaeozoic Foraminifera: Systematics, palaeoecology and responses to global changes // Revue de Micropaléontologie. – 2010. – Vol. 53. – Pp. 209–254.

**СИСТЕМАТИЧЕСКОЕ ПОЛОЖЕНИЕ ВИДА
HAPLOPHRAGMOIDES EMELJANZEVI SCHLEIFER, 1966**

В. А. Маринов^{1,2}

¹ Тюменский нефтяной научный центр, Тюмень, vamarinov@tnnc.rosneft.ru

² Тюменский государственный университет, Тюмень

**THE SYSTEMATIC POSITION OF THE SPECIES
HAPLOPHRAGMOIDES EMELJANZEVI SCHLEIFER, 1966**

V. A. Marinov

¹ Tyumen Oil Research Centre, Tyumen, vamarinov@tnnc.rosneft.ru

² Tyumen State University, Tyumen

Аннотация. Работа посвящена вопросам систематики агглютинирующих спирально-свернутых фораминифер семейства Ammosphaeroidinae Cushman, 1927 из волжского, рязанского и валанжинского ярусов Сибири.

Ключевые слова. Верхняя юра, нижний мел, фораминиферы, таксономия.

Abstract. Paper is devoted to the taxonomy of agglutinating spiral-folded foraminifera of the family Ammosphaeroidinae Cushman, 1927 from the Volgian, Ryazanian and Valanginian stages of Siberia.

Key words. Upper Jurassic, Lower Cretaceous, foraminifera, taxonomy.

В работе Н. В. Шаровской (1966) из пограничных отложений юры и мела был описан новый вид фораминифер *Haplophragmoides emeljanzevi*. Вид отчетливо выделялся от других таксонов семейства Haplophragmoididae крупной раковиной, в которой субсферические изометричные камеры образовывали эволютную спираль с лопастным контуром. В верхневолжском подъярусе вид образует массовые скопления. Широкое географическое распространение и доминирование в широком диапазоне фациальных обстановок определяют важное значение группы фораминифер для стратиграфических и палеогеографических построений.

Из-за специфической формы раковины существуют различные мнения относительно его родовой принадлежности. Различными исследователями вид относился к родам *Haplophragmoides* (Шаровская, 1966, 1968; Басов, 1968), *Schleiferella* (Булынникова, 1973), *Evolutinella* (Атлас ... , 1990), *Trochamminoides* (Маринов, Захаров, 2001).

Анализ представительных выборок раковин вида и морфологически сходных форм из отложений волжского, рязанского и валанжинского ярусов различных регионов Арктики (рис. 1)

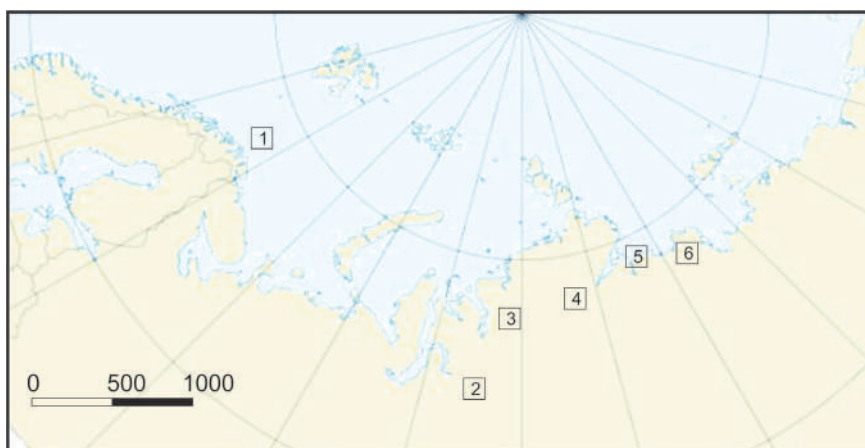


Рис. 1. Местонахождения изученных выборок вида *Haplophragmoides emeljanzevi* Schleifer, 1966 и морфологически сходных форм:

1 – баренцевоморский шельф Норвегии, скв. 7430/10-U-1 (150 экз.); 2 – Большехетская синеклиза Западной Сибири, скважины Западно-Лодочная 1, Пендомаяхская 1, Хальмерпаютинская 2099 (более 250 экз.); 3 – Енисей-Хатангский региональный прогиб (Западная Сибирь), скв. Пайяхская 1, 4 (40 экз.); 4 – бассейн р. Боярка, север Средней Сибири (180 экз.); 5 – п-ов Пакса, Восточный Таймыр (более 3000 экз.); 6 – Ангардамская протока, устье р. Лена (70 экз.)

позволил уточнить детали строения раковины, количественные и размерные характеристики вида. Основными признаками вида являются строение раковины и форма камер, характер периферического края и пупочной области, форма устьевой поверхности и положение устья.

Проведенное изучение морфологических признаков вида *Emeljanzevi* и их изменения в онтогенезе, пределов изменчивости позволили сделать следующие выводы.

1. Раковина на взрослых стадиях онтогенеза планспиральная, полностью эволютная, с лопастным контуром, периферический край округлый; камеры отчетливо выпуклые, субтрапецевидной формы (вид с боковой стороны), их ширина (b) приблизительно равна ширине устьевой поверхности (H), септальные швы узкие, углубленные; пупочная область (du) у взрослых форм мелкая и широкая, в составе стенки не заметно зерен агглютинированного материала; устьевая поверхность выпуклая, округлая, ее срединная высота (ham) несколько меньше (в 1,2–1,5 раза) ее ширины (H), высота выреза в основании устьевой поверхности (has) намного меньше (в 5–8 раз) высоты устьевой поверхности (hal) (рис. 2). Устье заполнено породой. Только у раковин, внутренняя полость которых заполнена пиритом, в проходящем свете видно базальное положение устья. Уплощенность раковин и количество камер в наружном обороте закономерно изменяются в онтогенезе.

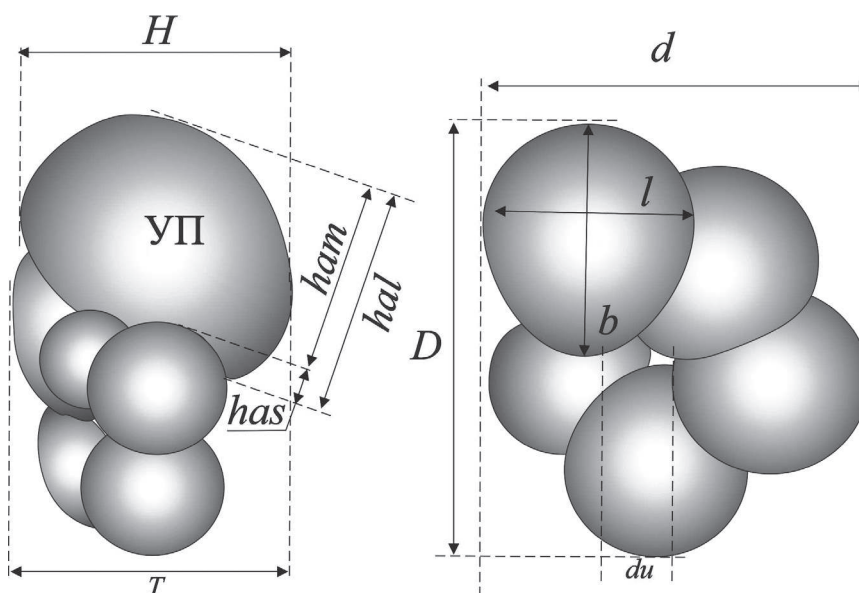


Рис. 2. Элементы морфологии и система замеров раковин вида *Haplophragmoides emeljanzevi*:

УП – устьевая поверхность; T – ширина раковины; H – ширина устьевой поверхности; D – большой диаметр; d – малый диаметр; du – диаметр пупочной области; b – ширина камеры; l – высота камеры; hal – полная высота устьевой поверхности; ham – срединная высота УП; has – высота выреза в основании устьевой поверхности

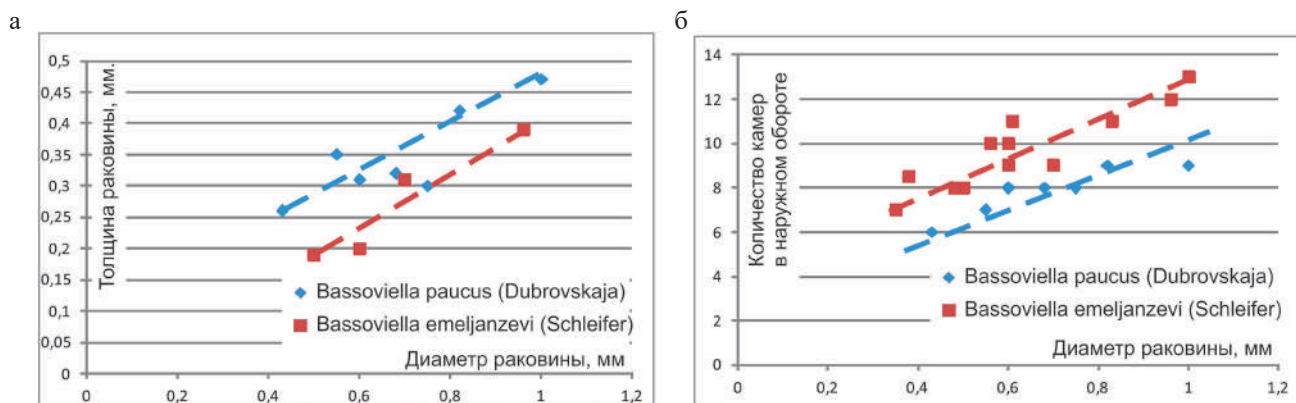


Рис. 3. Изменение в онтогенезе толщины раковины (а) и количества камер (б) в наружном обороте у представителей видов *Recurvoides paucus* (Dubrovskaja) и *Haplophragmoides emeljanzevi* (Schleifer)

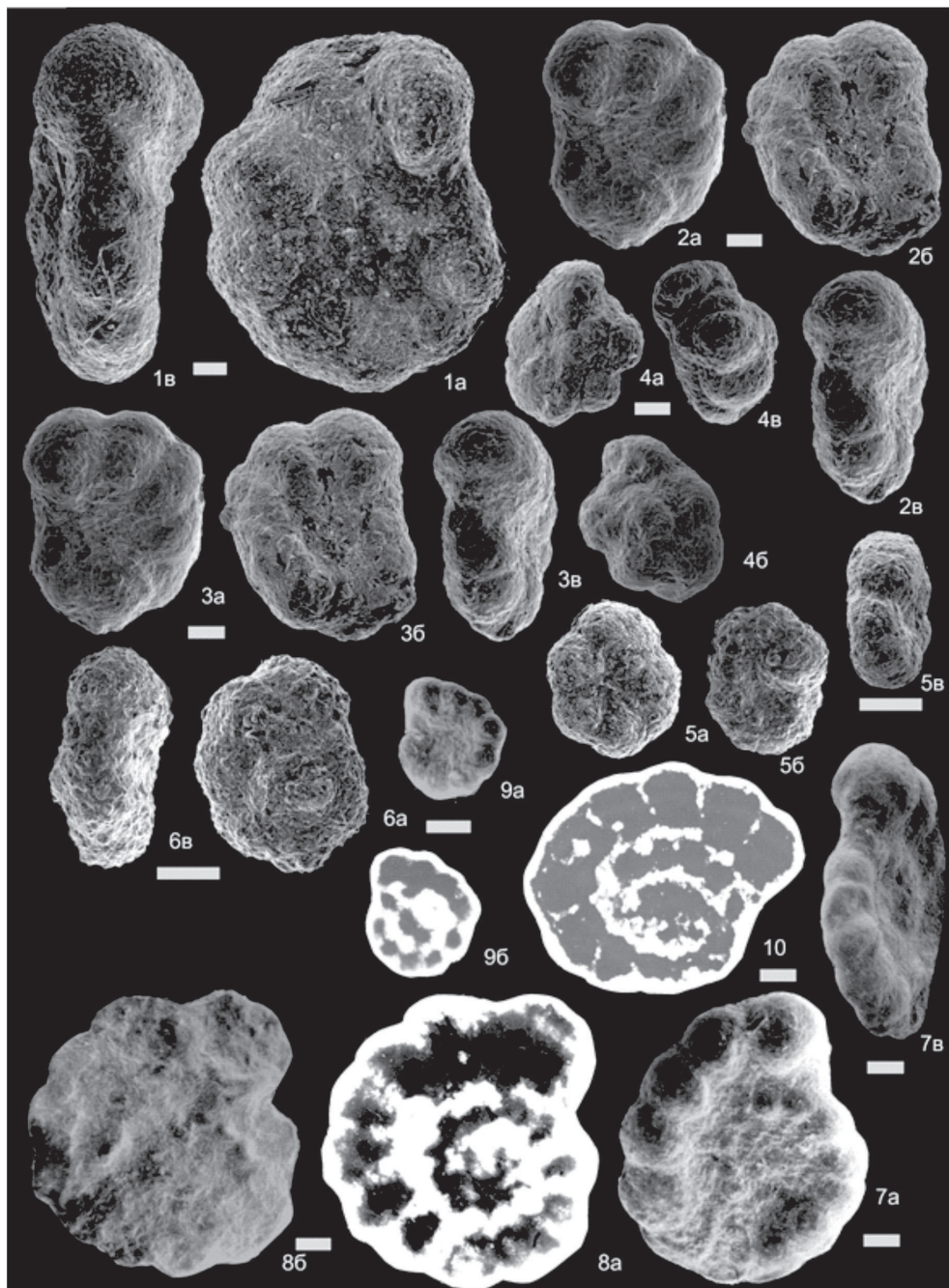


Рис. 4.

Фиг. 8а, 9б, 10 – фотографии сделаны в проходящем свете. Остальные фотографии сделаны на электронном сканирующем микроскопе. Во всех случаях: а, б – вид раковины с боковой стороны, в – вид раковины с устьевой стороны. Длина белого прямоугольника составляет 0,1 мм.

Фиг. 1–6 – *Recurvoides paucus* (Dubrovskaja): 1 – экз. 13Лод-2/1, $\times 60$. Скв. Западно-Лодочная 1, обр. 2, интервал 3320,2–3331,6 м, 5,7 м от верха; обр. 13Лод-2; нижнехетская свита, нижний мел; валанжинский ярус, нижний подъярус; зона *Neotollia klmovskiensis*. 2 – экз. 13Лод-2/2, $\times 60$. Там же. 3 – экз. 13Лод-2/3, $\times 50$. Там же. 4 – экз. 13Лод-2/7, $\times 60$. Там же. 5 – экз. 4-Пх-69/9, $\times 80$. Скв. Пайяхская 4Р, интервал 3335,0–3350,0 м, 13,8 м от верха, обр. 4 Пх-69; суходунинская свита, нижний мел; валанжинский ярус, нижний подъярус. 6 – экз. 4-Пх-69/8, $\times 80$. Там же. Фиг. 7–10 – *Haplophragmoides emeljanzevi* (Schleifer): 7 – экз. 1072/636, $\times 60$. Север Восточной Сибири, п-ов Нордвик, мыс Урдюк-Хая, обн. 33, обр. 3-32-89, пачка XI, 0,4 м от подошвы; паксинская свита, нижний мел, рязанский ярус, зона *Chetaites sibiricus*. 8 – экз. 1072/620, $\times 60$. Север Восточной Сибири, п-ов Нордвик, мыс Урдюк-Хая, обн. 32, обр. 15-33-89, пачка VI, 0,1 м от кровли; паксинская свита; верхняя юра, верхневолжский подъярус, зона *Craspedites okensis*. 9 – экз. 1072/646, $\times 70$. Предположительно микросферическая форма; местонахождение то же, что и экз. 1072/636. 10 – экз. 1072/639, $\times 60$. Шлиф, продольное сечение; местонахождение то же, что и экз. 1072/620.

Изображенные экземпляры хранятся в Центральном Сибирском геолого-минералогическом музее (ЦСГМ), колл. № 1072 и в эталонной палеонтологической коллекции ООО «ГННЦ», колл. 1 ЗЛод_2

2. Начальный оборот раковины вида *Emeljanzevi* имеет стрептоспиральное навивание, с углом отклонения от спирально-плоскостного приблизительно $30-45^\circ$, отчетливо заметное у ювенильных раковин и в шлифах (рис. 4, фиг. 10). Вид не может быть отнесен ни к роду *Haplophragmoides*, ни к семейству Haplophragmoididae Maync, 1952, объединяющего виды со спирально-плоскостными раковинами. Предлагается рассматривать его в объеме подсемейства *Recurvoidinae* Alekseychik-Mitskevich, 1973, включающего таксоны со стрептоспиральным навиванием раковин, на всех стадиях онтогенеза или только на ранних.

3. От морфологически сходных родов подсемейства *Recurvoidinae* представители вида *Emeljanzevi* отличаются многочисленными, отчетливо выпуклыми, близкими к изометричным камерами и эволютной раковинной. От представителей рода *Recurvoidella* Uchio, 1960 отличается эволютной раковинной с большим количеством камер в последнем обороте. Кроме того, камеры у видов рода *Recurvoidella* слабовыпуклые, субтреугольной формы с боковой стороны, срединная высота устьевой поверхности и высота выреза в ее основании приблизительно равны. От рода *Budashevaella* Loeblich and Tappan, 1964 вид *Emeljanzevi* отличается эволютной раковинной с отчетливо лопастным контуром раковины, углубленными швами и формой камер. У рода *Budashevaella* ширина камер несколько больше ее высоты, срединная высота приблизительно равна высоте выреза в ее основании. Устьевая поверхность плоская или слабовыпуклая. От фораминифер рода *Thalmannammina* Pokorny, 1951 раковины *Emeljanzevi* отличаются стрептоспиральным строением только на ранних оборотах, большим количеством камер в наружном обороте и формой камер. Камеры представителей рода *Thalmannammina* имеют овально-прямоугольную форму, их ширина приблизительно в 2 раза больше высоты, срединная высота устьевой поверхности приблизительно равна высоте выреза в ее основании. От рода *Recurvoides* Earland, 1934 вид *Emeljanzevi* отличается планспиральной раковинной у взрослых особей и формой камер. У рода *Recurvoides* камеры низкие и широкие, их высота (ham) меньше (в 1,5–2 раза) длины (l), раковина стрептоспиральная.

4. Вид отличается от представителей родов подсемейства *Recurvoidinae* и относится к новому роду. Основными признаками рода являются строение раковины и форма камер, характер периферического края и пупочной области, форма устьевой поверхности и положение устья.

В нижнем мелу Западной Сибири известен вид *Recurvoides paucus* Dubrovskaja, 1962 (Дубровская, 1962). Это вид отнесен к роду *Recurvoides* на основании стрептоспирального навивания раковины. Изучение представительных выборок показало, что раковины вида *Paucus* имеют стрептоспиральное строение только на ранних стадиях онтогенеза. У более поздних оборотов раковины навивание планспиральное (рис. 4, фиг. 1–3). Следовательно, этот вид не может относиться к роду *Recurvoides*. Характер строения раковины, форма камер, характер периферического края, форма устьевой поверхности, строение пупочной области и положение устья объединяет его с представителями вида *Emeljanzevi*. Отличаются виды *Emeljanzevi* и *Paucus* особенностями закономерного изменения в онтогенезе размеров раковины, ширины камер и их количества (рис. 3), а также строением стрептоспиральной части раковины.

У вида *H. emeljanzevi* стрептоспиральная стадия проявлена меньше, чем у *R. paucus*. Направление навивания начального оборота отклоняется от спирально-плоскостного на угол приблизительно $30-45^\circ$ (рис. 4, фиг. 10). У раковины *R. paucus* направление навивания первого оборота изменяется значительно больше, до поворота под углом 90° (рис. 4, фиг. 4–6).

Литература

Атлас моллюсков и фораминифер морских отложений верхней юры и неокома Западно-Сибирской нефтегазоносной области. Т. II. Фораминиферы / сост. С. П. Булыникова, В. К. Комиссаренко, Н. А. Белоусова, Е. Д. Богомякова, Г. Е. Рылькова, К. Е. Тылкина. – М.: Недра, 1990. – 359 с.

Басов В. А. О составе фораминифер в волжских и берриасских отложениях Севера Сибири и Арктических островов // Мезозойские морские фауны Севера и Дальнего Востока СССР и их стратиграфическое значение. – М.: Наука, 1968. – С. 108–141. (Тр. ИГиГ. Вып. 48).

Булыникова С. П. Фораминиферы нефтегазоносных отложений неокома Западно-Сибирской равнины. – М.: Недра, 1973. – 128 с. (Тр. СНИИГиМС. Вып. 153).

Дубровская Н. Ф. О зоне с Trochammina polymera в отложениях валанжина на северо-западе Тюменского Приуралья // Материалы по палеонтологии и стратиграфии Западной Сибири. – Л. : Гостоптехиздат, 1962. – С. 68–73. (Тр. СНИИГГиМС. Вып. 23).

Маринов В. А., Захаров В. А. Зоны по фораминиферам в борейальном берриасе, валанжине и нижнем готериве на севере Сибири (относительно глубоководные фации) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2001. – Т. 9. – № 1. – С. 46–67.

Шаровская В. Н. Некоторые виды аммодисцид и литуолиид из мезозойских отложений севера Центральной Сибири // Ученые записки НИИГА. Палеонтология и биостратиграфия. – Л., 1966. – Вып. 14. – С. 48–74.

Шаровская В. Н. Комплексы фораминифер из юрских и нижнемеловых отложений Усть-Енисейского и Турухан-Ермаковского районов // Ученые записки НИИГА. Палеонтология и биостратиграфия. – 1968. – Вып. 23. – С. 106–116.

ФОРАМИНИФЕРЫ КОНКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОГО ПРЕДКАВКАЗЬЯ

Т. Н. Пинчук

Кубанский государственный университет, Краснодар, pinchukt@mail.ru

FORAMINIFERA OF THE KONKIAN DEPOSITS OF THE WESTERN CISCAUCASIA

T. N. Pinchuk

Kuban State University, Krasnodar, pinchukt@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена биостратиграфической характеристике комплексов фораминифер картвельских, сартаганских и веселянских слоев конкского региояруса Западного Предкавказья. В комплексах фораминифер преобладают стеногалинные и полигалинные представители семейств Miliolidae, Buliminidae, Bolivinitidae и Elphidiidae.

Ключевые слова. Средний миоцен, соленость, картвельские слои, сартаганские слои, веселянские слои.

Abstract. The article is devoted to the biostratigraphic characteristics of foraminifera associations for the Kartvelian, Sartaganian and Veselyankian beds of the Konkian regiostage of the Western Ciscaucasia. Stenohaline and polyhaline species of the Miliolidae, Buliminidae, Bolivinitidae and Elphidiidae are dominated in the foraminifera associations.

Key words. Middle Miocene, salinity, Kartvelian, Sartaganian, Veselyankian beds.

Конкский региоярус относится к среднему миоцену неогеновой системы (рис. 1). Опорными разрезами конкского региояруса в Западном Предкавказье служат разрез горы Зеленского на Тамани и разрез балки Майкопской (Подвесной) по р. Белая у пгт. Тульский, где изучены фитопланктон, макро- и микрофауна, получена палеомагнитная характеристика (Попов и др., 2018). В то же время комплексы фораминифер, найденные в керне скважин с этой территории, в некоторых случаях превосходят списочный состав этой группы согласно определениям в опорных разрезах. Поэтому появилась необходимость сопоставить и дополнить комплекс фораминифер из конкских отложений согласно этим материалам.

Отложения конкского яруса распространены по всей территории Западного Предкавказья и подвержены значительным фаціальным изменениям, с чем связано и неравномерное распределение фораминифер. От караганских комплексов фораминиферы конки отличаются присутствием средиземноморских таксонов, которые характеризуются высоким таксономическим разнообразием, присутствием раковин милиолид, булиминид, нонионид и эльфидид и появлением множества видов, которые не встречались в подстилающих отложениях. Фауна фораминифер конкских отложений описана в работах: А. К. Богдановича (1965, 1986), О. И. Джанелидзе (1970), В. А. Крашениникова и др. (2003), Т. Н. Пинчук (2005, 2017), Ю. В. Вернигоровой (2009), Е. М. Жгенти, Л. С. Майсурадзе (2016) и др.

Конкские отложения на площади Западного Предкавказья в южных районах и Западно-Кубанском прогибе представлены известковистыми глинами с подчиненными прослоями мергелей, реже песчано-алевритовыми породами и известняками-ракушечниками, мощностью от 15 до 25 м. В скважинах из платформенной части Предкавказья в основании региояруса

прослеживается резкая литологическая граница: на песчаниках карагана залегают темно-серые, зеленовато-коричневые известковистые глины с тонкими прослоями песчаников. Породы содержат раковины полигалинных фораминифер, обитающих при солености от 15 до 32 ‰, а также раковины остракод и моллюсков.

Характерной чертой всей конкской фауны фораминифер является значительное развитие Miliolidae, Buliminidae, Bolivinitidae и Elphidiidae, наличие стеногалинных форм, выдерживающих постепенное понижение солености вод. Преобладали шельфовые мелководные представители бентоса (более 80 видов), глубоководные виды обитали в зоне прогибания, где встречено около 30 бентосных и 5 планктонных видов. Комплекс содержит 18% стеногалинных видов, 15% – полигалинных, но более широко распространены эвригалинные виды (до 67%), приуроченные к слоям с *Elphidium horridum* и *Adelosina konkoensis*.

Статистический анализ состава и характер фауны фораминифер показал несколько этапов их развития в конкское время, каждый из которых характеризуется определенным комплексом и приурочен к картвельским, сартаганским и веселянским слоям. Анализ публикаций по конкским отложениям Северного Кавказа, Крыма и Грузии показал, что он представлен богатым составом фораминифер (до 44 родов и 203 видов), из них в пределах Западного Предкавказья встречены представители лишь 14 родов и 136 видов.

Картвельские слои с богатой фауной планктонных и бентосных фораминифер встречаются в разрезе р. Белая в основании конкских отложений. Здесь найдены *Quinqueloculina laevigata*, *Q. consobrina*, *Q. aff. microdon*, *Q. ersaconica*, *Cibicides aff. badenensis*, *C. aff. konkoensis*,

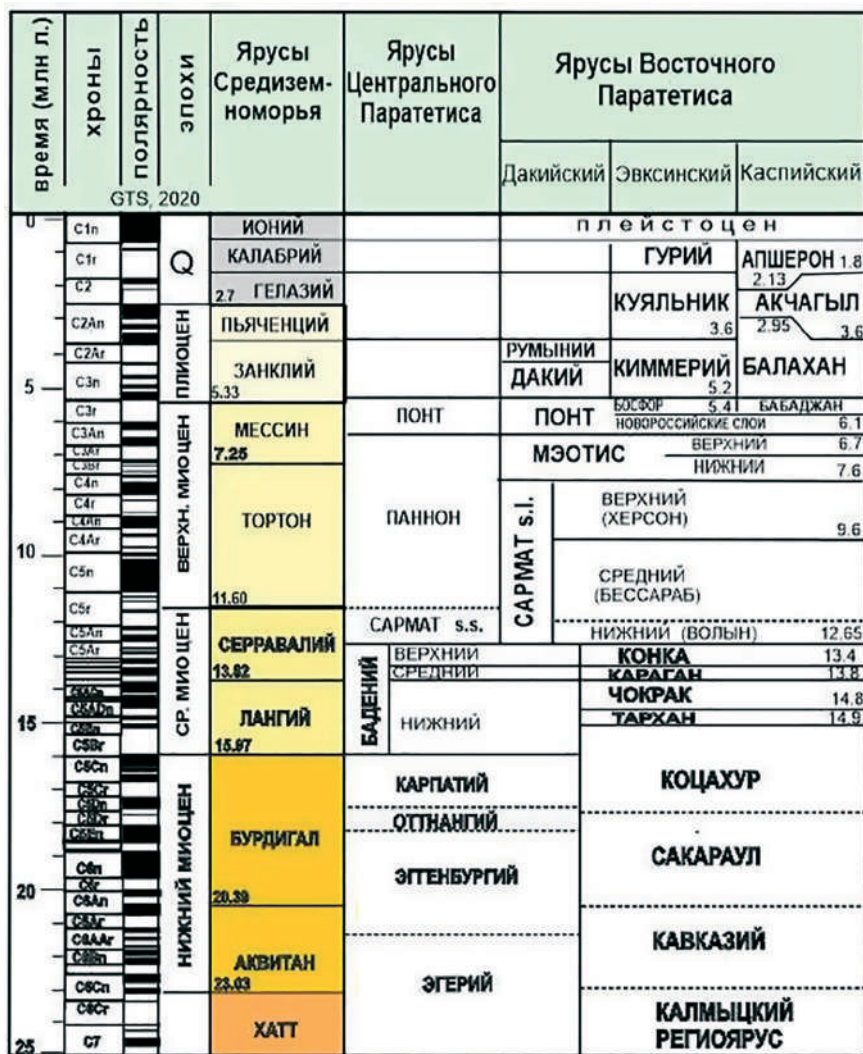


Рис. 1. Стратиграфическая схема неогена Восточного Паратетиса и ее корреляция со Средиземноморьем и Центральным Паратетисом (Попов и др., 2018)

Rotalia conquisita, *Ammonia beccarii*, *Rotalia maschanliensis*, *Porosononion martcobi*, *Melonis soldanii*, *Nonion biporus*, *N. tauricus*, *Nonionella karaganica*, *Caucasinella elongata*, *Elphidium incertum*, *E. aff. kudakoense*, *E. horridum*, *E. angulatum*, *Discorbis supenus*, *D. kartvelicus*, *D. aff. gigae*, *D. leo*, *D. aff. imperatoris*, *Globoturborotalia woodi*, *Paragloborotalia mayer*, *Globigerina bulloides*, *G. praebulloides*, *G. sp. Guembelina aff. globulosa* и др. (Пинчук, 2017) и несколько видов, перешедших из подстилающих караганских отложений. В разрезе р. Белая в основании конкских слоев найден характерный для этого интервала нанопланктон (данные Головиной в Попов и др., 2018). В разрезах Тамани на уровне картвельских слоев найдены полигалинные фораминиферы и нанопланктон, которые неравномерно распространены по всему интервалу (Вернигорова и др., 2006; Paleontology ... , 2016).

Сартаганские слои в разрезах Тамани и Предкавказья характеризуются комплексом планктонных фораминифер, обитавших в полносоленых бассейнах: *Globigerina bulloides* Orb., *Globorotalia* sp. Среди бентосных видов много таких, которые по данным В. А. Крашенинникова, А. К. Богдановича и О. И. Джанелидзе относятся к характерным видам сартаганских слоев: *Cycloforina gracilis*, *Varidentella reussi sartaganica*, *Articulina cubanica*, *Bolivina dilatata* и др. (Вернигорова и др., 2009). Для сартаганских слоев типично появление большого количества видов-иммигрантов (*Quinqueloculina badensis*, *Caucasinella aff. elongata* и др.). В то же время появляются новые эндемичные подвиды, отличающиеся от исходных таксонов средиземноморского происхождения (*Articulina tenella konkensis*, *Melonis soldanii jarsensis* и др.). Заметная роль принадлежит появлению конкских эндемиков: *Nodobaculariella konkensis*, *Nonionella ventragranosa*, *Spirolina ustjurensis* и многих других. Сартаганский комплекс фораминифер Предкавказья характеризуется значительным развитием милиолид, булиминид, нонионид и эльфидаид. Его особенностью является присутствие родов *Nubecularia*, *Wiesnerella*, *Haurina*, неизвестных в подстилающих отложениях. Виды, перешедшие из караганских отложений, встречаются редко. К наиболее характерным видам сартаганских слоев можно отнести *Cornuspira plicata*, *Quinqueloculina badensis*, *Adelosina konkensis*, *Cycloforina gracilis*, *Sinuloculina*

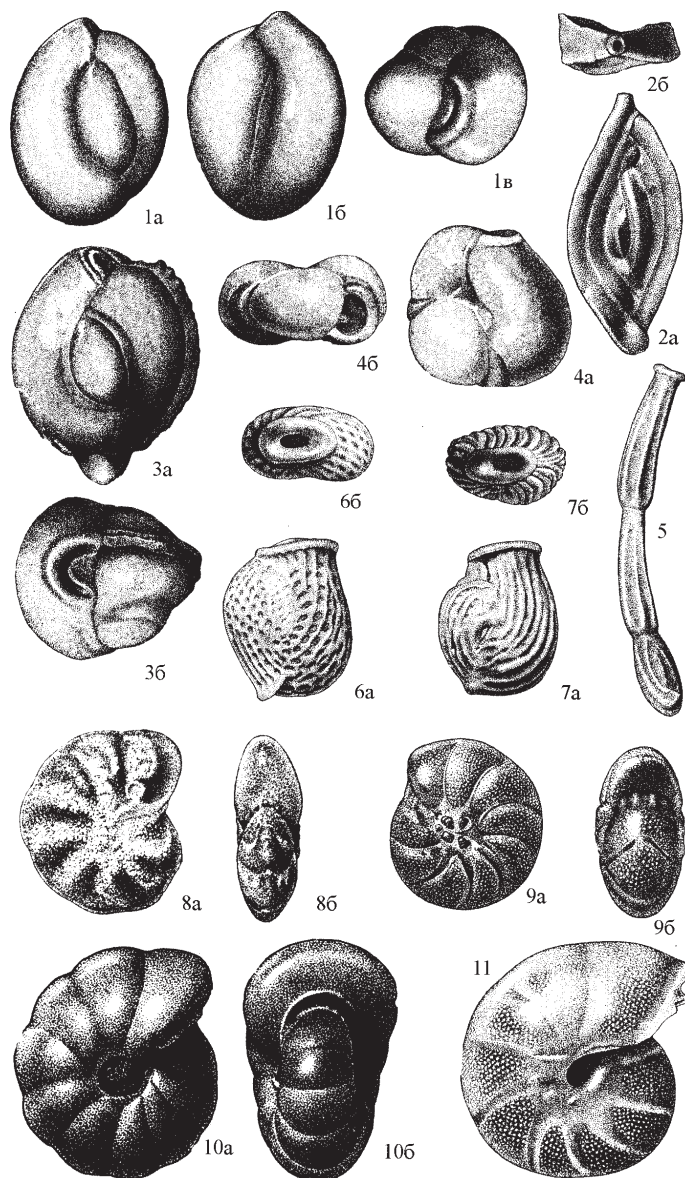


Рис. 2. Характерные фораминиферы слоев с *Adelosina konkensis* – *Elphidium horridum* конкских отложений Западного Предкавказья (Пинчук, 2005):

a – вид с одной стороны, *б* – вид с обратной стороны, *в* – вид сверху.

1 – *Quinqueloculina complanata* (Gerke et Issaeva); 2 – *Spiroloculina konkensis* Krach.; 3 – *Triloculina gibba* Orb.; 4 – *Flentina corporata* Bogd.; 5 – *Articulina tenella* (Eichw.); 6 – *Nodobaculinelle konkensis* Bogd.; 7 – *Nodobaculinelle sulcata* Bogd.; 8 – *Elphidium horridum* Bogd.; 9 – *Porosononion martcobi* Bogd.; 10 – *Melonis soldanii soldanii* (Orb.); 11 – *Melonis soldanii farsensis* Bogd.

microdon, *Nodobaculariella* aff. *sulcata* и др. А. К. Богданович (1965) выделил этот комплекс как **слои с *Adelosina konkensis***. Общими видами для сартаганских слоев различных районов Восточного Паратетиса являлись: *Quinqueloculina badenensis*, *Quinqueloculina schweyeri*, *Nodobaculariella konkensis*, *Articulina tenella konkensis*, *Porosonion martcobi*, *Elphidium* ex gr. *macellum*, *E. kudakoense*, *E. antonina*, *Caucasinella* ex gr. *elongata* и др. (Богданович, 1986).

Веселянские слои отличаются некоторым обеднением состава фораминифер, начавшегося в связи с постепенной изоляцией бассейна и снижением солености вод. Соленость вод поздне-конкского (веселянского) бассейна, вероятно, снизилась не менее чем до 32 ‰ (по исчезновению фораминифер *Globorotalia*, *Nodosaria*), возможно, до 18 ‰ по исчезновению остракод рода *Leptocythere*. Из комплексов выпали самые полигалинные виды-иммигранты, и широкое развитие получили эвригалинные представители родов *Nonion*, *Elphidium* и *Quinqueloculina*. В Предкавказье они выделены в **слои с *Elphidium horridum*** (Богданович, 1986). Общими видами для веселянских слоев различных районов Восточного Паратетиса являются: *Articulina tenella konkensis*, *Quinqueloculina* ex gr. *consobrina*, *Porosonion martcobi*, *Elphidium* ex gr. *macellum*, *E. horridum*, *E. joukovi*, *Florilus bogdanowichi*, *Buliminella elegantissima* и др. (Богданович, 1986). Часто на этом уровне встречаются лишь единичные представители родов *Quinqueloculina*, *Bolivina*, *Nonion* – мелкие угнетенные, нередко не определяемые до вида.

В кровле конкских отложений Таманского разреза обнаружены лишь единичные экземпляры родов: *Quinqueloculina*, *Fissurina*, *Cassidulina*, *Nonion*, *Florilus*, *Discorbis*, *Ammonia*, доминируют представители рода *Elphidium*, в том числе *E. horridum* Bogd., характерный также для веселянских слоев Грузии (Джанелидзе, 1970; Вернигорова, 2009).

По разрезам скважин Западного Предкавказья мощность конкских отложений невелика (20–30 м) и их не всегда можно подразделить, поэтому чаще они объединяются в **слои с *Adelosina konkensis* – *Elphidium horridum*** (Пинчук, 2005) (рис. 2).

Нижняя граница конкских отложений проводится по появлению богатой полигалинной фауны фораминифер. Верхняя граница определяется по исчезновению средиземноморских видов и значительному развитию эвригалинных видов.

Географическое распространение осадков и смена состава комплексов фораминифер указывает, что в картвельское время происходила общая трансгрессия Восточного Паратетиса, заметная в том числе и на территории Предкавказья. Затем площадь бассейна заметно сократилась в сартагане и вновь расширилась в веселянское время. Такая асинхронность степени мористости комплексов микрофауны и площади бассейна предполагает возможность переполнения бассейна в результате ограничения его связей с открытыми водами.

Работа выполнена в рамках гранта РФФИ 22-17-00047, <https://rscf.ru/project/22-17-00047>.

Литература

- Богданович А. К. Стратиграфическое и фацциальное распределение фораминифер в миоцене Западного Предкавказья и вопросы их генезиса // Тр. КФ ВНИИ. Вып. 16. – 1965. – С. 300–350.
- Богданович А. К. Фораминиферы Восточного Паратетиса. Т. 2. Неогеновая система. – М.: Недра, 1986. – С. 244–250.
- Вернигорова Ю. В. Караганский и конкский региоярусы Восточного Паратетиса: вопросы их объема и стратиграфической самостоятельности // Геологический журнал. – 2009. – № 2. – С. 34–47.
- Джанелидзе О. И. Фораминиферы нижнего и среднего миоцена Грузии. – Тбилиси: Мецниереба, 1970. – 172 с.
- Жгенти Е. М., Майсурадзе Л. С. Караганский, картвельский и конкский региоярусы Грузии: история развития моллюсков и фораминифер и их стратиграфическое значение. – Тбилиси: Изд-во Универсал, 2016. – 91 с.
- Крашенинников В. А., Басов И. А., Головина Л. А. Восточный Паратетис: тарханский и конкский региоярусы. – М.: Научный мир, 2003. – 193 с.
- Пинчук Т. Н. Западный Кавказ и Предкавказье (олигоцен и неоген). Биостратиграфия кайнозойских отложений России и смежных территорий по фораминиферам // В кн. Практическое руководство по микрофауне СССР. Фораминиферы кайнозоя. – СПб.: Недра, 2005. – С. 91–98.
- Пинчук Т. Н. Планктонные фораминиферы караганских отложений Западного Предкавказья // Материалы 38 сессии Палеонтол. об-ва НАН Украины. – Киев: ИГН, 2017. – С. 133–134.
- Попов С. В., Головина Л. А., Радионова Э. П. и др. Стратотипы и опорные разрезы неогеновых региоярусов юга России и проблемы их границ // Неоген и квартал России: стратиграфия, события и палеогеография. – М.: ГЕОС, 2018. – С. 47–54.

АЛЬБСКИЕ КОМПЛЕКСЫ ФОРАМИНИФЕР ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В. М. Подобина, Г. М. Татянин

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, podobina@mail.tsu.ru

ALBIEN FORAMINIFERAL ASSEMBLAGES OF WESTERN SIBERIA

V. M. Podobina, G. M. Tatyani

National Research Tomsk State University, Tomsk, podobina@mail.tsu.ru

Аннотация. В статье приведены новые сведения по находкам альбских комплексов фораминифер в северном палеобиогеографическом районе Западно-Сибирской провинции. В центральной части района установлены комплексы фораминифер трех подъярусов альба. Исследованы новые альбские комплексы на п-ове Ямал. В ханты-мансийском горизонте северного района известны следующие комплексы фораминифер: раннеальбский – *Gaudryinopsis tailleuri*, среднеальбские – *Ammobaculites fragmentarius*, *Gaudryinopsis filiformis*, верхнеальбские – *Ammotium braunsteini*, *Verneuilinoides borealis assanoviensis* и *Milliammina ischnia*. Комплексы фораминифер всех подъярусов альба обнаружены только в разрезах Южно-Русской площади.

Ключевые слова. Западная Сибирь, ханты-мансийский горизонт, альб, новые фораминиферовые комплексы.

Abstract. In this paper new data about finding of the Albian foraminiferal assemblages are shown from northern paleobiogeographical district of Western Siberia. In this district in the central part three Albian Foraminiferal assemblages were established. On the Yamal Peninsula, new Albian foraminiferal assemblages were found and studied. In Chanty-Mansian Horizon of northern district, the following Albian assemblages are known: Early Albian – *Gaudryinopsis tailleuri*; Middle Albian – *Ammobaculites fragmentarius*, *Gaudryinopsis filiformis* and Late Albian – *Ammotium braunsteini*, *Verneuilinoides borealis assanoviensis* and *Milliammina ischnia*. All Albian assemblages were found only on the Yuzhno-Russkaya area.

Key words. Western Siberia, Chanty-Mansian Horizon, Albien stage, new Foraminiferal assemblages.

Фораминиферы альбского яруса обнаружены пока только в двух палеобиогеографических районах Западно-Сибирской провинции: западном (Зауралье) и северном (севернее широтного течения рек Обь и Вах). Фораминиферы западного района известны с давних времен – с начала бурения скважин в Зауралье. Обобщение исследований по находкам здесь фораминифер впервые проведено З. И. Булатовой (1976). По этим организмам З. И. Булатовой установлены ряд зон и подзон в трех подъярусах альбского яруса.

Сведения по альбским моллюскам отдельных разрезов скважин п-ова Ямал известны по работе В. А. Захарова и др. (2000). Э. О. Амоном (2005) обобщены все известные сведения по литологии ханты-мансийской свиты с учетом известных в Зауралье комплексов альбских фораминифер. При этом отмечены ранее опубликованные данные многих авторов по макромерным остаткам и микрофауне.

Ранее Западно-Сибирская провинция была разделена на ряд палеобиогеографических районов (Подобина, 2021). Зауралье отнесено к западному району, а часть Западной Сибири, расположенная севернее широтного течения р. Обь (включая Самотлорскую и Северную площади, а на севере – площади п-ова Ямал), отмечена как северный район. На территории Самотлорской площади впервые изучены морские отложения ханты-мансийского горизонта по 10 разрезам скважин. В них обнаружены обильные комплексы агглютинированных кварцево-кремнистых фораминифер средне- и позднеальбского возраста. При сравнении найденных комплексов фораминифер Самотлорской и Северной (по р. Вах) площадей с таковыми Зауралья отмечено некоторое их сходство по родовому и видовому составу. В противоположность зауральским (западный район) и из площадей п-ова Ямал фораминиферы Самотлорской и Северной (по р. Вах) площадей почти все грубозернистые, недостаточной сохранности и менее разнообразного систематического состава. Однако, исследуя их, можно установить некоторые общие виды с зауральскими, ямальскими и североаялскими, что позволило наметить по разрезу ханты-мансийского горизонта Самотлорской и Северной площадей только два альбских комплекса фораминифер с видами-индексами (средний и верхний подъярусы). Средний альб – комплекс с *Ammobaculites fragmentarius*, *Gaudryinopsis filiformis*; верхний альб – комплекс с *Ammotium braunsteini*, *Verneuilinoides borealis assanoviensis* (Подобина, 2022). В последней региональной стратиграфической схеме (2005) по альбу Западной

Сибири указывается, что вид *Verneuilinoides borealis* Tappan *assanoviensis* (Zaspelova) является характерным для всего альба. Фактическим материалом многих разрезов скважин это не подтверждается. В то же время по данной схеме этот вид установлен как один из видов-индексов для среднего и верхнего альба совместно с разными видами рода *Ammosiphonia* He, 1977. Однако этот род известен из более древних триасовых отложений Китая и распространен в южной палеобиогеографической провинции, входящей в северную часть Тетического пояса. Поэтому этот род не может быть использован для биостратиграфии альба северного района Западно-Сибирской провинции, входящей вместе с Канадской провинцией в состав Арктической палеобиогеографической области одноименного пояса. Для альбских отложений этой области характерен род *Ammotium* Loeblich et Tappan (1953), обладающий агглютинированной кварцево-кремнистой стенкой. Вид этого рода *A. braunsteini* (Cushman et Applin) найден в отложениях верхнего альба северного района. Этот вид может быть первым видом-индексом для данной части разреза совместно с *Verneuilinoides borealis* Tappan *assanoviensis* (Zaspelova). З. И. Булатова (1976) выделила верхнеальбскую зону с этим видом-индексом, что совпадает с мнением В. М. Подобиной (2013) при добавлении первым видом-индексом *Ammotium braunsteini* (Cushman et Applin).

Альбская трансгрессия распространилась с севера и с начала века покрыла Зауралье как наиболее углубленную территорию Западной Сибири. На Самотлорской и Северной площадях (широтное течение рек Обь и Вах) по комплексам фораминифер, как указывалось, выделены только средне- и верхнеальбский подъярусы. Видимо, нижнеальбские отложения здесь представлены континентальными фациями, как и на остальной, южнее расположенной территории Западной Сибири.

Кроме впервые исследованных разрезов скважин Самотлорской и Северной площадей, появились новые данные по комплексам альбских фораминифер из ханты-мансийского горизонта в ряде разрезов скважин Южно-Русской, Харвутинской, а также п-ова Ямал (Бованенковская и др.) площадей. В разрезе скв. В Бованенковской площади (п-ов Ямал) выделен представительный комплекс среднеальбских фораминифер (рис. 1). Южнее верховьев рек Пур и Таз на территории Южно-Русской площади существовал более углубленный альбский бассейн. Здесь в морских фациях ханты-мансийского горизонта установлены разнообразные комплексы фораминифер, закономерно сменяющиеся по разрезам. При исследовании этих комплексов из разрезов скважин 52, 53, 54, 55 Южно-Русской площади, принятых за типовые, появилась возможность установить в ханты-мансийском горизонте северного района четыре фораминиферовых комплекса, соответствующих трем альбским подъярусам: раннеальбский – с *Gaudryinopsis tailleuri*, среднеальбские – с *Ammobaculites fragmentarius*, *Gaudryinopsis filiformis*, верхнеальбские –



Рис. 1. Комплекс среднеальбских фораминифер с *Ammobaculites fragmentarius*, *Gaudryinopsis filiformis*. Западная Сибирь, Бованенковская площадь, скв. В, гл. 1306,20 м; ханты-мансийский горизонт, альбский ярус, средний подъярус:

1 – *Ammodiscus rotularius* Loeblich et Tappan; 2 – *Reophax sherborniana* (Chapman); 3–9 – *Haplophragmoides* cf. *topagorukensis* Tappan; 10–13 – *Ammobaculites fragmentarius* Cushman; 14 – *Ammomarginulina* cf. *obscura* (Loeblich); 15–17 – *Gaudryinopsis* cf. *filiformis* (Berthelin); 18 – *Trochammina* cf. *reinwateri* Cushman et Applin; 19, 20 – *Nodosaria* aff. *zippei* Reuss; 21 – *Dentalina* aff. *basiplanata* Cushman; 22–24 – *Marginulina* aff. *torguata* Podobina et Orlov; 25 – *Lenticulina* cf. *topagorukensis* Tappan; 26 – *Polymorphina* sp.; 27, 28 – *Eponides* cf. *morani* Tappan

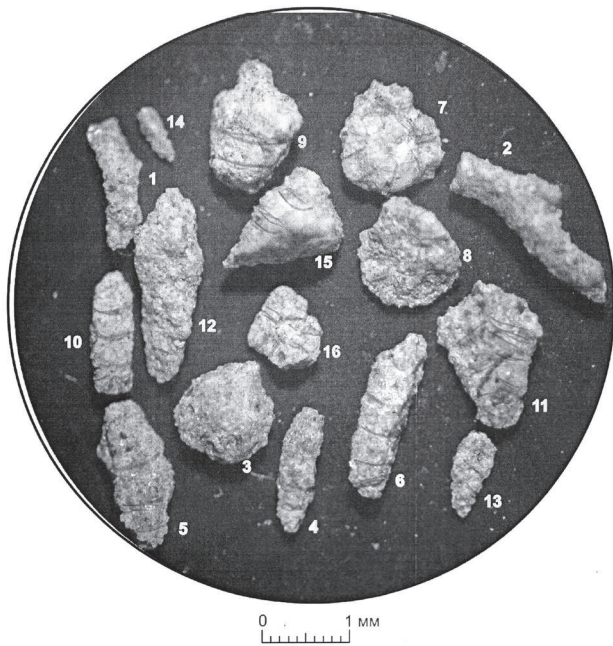


Рис. 2. Комплекс позднеальбских фораминифер с *Ammotium braunsteini*, *Verneuilinoides borealis assanoviensis*. Западная Сибирь, Северная площадь, скв. 1414, гл. 1389,05 м; ханты-мансийский горизонт, альбский ярус, верхний подъярус:

1, 2 – *Rhizammina indivisa* Brady; 3 – *Saccammina sphaerica* M. Sars; 4, 5 – *Reophax troyeri* Tappan; 6 – *R. sherborniana* (Chapman); 7, 8 – *Trochamminoides* cf. *ivanetzi* Podobina; 9 – *Pseudobolivina* cf. *contorta* Bulatova; 10 – *Ammobaculites* cf. *fragmentarius* Cushman; 11 – *Spiroplectammina cognata* Podobina; 12 – *Verneuilinoides borealis* Tappan *assanoviensis* Zaspelova; 13 – *Gaurynopsis improvisus* (Bulatova); 14 – *G.* cf. *filiformis* (Berthelin); 15 – *Pseudoverneuilina albica* Podobina; 16 – *Trochammina umiatensis* Tappan



Рис. 3. Комплекс позднеальбских фораминифер с *Miliammina ischnia*. Западная Сибирь, Южно-Русская площадь, скв. 52, гл. 1254,54 м; ханты-мансийский горизонт, альбский ярус, верхний подъярус:

1 – *Rhizammina indivisa* Brady; 2 – *Labrospira* sp. indet; 3–5 – *Ammomarginulina obscura* (Loeblich); 6 – *Ammobaculites* aff. *fragmentarius* Cushman; 7, 8 – *Trochammina* aff. *umiatensis* Tappan; 9–15 – *Miliammina ischnia* Tappan

с *Ammotium braunsteini*, *Verneuilinoides borealis assanoviensis* и *Miliammina ischnia* (рис. 2, 3). Наиболее характерны представители семейств Naplophragmoididae, Naplophragmiidae и Ataxophragmiidae. Некоторые таксоны из этих семейств являются видами-индексами или характерными видами. Средне- и грубозернистая агглютинированная кварцево-кремнистая стенка раковин указывает на их обитание в мелководной среде относительно холодноводного Западно-Сибирского бассейна, связанного с Арктикой (Подобина, Татьяна, 2016).

Литература

- Амон Э. О. Комплексы агглютинирующих фораминифер из ханты-мансийской свиты (альб, нижний мел) в Среднем и Южном Зауралье // Литосфера. – 2005. – № 2. – С. 97–134.
- Булатова З. И. Стратиграфия апт-альбских нефтегазоносных отложений Западно-Сибирской равнины по фораминиферам. – М.: Недра, 1976. – 152 с.: 21 палеонт. табл.
- Захаров В. А., Маринов В. А., Агалаков С. Е. Альбский ярус Западной Сибири // Геология и геофизика. – 2000. – Т. 41. – № 6. – С. 769–791.
- Подобина В. М. Биостратиграфия альба Саяно-Турганской площади Западной Сибири (по данным фораминифер) // Вестник Томского государственного ун-та. – 2013. – № 374. – С. 188–198.
- Подобина В. М. Новые сведения по биостратиграфии и фораминиферам альба Западной Сибири // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2021. – № 2. – С. 17–23.
- Подобина В. М. Биостратиграфия и фораминиферы среднего мела Западной Сибири. – Томск: Изд-во Томского государственного ун-та, 2022. – 224 с.: 50 палеонт. табл.

Подобина В. М., Татьяна Г. М. Биостратиграфия альбского яруса Западной Сибири (по фораминиферам) // Материалы Межвед. рабочего совещания 17–20 октября 2016 г. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2016. – С. 130–132.

Региональная стратиграфическая схема меловых отложений Западной Сибири (апт–альб–сеноман) // Региональные стратиграфические схемы меловых отложений Западной Сибири: приняты VI Межвед. стратиграфическим совещанием 16 октября 2003 г. : утв. МСК РФ 8 апреля 2005 г. – Новосибирск, 2005.

Loeblich A. R., Tappan H. Studies of Arctic Foraminifera // Smithsonian Miscellaneous Collection. – 1953. – Vol. 121 (7). – 150 p.

ФОРАМИНИФЕРОВЫЕ ЗОНЫ КАМПАНА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В. М. Подобина, Т. Г. Ксенева

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, podobina@mail.tsu.ru

CAMPANIAN FORAMINIFERAL ZONES OF WESTERN SIBERIA

V. M. Podobina, T. G. Kseneva

National Research Tomsk State University, Tomsk, podobina@mail.tsu.ru

Аннотация. Статья посвящена сведениям по биостратиграфии кампана Западно-Сибирской провинции. На основании исследования фораминифер выделены две зоны: верхние слои славгородского горизонта – *Bathyziphon vitta*, *Recurvoides magnificus* (нижний кампан) и нижние слои ганькинского горизонта – *Cibicoides primus* (верхний кампан). При их сравнении с одновозрастными зонами Восточно-Европейской провинции выяснилось выпадение из разреза Западной Сибири ряда среднекампанских зон. Наблюдается скрытое стратиграфическое несогласие и перерыв в осадконакоплении.

Ключевые слова. Западная Сибирь, кампан, фораминиферные зоны, региональный перерыв.

Abstract. This paper has been devoted to the data about Campanian Biostratigraphy of West Siberian Province. Two Foraminiferal zones have been established: in the upper layers of Slavgorodskian Horizon – *Bathyziphon vitta*, *Recurvoides magnificus* (Early Campanian) and in the lower layers of Ganskinskian Horizon – *Cibicoides primus* (Late Campanian). Owing to zonal comparison with ones of East – European province middle Campanian zones of Western Siberia have fallen out from section. There is the regional interruption.

Key words. Western Siberia, Campanian, Foraminiferal zones, regional interruption.

В верхах славгородской свиты (горизонта) Западно-Сибирской провинции В. М. Подобиной (1961) впервые установлен кампанский комплекс фораминифер. В составе этого комплекса отмечено преобладание примитивно устроенных форм, а также характерных видов спироплектаммин и других таксонов. Ранее этот горизонт рядом исследователей датировался

Схема зонального расчленения и корреляции по бентосным фораминиферам сантона–кампана Западно-Сибирской и Восточно-Европейской провинций

Ярус	Подъярус	Восточно-Европейская провинция (Практическое руководство ... , 1991)	Западно-Сибирская провинция (Подобина, 2009, 2019)	Горизонт
Кампан	Верхний	<i>Globorotalites emdiensis</i> (верхи)	<i>Cibicoides primus</i>	Ганькинский
		<i>Globorotalites emdiensis</i> , <i>Brotzenella monterelensis</i>	Не обнаружены	
	Нижний	<i>Cibicoides temirensis</i>		
		<i>Gavelinella clementiana</i>	<i>Bathysiphon vitta</i> , <i>Recurvoides magnificus</i>	Славгородский
Сантон	Верхний	<i>Gavelinella stelligera</i>	<i>Cribrostomoides exploratus</i> , <i>Ammomarginulina crispa</i>	
	Нижний	<i>Gavelinella infrasantonica</i>	<i>Ammobaculites dignus</i> , <i>Pseudoclavulina admota</i>	

сантонским возрастом и здесь выделялись слои с *Naplophragmoides* и *Sproplectammina*. После установления в верхах горизонта слоев с указанным комплексом остальная его часть выделена как зона *Spiroplectammina lata*. (Фораминиферы ... , 1964).

В нижних слоях вышележащей ганькинской свиты (горизонта) Э. Н. Кисельман (Фораминиферы ... , 1964) среди преобладающих известковых форм предложено выделение нижней подзоны раннемаастрихтского возраста, в которой отмечено присутствие характерного вида *Spiroplectammina optata* Kisselman. Впоследствии Э. Н. Кисельман (1969) переопределила возраст этой подзоны как позднекампанский, отделив ее в самостоятельные слои. В. М. Подобиной (1963, 1966) в верхах славгородской и низах ганькинской свит впервые установлены слои со *Spiroplectammina optata* с объединенным кампанским комплексом. Впоследствии В. М. Подобиной кампанские слои со *Spiroplectammina optata* подразделены на нижнюю зону *Bathysiphon vitta*, *Recurvoides magnificus* (нижний кампан, верхи славгородского горизонта) и верхнюю зону *Cibicidoides primus* (верхний кампан – нижние слои ганькинского горизонта) (таблица; Подобина, 2009, 2019).

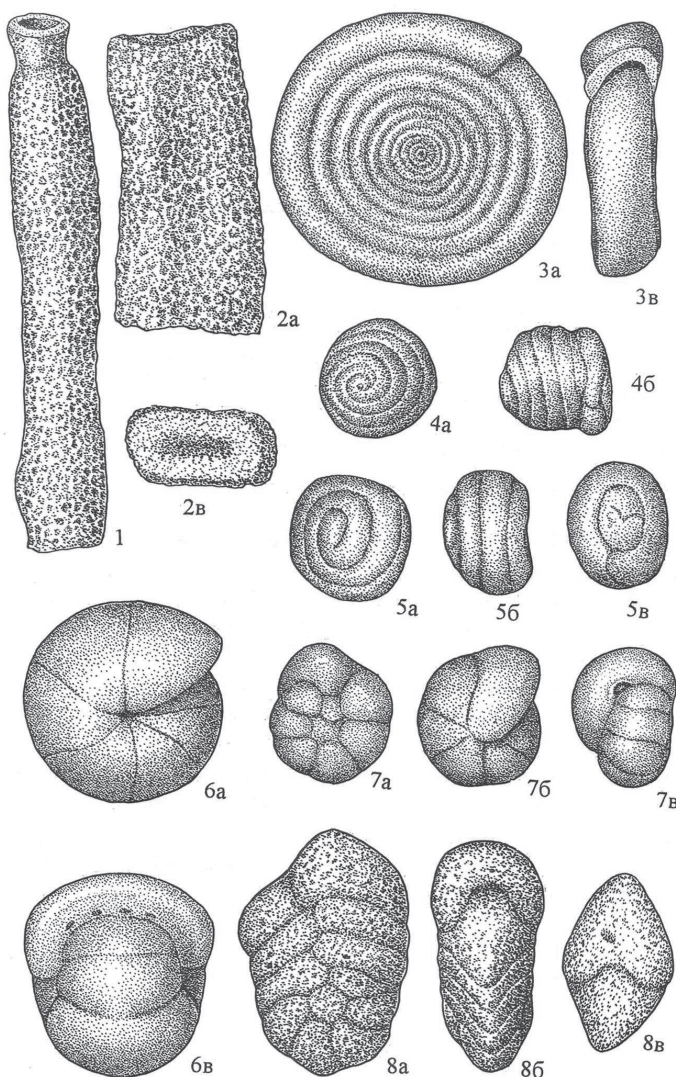
На северо-западе в бассейнах рек Северная Сосьва и Сыня в опоковидных породах, соответствующих верхам славгородской свиты, обнаружены раннекампанские *Scaphites cuvieri* Mort., *Vacuolites obtusus* Meek (определения Н. М. Михайлова и А. Е. Глазуновой) (Галеркина, 1959). Этой части разреза – верхам славгородской свиты – соответствует раннекампанская зона *Bathysiphon vitta*, *Recurvoides magnificus* (рис. 1).

Вся нижележащая часть славгородской свиты и ее аналогов на основании обобщения фактического материала датируется сантонским возрастом (Подобина, 2009, 2019). Вышележащая

Рис. 1. Нижний кампан, зона *Bathysiphon vitta*, *Recurvoides magnificus*:

a – вид с боковой или спинной стороны, *б* – вид с боковой или устьевой стороны, *в* – вид с брюшной стороны.

Фиг. 1 – *Bathysiphon nodosarieformis* Subbotina; экз. № 539/7. Свердловская область, профиль Кузнецово-Керчель, скв. 4-кп, гл. 273,35 м, ×50; фиг. 2 – *Bathysiphon vitta* Nauss; экз. № 851. Томская область, бассейн р. Чижанка (Чижанская партия), скв. 10-к, гл. 320,0 м, ×80; фиг. 3 – *Ammodiscus cretaceus* (Reuss); экз. № 854. Томская область, бассейн р. Чижанка (Чижанская партия), скв. 10-к, гл. 322,0 м, ×80; фиг. 4, 5 – *Glomospira corona* Cushman et Jarvis: 4 – экз. № 297а. Томская область, бассейн р. Парабели (Сенькинский отряд), скв. 28, гл. 294,3 м, ×80; 5 – экз. № 300. Томская область, Уйский профиль, скв. 20-к, гл. 696,0 м, ×80; фиг. 6 – *Cribrostomoides trinitatensis* Cushman et Jarvis *sibiricus* Podobina; экз. № 108а. Томская область, Амбарская площадь, скв. 1-р, интервал гл. 718,37–712,27 м, ×80; фиг. 7 – *Recurvoides magnificus* Podobina; экз. № 110. Томская область, Амбарская площадь, скв. 1-р, интервал гл. 718,37–712,27 м, ×80; фиг. 8 – *Spiroplectammina optata* Kisselman *ksenevae* Podobina; экз. № 1287а. Томская область, Амбарская площадь, скв. 1-р, интервал гл. 718,37–712,27 м, ×80



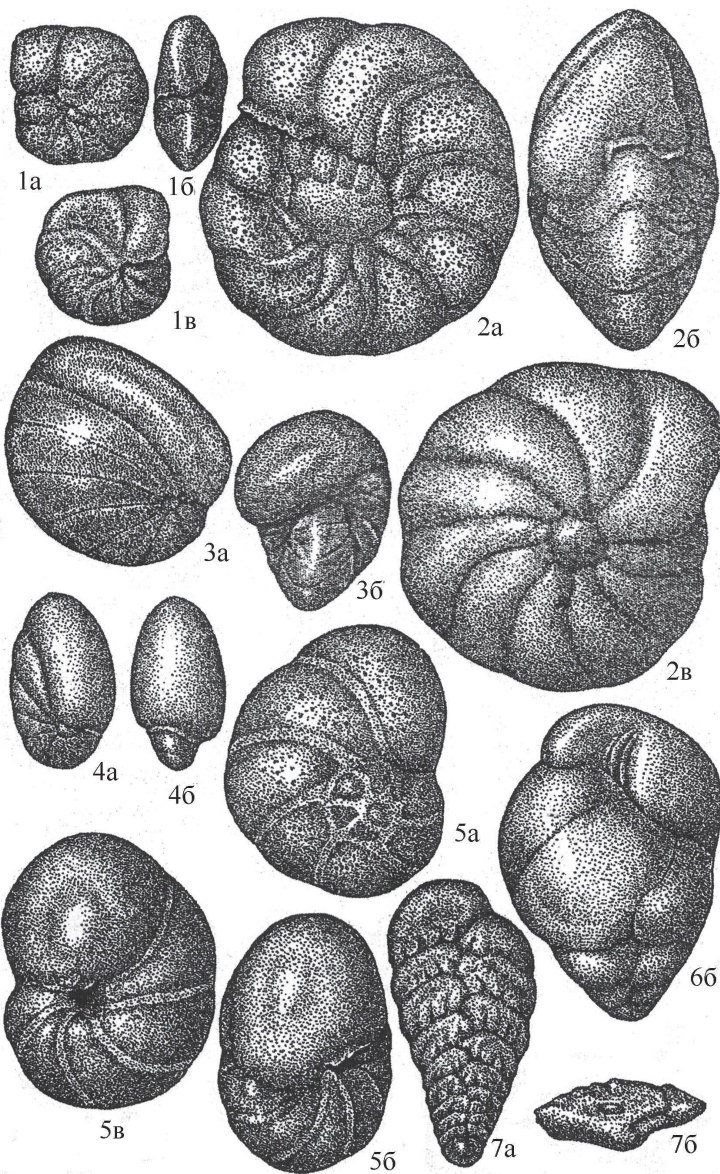


Рис. 2. Верхний кампан, зона *Cibicidoides primus*:

а – вид с боковой или спинной стороны, б – вид с боковой или устьевой стороны, в – вид с брюшной стороны.

Фиг. 1 – *Cibicidoides primus* Podobina; экз. № 617а. Томская область, бассейн р. Кенга (Парбигская партия), скв. 83, гл. 236,0 м, $\times 80$; фиг. 2 – *Cibicidoides aktulagayensis* (Vassilenko), экз. № 614а. Томская область, бассейн р. Чижанка (Чижанская партия), скв. 10-к, гл. 294,0 м, $\times 80$; фиг. 3 – *Nonionellina ansata* (Cushman), экз. № 681. Томская область, бассейн р. Парабели (Сенькинский отряд), скв. 28, гл. 278,5 м, $\times 80$; фиг. 4 – *Nonionellina taylorensis* (Hofker), экз. № 688. Томская область, бассейн р. Парабели (Сенькинский отряд), скв. 28, гл. 278,8 м, $\times 60$; фиг. 5 – *Ceratobulimina cretacea* Cushman et Harris, экз. № 554. Томская область, бассейн р. Парабели (Сенькинский отряд), скв. 28, гл. 260,0 м, $\times 60$; фиг. 6 – *Praebulimina carsey* (Plummer), экз. № 1308. Томская область, бассейн р. Парабели (Парбигская партия), скв. 20, гл. 297,0 м, $\times 100$; фиг. 7 – *Bolivinooides decoratus* (Jones), экз. № 846. Омская область, Тарская опорная скв. 1-р, гл. 721,5 м, $\times 80$

позднекампанская зона *Cibicidoides primus* (низы ганькинской свиты) имеет также широкое распространение в пределах Западно-Сибирской провинции и относится Э. Н. Кисельман (1969) и В. М. Подобиной (2009, 2019) к верхам верхнего кампана (рис. 2). Детальные исследования фораминифер этой зоны проведены В. М. Подобиной, Т. Г. Ксеновой (2022).

Обоснование сантон-раннекампанского возраста славгородского горизонта приводится на основании сравнения видов из включаемых фораминиферовых зон Западно-Сибирской провинции с видами одновозрастных зон Канадской и Восточно-Европейской провинций, а также с учетом обнаруженных моллюсков (Подобина, 2009, 2019; Подобина, Ксенева, 2022).

Как показали исследования фораминифер с учетом некоторых данных по геологическим событиям (положительные вертикальные тектонические движения), большая средняя часть кампанских отложений выпадает из разреза.

Следовательно, фактический материал по фораминиферам из многочисленных разрезов скважин Западно-Сибирской провинции наряду с другими известными сведениями (тектонические движения и корреляция с одновозрастными зонами фораминифер других провинций – Канадской и Восточно-Европейской (Подобина, 2019, 2020)) – дал возможность уточнить возраст славгородской свиты (горизонта) как сантон-раннекампанский. Доказан позднекампанский возраст (верхи верхнего кампана) зоны *Cibicidoides primus* из нижних слоев ганькинского горизонта Западно-Сибирской провинции (Подобина, 2009, 2019). Это позволяет зафиксировать региональный перерыв в осадконакоплении (таблица).

Литература

- Галеркина С. Г.* Стратиграфия верхнемеловых и третичных отложений Березовско-Мало-Атлымского района // Тр. ВНИГРИ. Геология и нефтегазоносность Западно-Сибирской низменности. – 1959. – Вып. 2. – С. 139–167.
- Кисельман Э. Н.* Расчленение верхнесенонских отложений Западно-Сибирской низменности по фораминиферам (верхняя часть верхнего кампана, маастрихта) // Материалы по стратиграфии и палеонтологии Сибири. – Новосибирск, 1969. – С. 116–124. (Тр. СНИИГГиМС. Вып. 84. Сер. регион. геол.).
- Подобина В. М.* Новый комплекс фораминифер в отложениях верхнего сантона–кампана(?) восточной части Западно-Сибирской низменности // Решения и труды Межведомственного совещания по доработке и уточнению унифицированных и корреляционных стратиграфических схем Западно-Сибирской низменности. – М.; Л.: Гостоптехиздат, 1961. – С. 213–216.
- Подобина В. М.* Новые сведения о сенонских комплексах фораминифер восточных районов Западно-Сибирской низменности // Геология и геофизика. – 1963. – № 1. – С. 40–49.
- Подобина В. М.* Фораминиферы верхнего мела Западно-Сибирской низменности. – М.: Наука, 1966. – 148 с.: 19 палеонт. табл.
- Подобина В. М.* Фораминиферы, биостратиграфия верхнего мела и палеогена Западной Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 2009. – 432 с.: 73 палеонт. табл.
- Подобина В. М.* Фораминиферы и биостратиграфия верхнего мела (коньяк–маастрихт) Западной Сибири. – Томск: Изд-во ТГУ, 2019. – 203 с.: 51 палеонт. табл.
- Подобина В. М., Ксенева Т. Г.* Пограничные фораминиферовые зоны сантонского и кампанского ярусов Западной Сибири // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: материалы одиннадцатого Всероссийского совещания / гл. ред. Е. Ю. Барабошкин. – Томск: Изд-во ТГУ, 2022. – С. 208–212.
- Практическое руководство по микрофауне СССР. Т. 5. Фораминиферы мезозоя. – Л.: Недра, 1991. – С. 170–198 (палеонт. табл. 71–97).
- Фораминиферы меловых и палеогеновых отложений Западно-Сибирской низменности / под ред. Н. Н. Субботиной. – Л.: Недра, 1964. – 456 с.: 66 табл.

ФОРАМИНИФЕРЫ И БИОСТРАТИГРАФИЯ ЗЕЛАНДИЯ (СРЕДНИЙ ПАЛЕОЦЕН) ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В. М. Подобина

Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, podobina@mail.tsu.ru

FORAMINIFERA AND ZELANDIAN (MIDDLE PALEOCENE) BIOSTRATIGRAPHY OF WESTERN SIBERIA

V. M. Podobina

National Research Tomsk State University, Tomsk, podobina@mail.tsu.ru

Аннотация. В статье приведены сведения по установлению среднепалеоценового зеландского яруса, которому соответствует фораминиферовая зона *Ammoscalaria friabilis*. Сравнение с комплексом фораминифер из стратотипа этого яруса (о. Зеландия) подтверждает зеландский возраст зоны с *Ammoscalaria friabilis* в центральном районе и соответствующих слоев с отличающимися комплексами фораминифер в окраинных районах. На юго-востоке совместно с бентосными видами встречены зеландские планктонные фораминиферы.

Ключевые слова. Западная Сибирь, фораминиферовая зона, средний палеоцен, зеландский ярус.

Abstract. In this paper the new data about putting of middle Paleocene Zelagian Stage have been brought. The Foraminiferal *Ammoscalaria friabilis* zone are corresponding to this Stage. The comparison West Siberian Foraminiferal zone with one from stratotype of Zelandian Stage (island Zelandia) have confirmed Zelandian age of the *Ammoscalaria friabilis* zone. On the South-East of the West Siberian province the planktonic species of Foraminifera have found together with bentic one.

Key words. Western Siberia, Foraminiferal zone, Middle Paleocene, Zelandian Stage.

Отложения большей части талицкой свиты Западной Сибири относятся к зеландию среднего палеоцена. Эти отложения повсеместно включают микрофауну-фораминиферы, реже радиолярии. Агглютинированные кварцево-кремнистые раковины фораминифер распространены преимущественно в центральном (Обь-Иртышское междуречье), восточном (восточнее меридиана с. Пудино) и, местами, южном палеобиогеографических районах.

Фораминиферы в этих районах объединены в комплекс с *Ammoscalaria friabilis*, возраст которого предполагается среднепалеоценовым–зеландским (рис. 1). По унифицированной региональной стратиграфической схеме по Западной Сибири (2001) возраст этого комплекса датируется датским, что противоречит известным сведениям, собранным автором. По этой схеме (2001) к зеландию верхнего палеоцена относится и вышележащий комплекс с *Cibicoides favorabilis* совместно со вторым видом-индексом *Glomospira gordialiformis* Podobina. Автором этот комплекс датируется танетским возрастом (позднепалеоценовый комплекс – верхи талицкой – низы серовской свит) (таблица; Подобина, 2020).

Слои со среднепалеоценовым комплексом *Ammoscalaria friabilis* выделены в одноименную зону зеландского возраста. В центральном районе в нижних и средних слоях зоны обнаружены секреторно-известковые фораминиферы широко распространенного западного комплекса с *Cibicoides proprius* (рис. 2; Подобина, 1975, 1994, 1998, 2009, 2020). Большинство видов из талицкой свиты известны в зеландском комплексе, установленном Ф. Бротценом (Brotzen, 1948) на юге Швеции и на о. Зеландия, где находится типовой разрез

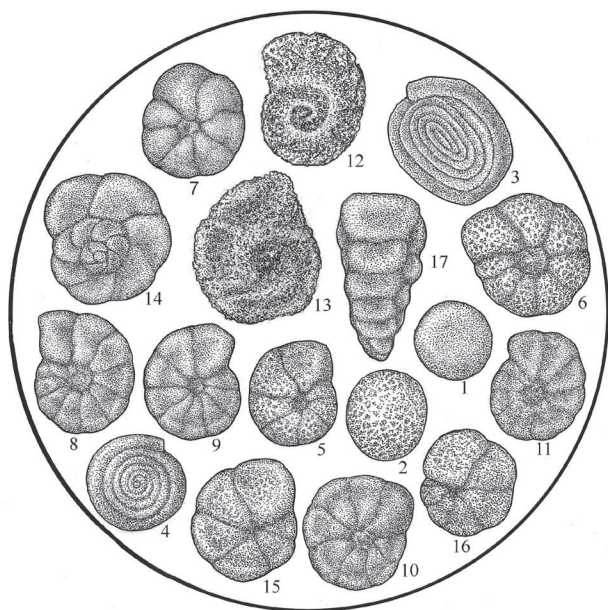


Рис. 1. Комплекс среднепалеоценовых фораминифер с *Ammoscalaria friabilis*. Западная Сибирь, бассейн меридионального течения р. Васюган (Западная партия), скв. 1, гл. 575,0 м; талицкий горизонт, средний палеоцен, зеландский ярус; ×40:

1, 2 – *Psammospaera laevigata* White; 3, 4 – *Ammodiscus glabratus* Cushman et Jarvis; 5, 6 – *Labrospira granulosa* (Lipman); 7–11 – *Asanospira grzybowski* (Mjatliuk); 12, 13 – *Ammoscalaria friabilis* (Ehremeva); 14–16 – *Trochammina pentacamerata* Lipman; 17 – *Verneuulinoides paleogenicus* (Lipman)

Палеоценовые фораминиферовые зоны и слои Западно-Сибирской провинции

Система	Отдел	Ярус	Свита	Зоны и слои бентосных фораминифер (Подобина, 2009, 2020)		
				Западный и центральный районы. Зоны	Восточный район. Слои	Юго-восточный район. Слои
Палеогеновая	Палеоцен	Танетский	С	Glomospira gordialiformis, Cibicoides favorabilis	Glomospira gordialiformis, Cibicoides favorabilis	Glomospira gordialiformis, Cyclammina coksuvorovaes
			Талицкая			
		Датский	Ганькинская	Brotzenella praeacuta	Bathysiphom nodosarieformis, Glomospira charoides	Не обнаружены

Примечание. С – серовская свита

зеландского яруса. Образцы из этого разреза переданы на исследование автору профессором МГУ Д. П. Найдиным.

В центральном районе автором наиболее детально талицкая свита (мощность до 60 м) изучена в разрезах скважин 1, 4, 5 бассейна меридионального течения р. Васюган (Западная партия). В разрезе скв. 1, принятом за типовой для зоны *Ammoscalaria friabilis*, на глубине 600,0 м обнаружен комплекс с *Ammoscalaria friabilis*, который ранее выделялся под названием *Ammoscalaria incultus friabilis*. Как показали монографические исследования автора (Подобина, 1975), позднемиоценовый вид *Ammoscalaria incultus* (Ehremeeva) отличается от палеоценового по некоторым морфологическим признакам. Поэтому автором в палеоценовых отложениях выделен самостоятельный вид-индекс *Ammoscalaria friabilis* (Ehremeeva). Комплекс фораминифер в типовом разрезе (скв. 1) показан на рис. 1. В Зауралье и центральном районе распространен зеландский комплекс с *Cibicidoides proprius* (рис. 2; Подобина, 1975, 1998, 2020).

В восточном районе (бассейн р. Тым) в сокращенной по мощности (до 10–15 м) талицкой свите автором установлен аналогичный комплекс агглютинированных мелкозернистых сахаристо-белого цвета фораминифер с *Cyclammina coksuvorovae* (рис. 3). В этом комплексе,

Рис. 2. Комплекс среднепалеоценовых фораминифер с *Cibicidoides proprius*. Западная Сибирь, бассейн меридионального течения р. Васюган (Западная партия), скв. 1, гл. 490,0 м; талицкий горизонт, средний палеоцен, зеландский ярус; ×40:

1 – *Hyperammina* cf. *elongata* Brady; 2, 3 – *Trochammina pentacamerata* Lipman; 4 – *Robulus discus* Brotzen; 5 – *Discorbinella limbata* (Brotzen); 6, 7 – *Donsissonia laxata* Podobina; 8 – *Gavelinella umbilicata* (Brotzen); 9 – *Eponides lunatus* Brotzen; 10–12 – *Cibicidoides proprius* Brotzen; 13 – *Nonionellina ovata* (Brotzen); 14 – *Subbotina varianta* (Subbotina); 15–18 – *Protoglobobulimina* aff. *ovata* (Orb.)

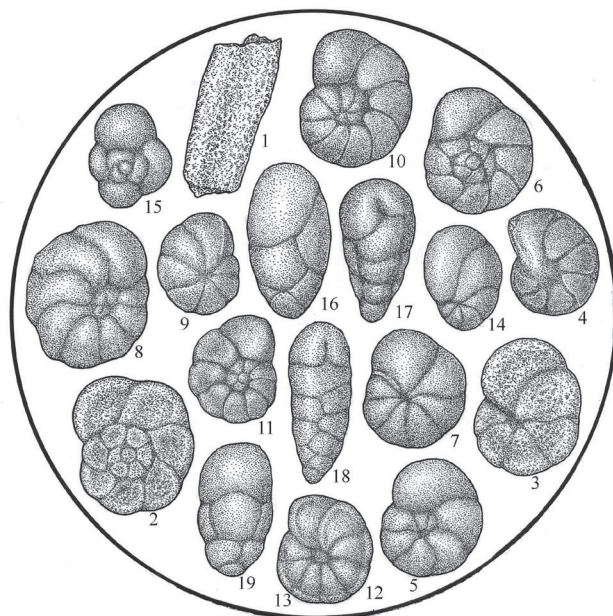
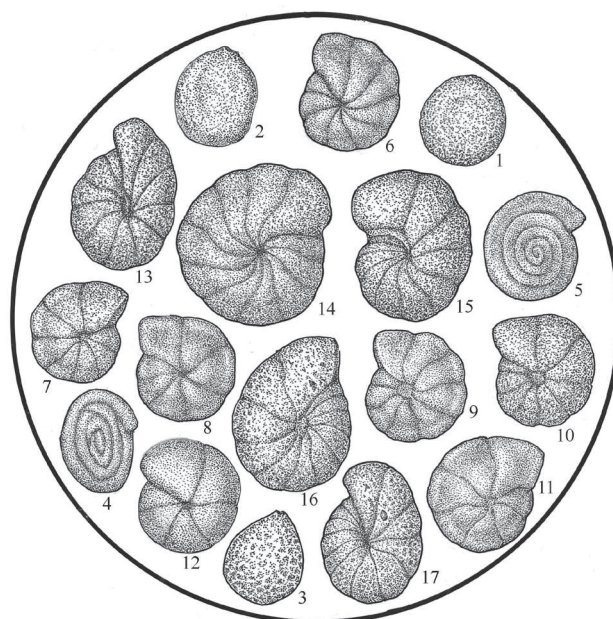


Рис. 3. Комплекс среднепалеоценовых фораминифер с *Cyclammina coksuvorovae*. Западная Сибирь, бассейн р. Тым (Пайдугинская партия), скв. 3, гл. 370,0 м; талицкий горизонт, средний палеоцен, зеландский ярус; ×40:

1 – *Psammospaera laevigata* White; 2 – *Saccammina complanata* (Franke); 3 – *S. sphaerica* M. Sars; 4 – *Glomospira gordialiformis* Podobina; 5 – *Ammodiscus glabratus* Cushman et Jarvis; 6–11 – *Asanospira grzybowski* (Mjatliuk); 12 – *Cribrostomoides paleogenicus* Podobina; 13–17 – *Cyclammina coksuvorovae* Uschakova



кроме особой род *Labrospira*, *Haplophragmoides*, *Asanospira*, *Cyclammina*, увеличено содержание сравнительно примитивных раковин родов *Hyperammina*, *Ammodiscus*, *Glomospira* и др. На юго-востоке Западной Сибири (окрестности Северска, Томский район) обнаружены совместно агглютинированные кварцево-кремнистые и секреторно-известковые раковины, включая планктонные формы. В этом районе в разрезе скв. Т-29 на глубине 233,0 м обнаружены виды *Cyclammina coksuvorovae* Uschakova, *Trochammina intacta* Podobina, *Gavelinella* cf. *lellingensis* Brotzen, *Cibicidoides proprius* Brotzen и др. Выше, на глубине 230,2 м, кроме указанных видов, обнаружены *Trochammina pentacamerata* Lipman, *Ceratobulimina tuberculata* Brotzen. В образцах на данных глубинах определены четыре вида планктонных фораминифер. Из них – *Acarinina spiralis* Bolli и *Morosovella angulata* (White), характерные для зеландской планктонной зоны фораминифер (Подобина, 2009, 2020).

Вышележащая зона верхнего палеоцена (верхи талицкой – низы серовской свит) *Glomospira gordialiformis*, *Cibicidoides favorabilis* ранее называлась только одним вторым видом-индексом и широко распространена в западном и частично центральном районах. Автором прибавлен первый вид-индекс, а в восточном районе установлены слои с *Glomospira gordialiformis*, *Cyclammina coksuvorovae*, входящие в состав указанной зоны. Возраст комплекса как танетский доказан совместными находками вида *Cibicidoides favorabilis* (Vassilenko) в разрезе горы Сарбай (Тургайский прогиб) с характерными танетскими планктонными фораминиферами. Автором проведено их сопоставление с таковыми из стратотипа танетского яруса о. Танет (Подобина, 1994), присланными Д. Карри (D. Curry) из Великобритании. В результате этих исследований установлены общие виды сравниваемых регионов, подтверждающие танетский возраст верхов талицкой, низов серовской свит и аналогичных по положению в разрезе слоев с *Glomospira gordialiformis*, *Cyclammina coksuvorovae*.

Литература

Унифицированная региональная стратиграфическая схема палеогеновых и неогеновых отложений Западно-Сибирской равнины: принята на Межвед. регион. стратигр. совещ. по доработке и уточнению региональных стратиграф. схем палеогеновых и неогеновых отложений Западно-Сибирской равнины 28.09.2000 г. : утв. МСК России 02.02.2001 г.

Подобина В. М. Фораминиферы верхнего мела и палеогена Западно-Сибирской низменности, их значение для стратиграфии. – Томск : Изд-во ТГУ, 1975. – 163 с. : 40 палеонт. табл.

Подобина В. М. Биостратиграфия и корреляция разнофациальных отложений палеоцена Западной Сибири и других провинций Северного полушария (по фораминиферам) // Вопросы геологии Сибири. – Томск : Изд-во ТГУ, 1994. – С. 37–46.

Подобина В. М. Фораминиферы и биостратиграфия палеогена Западной Сибири. – Томск : Изд-во НТЛ, 1998. – 338 с. : 62 палеонт. табл., 5 табл., 30 рис.

Подобина В. М. Фораминиферы, биостратиграфия верхнего мела и палеогена Западной Сибири. – Томск : Изд-во ТГУ, 2009. – 432 с. : 73 палеонт. табл.

Подобина В. М. Биостратиграфия и фораминиферы палеогена Западной Сибири. – Томск : Изд-во ТГУ, 2020. – 276 с. : 43 палеонт. табл.

Brotzen F. The Swedish Paleocene and its foraminiferal fauna // Arsbok Sver. Geol. Undersök. Ser. C. – 1948. – Vol. 42. – No. 493 (2). – 140 p. : 19 pls.

СТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ СПИРАЛЬНО-ВИНТОВЫХ ПЛАНКТОННЫХ ФОРАМИНИФЕР ПОЗДНЕГО МЕЛА ПЕРИТЕТИСА

П. А. Прошина

Геологический институт РАН, Москва, paproshina@gmail.com

STRATIGRAPHIC POTENTIAL OF BISERIAL AND TRISERIAL LATE CRETACEOUS PLANKTONIC FORAMINIFERA OF PERY-TETHIS

P. A. Proshina

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, paproshina@gmail.com

Аннотация. В статье приведено первое описание биостратонов (слоев с фауной и зон) по спирально-винтовым планктонным фораминиферам позднего мела Среднего Поволжья, Крыма и Кипра.

Ключевые слова. Верхний мел, Крым, Поволжье, Кипр, планктонные фораминиферы, Heterohellicidae.

Abstract. The article provides a brief description of Beds and Zones based on Late Cretaceous biserial and triserial planktonic foraminifera of the Middle Volga region, Crimea and Cyprus.

Key words. Upper Cretaceous, Crimea, Volga region, Cyprus, planktonic foraminifera, Heterohellicidae.

Массовые находки спирально-винтовых планктонных фораминифер широко известны в разнофациальных разрезах позднего мела Тетической области. Ревизия этой группы (Georgescu, Abramovich, 2008; Haynes et al., 2015 и др.) дала возможность выделять самостоятельные биостратиграфические подразделения (рис. 1; Georgescu, 2017; Gale et al., 2020). Выявление биостратонов в конкретных разрезах и региональных и межрегиональных коррелятивных уровней обеспечено комплексным подходом и работе «образец-в-образец» для разных видов анализа (био-, хемо-, магнитостратиграфические методы).

Система Отдел Ярус	Подъярус	Зоны по планктонным фораминиферам			Слои со спирально-винтовыми планктонными фораминиферами, настоящая работа	
		Gale et al., 2020	Nederbragt, 1990, с дополнениями из Robaszynski, Caron, 1995	Georgescu, 2017		
Меловая Верхний	Маастрихтский	68.0	Plummerita hantkeninoides	Pseudoguembelina hariaensis	Ventilabrella hariaensis	Pseudoguembelina hariaensis
		m ₂	Pseudoguembelina hariaensis	Racemiguembelina fructicosa	Abatomphalus mayaroensis	Guembelitra cretacea
			Abatomphalus mayaroensis	Planoglobulina acervulinoides	Gublerina cuvillieri	
			Racemiguembelina fructicosa		Bucherina gansseri	Laeviheterohelix glabrans
		m ₁	Pseudoguembelina palpebra			
	Кампанский	72.2	Gansserina gansseri	Pseudoguembelina exolata	Praeglobotruncana havanensis	Hendersonites carinatus
			Globotruncana aegyptiaca	Pseudotextularia elegans	Heterohelix rajagopalani	
			Globotruncanella havanensis		Radotruncana calcarata	
		km ₂	Radotruncana calcarata	Pseudoguembelina costulata	Globotruncana ventricosa	
			Contusotruncana plummerae	Pseudoguembelina costulifera	Heterohelix reussi	?
	Сантафецкий	83.6	Globotruncanita elevata	Ventilabrella eggeri	Ventilabrella alpina	
				Sigalia deflaensis	Sigalia proliferans	
		st ₂	Dicarinella asymetrica	S. decoratissima decoratissima		
		st ₁		S. decoratissima carpatica	Sigalia carpatica	Sigalia carpatica
		Коньякский	k ₂	Dicarinella concavata	Pseudotextularia nuttalli	Concavatotruncana asymetrica
k ₁				Concavatotruncana repanda		
			Heterohelix globulosa	Concavatotruncana concavata	Pseudoguembelina huberi	
t ₃	Marginotruncana schneegansi			Pseudoguembelina huberi		
t ₂				Globotruncana cachensis		
Туронский	89.4			Hedbergella hoelzli		
	t ₁	Helvetoglobotruncana helvetica		Bucherina helvetica		
		Whitenella archaocretacea		Globotruncanita carpathica		
	93.9			Praeglobotruncana turbinata		
				Heterohelix mihaii		
Сеноманский	s ₃	Rotalipora cushmani		Rotalipora cushmani		
	s ₂	Thalmaninella reicheli				
	s ₁	Thalmaninella globotruncanoides	Heterohelix moremani	Rotalipora micheli		
100.5						

Рис. 1. Стратиграфические схемы Тетического региона по планктонным фораминиферам

Зеленым цветом показаны стратоны, выделенные по спирально-винтовым планктонным фораминиферам. Абсолютные датировки ярусных подразделений по (Gale et al., 2020)

Ниже приведено описание выделенных и выявленных автором биостратонов в позднем мелу Среднего Поволжья, Крыма и Кипра.

Слой с *Pseudoguembelina huberi* впервые выделены автором по появлению вида-индекса в пачке 4 разреза Каменный Брод (Среднее Поволжье), которая сложена светлыми неясно-слоистыми мергелями вольской свиты (Pervushov et al., 2019). Мощность – 15 м. Совместно с видом-индексом встречены массовые *Planoheterohelix paraglobulosa* (Georgescu et Huber), *Pl. reussi* (Cushman), *Pl. papula* (Belford), *H. directa* Aliyulla и *Archaeoglobigerina cretacea* (d'Orbigny), *A. bosquensis* Pessagno, *A. blowi* Pessagno. Преобладание спирально-винтовых раковин над трохойдными достигает 70–80%. На материалах глубоководного бурения (Северная Атлантика, Тихий и Индийский океаны) по распространению вида-индекса была установлена позднетуронская биозона *Psg. huberi* (Georgescu, 2017). В Среднем Поволжье слоям с *Psg. huberi* соответствует нижнеконьякская зона LC6a по бентосным фораминиферам схемы для ВЕП (Беньямовский, 2008; Pervushov et al., 2019). Возраст слоев принимается как позднетуронский–раннеконьякский(?).

Слой с *Sigalia carpatica* (автор О. А. Корчагин, 2012) установлены в разрезе Ак-Кая (Центральный Крым) по появлению вида-индекса (Корчагин и др., 2012); прослежены в разрезе Полюс (Юго-Западный Крым). Сложены белыми плотными известняками с редкими стяжениями опоквидных кремней кудринской свиты. Мощность – 15 м. Встречены *Heterohelix reussi*, *Globigerinelloides algerianus* Cushman et Ten Dam (= *Laeviella turensis* (Brönnimann) *Globotruncana cachensis* Douglas, *G. linneiana* (d'Orbigny), *Marginotruncana pseudolinneiana* Pessagno, *Sigalia carpatica* Salaj et Samuel, *Marginotruncana austinensis* Gandolfi, *M. globigerinoides* (Marie), *M. marginata* (Reuss), *Whiteinella baltica* Douglas et Rankin, *Sigalia decoratissima* (De Klasz) (Корчагин и др., 2012). В стратиграфической схеме для Тетической области по планктонным фораминиферам в терминальной части коньяка–сантона выделена одноименная зона (рис. 1; Robaszynski, Caron, 1995; Georgescu, 2017). В разрезе Полюс слоям с *S. carpatica* (Гужикова и др., 2021) соответствуют слои с бентосными фораминиферами *Stensioeina perfecta*. Возраст слоев с *S. carpatica* – поздний коньяк – поздний сантон (Корчагин, 2012).

Слой с *Hendersonites carinatus* впервые выделены автором в разрезах Сарам, Агиос Димитрианос, Каннавиу, Вреция и Армоу (Юго-Западный Кипр) по появлению вида-индекса (Proshina et al., 2023). Сложены бентонитовыми глинами, кремнистыми аргиллитами и вулканомиктовыми песчаниками формации Каннавиу. Мощность достигает 150 м. В состав комплекса входят *Hendersonites carinatus* (Cushman) (рис. 2, фиг. 3А, В), *Laeviheterohelix pulchra* (Brotzen), *Lv. glabrans* (Cushman), *Praegublerina pseudotessera* (Cushman), *Pseudoguembelina praecostulata*, *Psg. costulata* (Cushman), *Psg. leptobimodalis* (Georgescu), *Psg. costellifera* Masters, *Pseudotextularia nuttalli* (Voorwijk), *Ventilabrella glabrata*, *V. eggeri* Cushman, *Planoheterohelix striata* (Ehrenberg), *Pl. planata* (Cushman), *Pl. globulosa* (Ehrenberg), *Laeviella turensis* (Brönnimann), *Planohedbergella aspera* (Ehrenberg), *Globotruncanita stuartiformis* (Dalbiez), *Globotruncana arca* (Cushman), *Gt. linneiana*, *Gt. hilli* Pessagno, *Gt. mariei* Banner et Blow, *Gt. rosetta* (Carsey), *Gt. ventricosa* (White), *Gt. cf. aegyptiaca* Nakkady, *Globotruncanella havanensis* (Voorwijk), ?*Gt. minuta* Caron et Gonzalez Donoso, *Contusotruncana fornicata* (Plummer), *C. plummerae* (Gandolfi). Распространение вида-индекса *Hendersonites carinatus* хорошо изучено в пределах низких палеоширот Тетической области (Тихий океан, Италия, Танзания; Petrizzo et al., 2011). Присутствие в основании слоев вида-индекса *Contusotruncana plummerae* из стратиграфической схемы для Тетической области по планктонным фораминиферам (Gale et al., 2020) позволяет сопоставить слои с основанием зоны *C. plummerae* и ограничить возраст слоев средним–поздним кампаном.

Слой с *Laeviheterohelix glabrans* впервые установлены автором по появлению и постоянному присутствию вида-индекса в пачках XIXa–XXI разреза Бешкош; прослежены в разрезе Чахмахлы (Юго-Западный Крым; Прошина, Рябов, 2023). Характерными таксонами являются *Lv. dentata* (Stenestad) и *Hartella harti* Georgescu et Abramovich. В нижней части слоев (пачки XIXa–XXa) резко преобладают *Planoheterohelix globulosa*, *Pl. planata* и *Praegublerina pseudotessera*, им сопутствуют *A. blowi*, *A. cretacea*, *R. rugosa* (Plummer) и *R. hexacamerata*

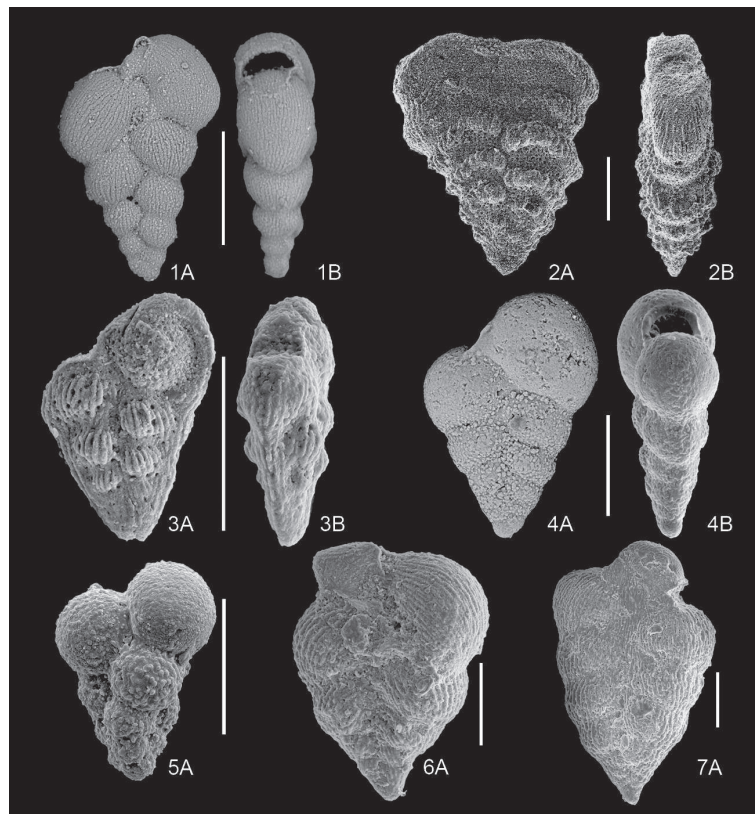


Рис. 2. Стратиграфически значимые виды спирально-винтовых планктонных фораминифер из разрезов Среднего Поволжья, Крыма и Кипра:

А – вид сбоку, В – вид со стороны периферического края. Длина масштабной линейки – 100 мкм.

1 – *Pseudoguembelina huberi* (Georgescu, 2007), экз. № 260/ВК-1-71 (Pervushov et al., 2019, p. 828, Pl. VI, Fig. 12); 2 – *Sigalia carpathica* Salaj et Samuel, 1963, обр. 09-6-3 (Корчагин и др., 2012, с. 88, табл. I, фиг. 1a-1b); 3 – *Hendersonites carinatus* (Cushman, 1938), обр. 19-15-6, экз. № 4921/15-6-106 (Proshina et al., 2023, Pl. I, Fig. 6a-6b); 4 – *Laeviheterohelix glabrans* (Cushman, 1938), обр. 3110-13, экз. № 3110-13-108 (Прошина, Рябов, 2023, табл. IV, фиг. 8); 5 – *Guembelitra cretacea* Cushman, 1933, обр. 3136-47, экз. № 3136-47-49 (Прошина, Рябов, 2023, табл. IV, фиг. 12); 6 – *Pseudoguembelina palpebra* Bronnimann et Brown, 1953, обр. 33, экз. № 33-76; 7 – *Pseudoguembelina hariaensis* Nederbragt, 1991, обр. 33, экз. № 33-75

Brönnimann и редкие *Pseudotextularia nuttalli*, *H. sphaeralis* Georgescu, *Ps. elegans* (Rzehak), *Laeviheterohelix pulchra*, *Globotruncanella petaloidea* (Gandolfi), *Gl. havanensis*, *G. arca* и *G. linneiana*. В верхней части слоев (пачки XXa–XXI) численность раковин существенно снижается и состав комплекса резко сокращается, исчезают *Pr. pseudotessera*, *Ps. nuttalli*, *H. sphaeralis*. Ранее в этом интервале разреза были выявлены глоботрунканы: в терминальной части пачки XIX – *Globotruncana linneiana*, в интервале пачек XIX–XXb – *Rugoglobigerina kelleri* (Subbotina), а в пачках XIX–XXII – *R. rugosa*, *Archaeoglobigerina blowi*, *Globotruncana bulloides* Vogler, *G. arca* (Cushman), *G. ventricosa*, *Globotruncanita stuarti* (de Lapparent), *Abathomphalus intermedius* (Bolli) (Alekseev, Кораевич, 1997). Вид-индекс *Lv. glabrans* известен из позднего кампана – маастрихта (вторая половина зоны *Gansserina gansseri* – *Pseudoguembelina hariaensis*) (Georgescu, Abramovich, 2009). Слои с *Lv. glabrans* могут быть сопоставлены со слоями с *Rugoglobigerina* схемы ВЕП (Вишневская и др., 2018) по обильному содержанию в этом интервале раковин ругоглобигерин; с верхней частью зоны *S. plummerae* – зоной *Rugoglobigerina pennyi* Прикарпатья (Peryt et al., 2022) по присутствию видов *R. rugosa* и *R. hexacamerata*, характерных для этих зон, а также *G. arca* и *G. linneiana* по эпиболи представителей рода *Planoheterohelix* Georgescu et Huber (Peryt, Dubicka, 2022). Возраст слоев принимается как конец позднего кампана – ранний маастрихт.

Зона *Guembelitra cretacea* (автор D. Peryt, 2022) выявлена по первому появлению вида-индекса в интервале пачек XXII–XXIII разреза Бешкош и в XXI–XXIII разреза Чахмахлы

(Юго-Западный Крым); прослежена в известковистых глинах пачек I–III разреза Гора Клементьева (Восточный Крым). Стратотип зоны установлен в Прикарпатье (Peryt et al., 2022), нами встречен общий со стратотипом вид *Pl. globulosa*. В разрезе Бешкош в пачке XXII установлено появление вида *Globotruncana mariei* Banner et Blow (Aleksseev, Kopaevich, 1997). В стратотипе зона *G. cretacea* коррелируется с нижней частью зоны *Abathomphalus mayaroensis* – *Plummerita hantkeninoides* (поздний маастрихт). Нижняя граница зоны *G. cretacea* в Юго-Западном Крыму соответствует середине зоны по бентосным фораминиферам LC22 (начало позднего маастрихта; Прошина, Рябов, в печати).

Необходимо отметить, что пачки XXII и особенно XXIII в Юго-Западном Крыму представлены крайне мелководными отложениями, что ограничивает в этом интервале разнообразие и численность (вплоть до полного отсутствия) планктонных фораминифер. Виды-индексы зон терминального маастрихта, в том числе *Pseudoguembelina hariaensis* Nederbragt, обнаружить не удалось.

Слои с *Pseudoguembelina hariaensis* впервые установлены автором в известковистых глинах пачки III разреза Гора Клементьева (Восточный Крым) по первому появлению вида-индекса. Встречены *Guembelitra cretacea* Cushman, *Planoheterohelix globulosa*, *Pl. planata*, *Lv. glabrans*, *Hartella harti*, *Pseudoguembelina palpebra* Bronnimann et Brown, *Ps. praehariaensis* Tur et Huber, *Pseudotextularia elegans*, *V. eggeri*, *Racemiguembelina fructicosa* (Egger), *Abathomphalus mayaroensis* (Bolli), *Globotruncanella petaloidea*, *Gl. minuta*, *Archaeoglobigerina* spp., *Globotruncana* spp., *Rugotruncana* spp. В стратиграфической схеме для Тетической области по планктонным фораминиферам одноименная интервал-зона *Ps. hariaensis* соотнесена со второй половиной позднего маастрихта (рис. 1). В. А. Мусатовым (НВНИИГТ) в последней части мелового разреза Гора Клементьева (Восточный Крым) установлена зона по нанопланктону CC26b (терминальный маастрихт), что хорошо согласуется с известным распространением вида-индекса *Ps. hariaensis* (Huber et al., 2021). Возраст слоев с *Ps. hariaensis* – вторая половина позднего маастрихта.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-27-00556, <https://rscf.ru/project/22-27-00556/>.

Литература

Барабошкин Е. Ю., Гужиков А. Ю., Александрова Г. Н. и др. Новые седиментологические, магнитостратиграфические и биостратиграфические данные по разрезу кампана–маастрихта горы Бешкош, Юго-Западный Крым // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2020. – Т. 28. – № 6. – С. 125–170.

Беньямовский В. Н. Схема инфразонального расчленения верхнего мела Восточно-Европейской провинции по бентосным фораминиферам. Ст. 1. Сенومان–коньяк // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2008. – Т. 16. – № 3. – С. 36–46.

Вишневецкая В. С., Копеевич Л. Ф., Беньямовский В. Н., Овечкина М. Н. Корреляция верхнемеловых зональных схем Восточно-Европейской платформы по фораминиферам, радиоляриям и нанопланктону // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. – 2018. – № 1. – С. 26–35.

Гужикова А. А., Гужиков А. Ю., Рябов И. П. Палеомагнитные данные по верхнему мелу Горного Крыма: аргументы в пользу существования длительной эпохи аномального режима геомагнитного поля в туронессантоне // Геологические науки – 2021: Материалы Всероссийской научно-практической конференции (Саратов, 2–3 декабря 2021 г.). – Саратов : Изд-во «Техно-Декор», 2021. – С. 66–69.

Корчагин О. А., Брагина Л. Г., Брагин Н. Ю. Планктонные фораминиферы и радиолярии сантонских отложений горы Ак-Кая, Горный Крым, Украина // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2012. – Т. 20. – № 1. – С. 1–25.

Прошина П. А., Рябов И. П. Биостратиграфия верхнего кампана–маастрихта разреза Бешкош (юго-западный Крым) по фораминиферам // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2023. – Т. 31. – № 6. – [в печати].

Aleksseev A. S., Kopaevich L. F. Foraminiferal biostratigraphy of the uppermost Campanian–Maastrichtian in SW Crimea Bakhchisaray and Chakhmakhly sections // Bulletin de l'Institut Royal des Sciences Naturelles de Belgique Sciences de la Terre. – 1997. – Vol. 67. – Pp. 103–118.

Gale A. S., Mutterlose J., Batenburg S. et al. Chap. 27. The Cretaceous Period / eds. F. M. Gradstein, J. G. Ogg, M. D. Schmitz, G. M. Ogg // Geologic Time Scale. – Elsevier, 2020. – Pp. 1023–1086.

Georgescu M. D. Upper Cretaceous planktic foraminiferal biostratigraphy // Studia UBB Geologia. – 2017. – Vol. 61. – No. 1, 2. – Pp. 5–20.

Georgescu M. D., Abramovich S. Taxonomic revision and phylogenetic classification of the Late Cretaceous (Upper Santonian–Maastrichtian) serial planktonic foraminifera (Family Heterohelicidae Cushman, 1927) with peripheral test wall flexure // Revista Española de Micropaleontología. – 2008. – Vol. 40. – No. 1, 2. – Pp. 97–114.

Georgescu M. D., Abramovich S. A new Late Cretaceous (Maastrichtian) serial planktic foraminifer (Family Heterohelicidae) with early planispiral coil and revision of Spiroplecta Ehrenberg, 1844 // Geobios. – 2009. – Vol. 42. – Iss. 6. – Pp. 687–698.

Haynes S. J., Huber B. T., Macleod K. G. Evolution and phylogeny of Mid-Cretaceous (Albian–Coniacian) biserial planktic foraminifera // Journal of Foram. Res. – 2015. – Vol. 45. – No. 1. – Pp. 42–81.

Huber B., Tur N., Self-Trial J., MacLeod K. Calcareous plankton biostratigraphic fidelity and species richness during the last 10 m. y. of the Cretaceous at Blake Plateau, subtropical North Atlantic // Cretaceous Res. – 2022. – Vol. 131. – Pp. 1–42.

Peryt D., Dubicka Z., Wierny W. Planktonic foraminiferal biostratigraphy of the Upper Cretaceous of the Central European Basin // Geosciences. – 2022. – Vol. 12. – No. 1. – Pp. 1–24.

Pervushov E. M., Ryabov I. P., Guzhikov A. Yu. et al. Turonian–Coniacian Deposits of the Kamennyi Brod-1 Section (Southern Ulyanovsk–Saratov Trough) // Stratigraphy and Geological Correlation. – 2019. – Vol. 27. – No. 7. – Pp. 783–818.

Petrizzo M. R., Falzoni F., Premoli Silva I. Identification of the base of the lower-to-middle Campanian Globotruncana ventricosa Zone: Comments on reliability and global correlations // Cretaceous Res. – 2011. – Vol. 32. – Pp. 387–405.

Proshina P., Bragina L., Bragin N. et al. Campanian Planktonic Foraminifera and Radiolaria from the Kannaviou Formation, Southwest Cyprus // Strat. Geol. Corr. – 2023. – Vol. 31. – No. 5. – [in press].

Robaszynski F., Caron M. Foraminifères planctonique du Crétacé: commentaire de la zonation Europe Méditerranée // Bulletin de la Société géologique de France. – 1995. – Vol. 166. – Pp. 681–698.

**О СИСТЕМАТИЧЕСКОМ ПОЛОЖЕНИИ ВИДА
PSEUDOFUSULINA(?) RECONDITA GROZDILOVA ET LEBEDEVA, 1961
(ФОРАМИНИФЕРЫ)**

С. Т. Ремизова

Российский государственный педагогический университет им. А. И. Герцена,
Санкт-Петербург, stremizova@yandex.ru

**ON THE SYSTEMATIC POSITION OF THE SPECIES
PSEUDOFUSULINA(?) RECONDITA GROZDILOVA ET LEBEDEVA, 1961
(FORAMINIFERA)**

S. T. Remizova

Herzen State Pedagogical University, St. Petersburg, stremizova@yandex.ru

Аннотация. В статье обсуждается систематическое положение сакмарского вида фораминифер *Pseudofusulina(?) recondita* Grozdilova et Lebedeva, 1961. На основании детального видового описания доказывается его принадлежность к роду *Eoparafusulina* Coogan, 1960.

Ключевые слова. Сакмарские отложения, фораминиферы, систематическое положение.

Abstract. The article discusses the systematic position of the Sakmarian species of foraminifera *Pseudofusulina(?) recondita* Grozdilova et Lebedeva, 1961. Based on a detailed species description, it's belonging to the genus *Eoparafusulina* Coogan, 1960 is proved.

Key words. Sakmarian, foraminifera, generic affiliation.

Вид *Pseudofusulina(?) recondita* Grozdilova et Lebedeva, 1961 впервые был описан из отложений тастубского горизонта сакмарского яруса Северного Тимана, где он встречается в массовом количестве экземпляров (Гроздилова, Лебедева, 1961). Авторы вида указывали на условность отнесения его к роду *Pseudofusulina* Dunbar et Skinner, 1931, с которым его сближает характер складчатости септ и присутствие аксиальных уплотнений. Однако наличие хомат, не характерных для рода *Pseudofusulina*, не позволяет однозначно определить родовую принадлежность вида. По мнению Л. П. Гроздиловой и Н. С. Лебедевой, описанный ими вид занимает промежуточное положение между родами *Pseudofusulina* Dunbar et Skinner, 1931 и *Triticites* Girty, 1904 (Гроздилова, Лебедева, 1961).

Позднее вид «*recondite*» стал рассматриваться в составе рода *Eoparafusulina* Coogan, 1960 (Leven, 1993; Remizova, 1997; Ремизова, 2004). В указанных работах не было дано подробного описания вида, однако отмечено, что у представителей вида развиты куникули (дополнительные септальные отверстия для сообщения камер). Этот признак отличает их от обоих родов – *Pseudofusulina* Dunbar et Skinner, 1931 и *Triticites* Girty, 1904.

В 2007 г. был описан новый род *Timanites* Davydov et Arefifard, 2007 (Davydov, Arefifard, 2007). Авторы рода включили в его состав виды своеобразной группы мелких тритицитесов, описанные ранее из тастубских отложений Северного Тимана (Гроздилова, Лебедева, 1961). По массовому скоплению этой группы тритицитесов С. Т. Ремизова выделяла в местной стратиграфической шкале Северного Тимана «слои с мелкими *Triticites*» в нижней части илибейского горизонта сакмарского яруса (Remizova, 1997).

Вид *Pseudofusulina(?) recondita* Grozdilova et Lebedeva, 1961 также был включен В. И. Давыдовым и С. Арефифардом в состав рода *Timanites* Davydov et Arefifard, 2007. Во всемирную базу данных по фораминиферам (World Foraminifera Database) вид вошел с названием, согласно правилам латинской грамматики, как *Timanites reconditus* (Grozdilova et Lebedeva, 1961) (Hayward, Le Coze, Vachard, Gross, 2023).

С нашей точки зрения, рассматривать вид *Pseudofusulina(?) recondita* Grozdilova et Lebedeva, 1961 в составе рода *Timanites* Davydov et Arefifard, 2007 некорректно. Ниже приведено уточненное и дополненное описание вида для обоснования его принадлежности к роду *Eoparafusulina* Coogan, 1960.

Класс FORAMINIFERA D'Orbigny, 1826

Надотряд FUSULINOIDA Fursenko, 1958

Отряд SCHWAGERINIDA Dunbar et Henbest, 1930

Семейство PSEUDOFUSULINIDAE Dutkevich, 1934, emend. A. Miklukho-Maclay, 1959

Подсемейство MONODIEXODININAE Kanmera, Ishii et Toriyama, 1976

Род *Eoparafusulina* Coogan, 1960

Eoparafusulina recondita (Grozdilova et Lebedeva, 1961)

Рисунок, фиг. 1–8

Pseudofusulina(?) recondita: Гроздилова, Лебедева, 1961, с. 196–197, табл. VI, фиг. 5, 6.

Eoparafusulina recondita: Leven, 1993, pp. 178–179, pl. 11, fig. 1, 4, 5, 7, 8.

Eoparafusulina recondita: Remizova, 1997, p. 331.

Timanites recondita: Davydov, Arefifard, 2007, p. 17.

Timanites reconditus: Hayward, Le Coze, Vachard, Gross, 2023, <https://www.marinespecies.org/foraminifera> on 2023-05-01.

Описание. Форма раковины от веретеновидной с уплощенной срединной областью до цилиндрической со слабо приостренными осевыми концами. Осевые концы иногда слегка скручены. Вытягивание раковины наблюдается со второго оборота. Первый оборот обычно овоидный, реже сферический. Число оборотов $4\frac{1}{2}$ – 5, редко $3\frac{1}{2}$ или 4. Длина раковины (L) 3,4–5,2 мм с отклонениями до 3,1 и 6,1 мм. Диаметр раковины (D) 0,8–1,1 мм, у одного экземпляра 1,4 мм. Отношение длины к диаметру (L : D) изменяется от 3,2 до 4,8. Начальная камера обычно крупная, шарообразная, с диаметром от 0,10 до 0,17 мм.

Стенка тонкая, в первом обороте обычно однослойная недифференцированная, в последующих оборотах двухслойная, состоящая из тектума и тонко-альвеолярной кериотеки. Толщина стенки в последнем обороте достигает 0,034–0,051 мм.

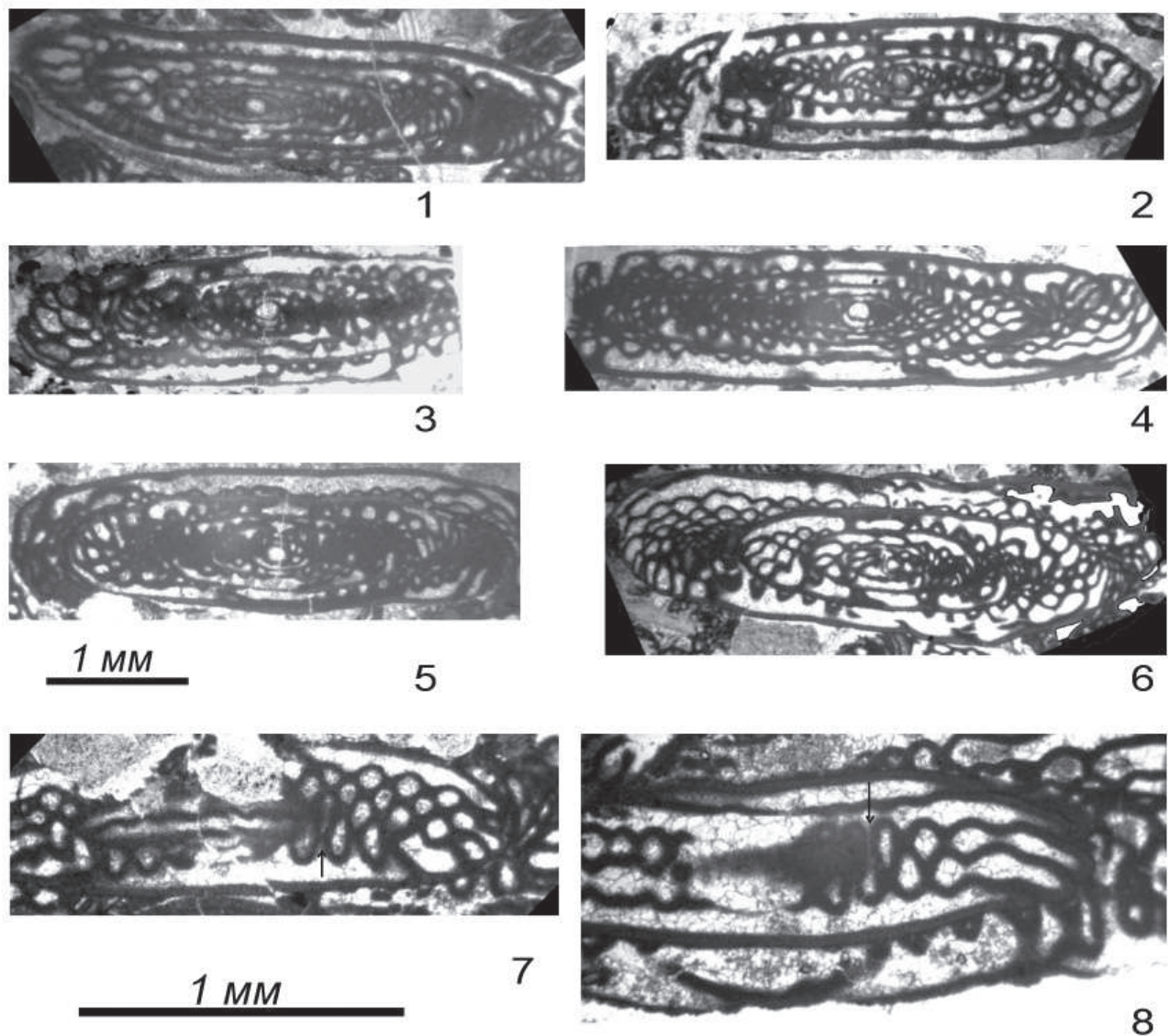
Складчатость септ неравномерная, захватывает только их нижнюю часть. Арочки обычно округлые, реже трапециевидные или треугольные, часто обособленные. В осевой зоне образуются средне- и крупноячеистые сплетения. В парааксиальных сечениях наблюдаются куникули. В разной степени развиты прерывистые аксиальные уплотнения. На начальной камере и в первом обороте имеются маленькие бугорковидные хоматы.

Изменчивость. Вид обладает внутривидовой изменчивостью, которая проявляется в характере складчатости септ от неправильной до сравнительно правильной неглубокой;

в степени развития осевых уплотнений – от слабых до значительных, вдоль оси раковины; в форме осевых концов раковины от закругленных до слегка приостренных.

Возраст и географическое распространение. Первоначально вид *Eoparafusulina recondita* (Grozdilova et Lebedeva, 1961) был установлен в тастубских отложениях сакмарского яруса на Северном Тимане и долгое время считался эндемичным для этого региона (Гроздилова, Лебедева, 1961). Позже Э. Я. Левен указал на присутствие этого вида в сакмарских отложениях Центрального Памира (Leven, 1993). Недавно, при изучении пермских отложений на западе Таиланда, мы обнаружили *E. recondita* в отложениях Сай Йок формации (Sai Yok Formation) в разрезе Бан Пху Плу (Ban Phu Plu). Есть основания говорить о биполярном распространении вида *Eoparafusulina recondita* (Grozdilova et Lebedeva, 1961).

Замечания. Нам довелось изучить вид *E. recondita* в типовой местности на Северном Тимане наряду с фораминиферами, включенными в настоящее время в состав рода *Timanites*



Фиг. 1–8 – *Eoparafusulina recondita* (Grozdilova et Lebedeva, 1961):

1 – обр. 20-02, скошенное сечение; обн. Ban Phu Plu, Sai Yok Formation, Таиланд; 2 – обр. 20-03, аксиальное сечение; обн. Ban Phu Plu, Sai Yok Formation, Таиланд; 3 – обр. 59-2-3, аксиальное сечение; илибейский горизонт, р. Белая, Северный Тиман; 4 – обр. 60-2-3, аксиальное сечение; илибейский горизонт, р. Белая, Северный Тиман; 5 – обр. 60-2-9, аксиальное сечение; илибейский горизонт, р. Белая, Северный Тиман; 6 – обр. B20-165a-1, аксиальное сечение; илибейский горизонт, р. Волонга, Северный Тиман; 7 – обр. B20-165a-1, парааксиальное сечение; илибейский горизонт, р. Волонга, Северный Тиман (стрелкой показаны куникули); 8 – обр. 60-2-9, парааксиальное сечение; илибейский горизонт, р. Белая, Северный Тиман (стрелкой показаны куникули)

Davydov et Arefifard, 2007. Вид *Eoparafusulina recondita* (Grozdilova et Lebedeva, 1961) не может рассматриваться в составе рода *Timanites*, как это предлагается в последнее время (Davydov, Arefifard, 2007; Hayward et al., 2023) по следующим его характерным признакам: 1) *E. recondita* имеет более интенсивную складчатость септ по сравнению с представителями рода *Timanites*; 2) вдоль оси раковины *E. recondita* развиты осевые уплотнения, чего нет у рода *Timanites*; 3) присутствие куникул отличает вид *E. recondita* от всех представителей рода *Timanites*.

Литература

Гроздилова Л. П., Лебедева Н. С. Нижнепермские фораминиферы Северного Тимана // Микрофауна СССР. Сб. XIII. – Л. : Гостоптехиздат, 1961. – С. 161–330. (Тр. ВНИГРИ. Вып. 179).

Ремизова С. Т. Фузулиноиды Тимана: эволюция, биостратиграфия и палеобиогеография. – Екатеринбург, 2004. – 217 с.

Davydov V. I., Arefifard S. Permian fusulinid fauna of Peri-Gondwanan affinity from the Kalmard Region, East-central Iran and its significance for tectonics and paleogeography // Palaeontologia Electronica. – 2007. – Vol. 10. – URL: https://palaeo-electronica.org/2007_2/00124/index.html

Hayward B. W., Le Coze F., Vachard D., Gross O. World Foraminifera Database. – 2023. – URL: <https://www.marinespecies.org/foraminifera> on 2023-05-01. – DOI: 10.14284/305

Leven E. Early Permian Fusulinids from the Central Pamir // Revista Italiana di Paleontologia e Stratigrafia. – 1993. – Vol. 99. – No. 2. – Pp. 151–198.

Remizova S. T. Fusulinids and stratigraphy of the Sakmarian stage in the Northern Timan // Proceedings of the XIII International Congress on the Carboniferous and Permian. Pt 1. – Warszawa, 1997. – Pp. 329–339.

GAVELINELLA SAHLSTROEMI (BROTZEN, 1948) (FORAMINIFERA). ВЕРХНИЙ МААСТРИХТ ЮГО-ЗАПАДА ГОРНОГО КРЫМА

И. П. Рябов

Saratovskiy gosudarstvennyy universitet, Saratov, ryaboff.il@yandex.ru

GAVELINELLA SAHLSTROEMI (BROTZEN, 1948) (FORAMINIFERA). UPPER MAASTRICHTIAN OF THE SOUT-WEST CRIMEAN MOUNTAINS

I. P. Ryabov

Saratov State University, Saratov, ryaboff.il@yandex.ru

Аннотация. Изучение комплексов бентосных фораминифер Юго-Западного Крыма позволяет выделять детальные подразделения в ранге слоев с фауной и зон. В комплексе с другими методами это дает возможность производить корреляцию разрезов верхнемеловых отложений. Вид *Gavelinella sahlstroemi* (Brotzen, 1948) установлен в ключевых разрезах Юго-Западного Крыма и благодаря постоянному присутствию и хорошо узнаваемой морфологии раковины предложен в качестве вида-индекса слоев с *Gavelinella sahlstroemi* (верхний маастрихт).

Ключевые слова. Бентосные фораминиферы, маастрихт, верхний мел, Крым.

Abstract. Benthic foraminifera of South-West Crimea studying are make it possible for distinguished the detail units as beds with fauna or zones. Combined with other methods it allows for correlating of deposits. Species *Gavelinella sahlstroemi* (Brotzen, 1948) found from the key sections of the South-West Crimea and as it constant occurrence and well recognizable test's morphology has been proposed as index species of the Beds with *Gavelinella sahlstroemi* (upper Maastrichtian).

Key words. Benthic foraminifera, Maastrichtian, Upper Cretaceous, Crimea.

Изучение сообществ фораминифер верхнемеловых отложений Горного Крыма ведется давно. Наиболее известные работы посвящены изучению планктонных фораминифер (ПФ), на основе которых создана и продолжает совершенствоваться зональная схема (Маслакова, 1959, 1978; Vishnevskaya, Кораевич, 2018, 2020). Неоднократно в публикациях по маастрихтским отложениям Горного Крыма давалась характеристика комплексов бентосных фораминифер (БФ) (Alekseev, Кораевич, 1997; Кораевич и др., 2007; Яковишина и др., 2022), в том числе при характеристике свит (Иванік и др., 2013). При выделении подразделений по БФ применяются схемы, составленные для соседних регионов, как правило, это схема расчленения

верхнего мела востока Европейской палеобиогеографической области (Беньямовский, 2008; Вишневецкая и др., 2018), что указывает на некоторое сходство видового состава сообществ БФ Крыма и Восточно-Европейской провинции (ВЕП).

Новые данные, полученные по результатам изучения комплексов БФ разрезов Бешкош (Прошина, Рябов, в печати) и Чахмаклы (Барабошкин и др., 2023), позволили расширить представления о видовом разнообразии сообществ БФ маастрихтского времени – установлено 27 новых видов. Один из наиболее значимых и хорошо узнаваемых таксонов, *Gavelinella sahlstroemi* (Brotzen, 1948), обнаруженный в обоих разрезах, был принят в качестве вида-индекса слоев с *G. sahlstroemi*. По последним, еще неопубликованным данным, этот вид был также установлен в верхней части разреза верхнемаастрихтских отложений долины р. Бельбек.

Необходимость выделения слоев с *G. sahlstroemi* обусловлена отсутствием в материале, изученном автором (Прошина, Рябов, в печати), вида-индекса зоны *Falsoplanulina mariae* (=Hanzawaia ekblomi) LC23, установленной ранее в разрезах Бешкош, Чахмаклы и Кыз-Кермен (Alekseev, Koraevich, 1997; Гречихина, Крупина, 2022; Яковишина и др., 2022). Т. к. данный биостратон предлагается впервые, то его территориальная протяженность пока представляется ограниченной серией изученных разрезов Юго-Западного Крыма.

Впервые *G. sahlstroemi* был описан из датских отложений Швеции (Brotzen, 1948). Впоследствии отмечались его находки именно в верхнем маастрихте–палеоцене Дании, Нидерландов, Англии, Польши, Карпатских гор. В Восточных Карпатах был установлен вид *Anomalina inoceramoviensis* (Мятлюк, 1970), который, по мнению (Gawor-Biedowa, 1992), является синонимом *G. sahlstroemi*.

Слои с *Gavelinella sahlstroemi*. Слои выделены по уровню первого появления вида-индекса в ключевых разрезах Юго-Западного Крыма – Бешкош (верхняя часть пачки XXII – пачка XXIII; Прошина, Рябов, в печати), Чахмаклы (верхняя часть пачки XXII – пачка XXIII; Барабошкин и др., 2023) и в разрезе долины р. Бельбек (неопубликованные данные).

Мощность слоев в изученных разрезах составляет 20–40 м.

Большинство видов в слоях – это виды, появившиеся в более древних отложениях кампана и нижнего–верхнего маастрихта – *Pseudovigerina cristata* (Marsson), *Praebulimina obtusa* (d’Orbigny), *Coryphostoma plaitum* (Carsey), *Cibicidoides bembix* (Marsson), *Cibicides voltzi-ana* (d’Orbigny), *G. pertusa* (Marsson), *G. complanata* (Reuss), *Viveja beaumontiana* (d’Orbigny), *Gyroidina turgida* (Hagenow). Также комплекс обновляется за счет появления новых таксонов *Pyramidina cimbrica* (Troelsen Ms.), *Pseudovigerina rugosa* Brotzen и *Gavelinella sahlstroemi* (Brotzen). Также встречаются редкие планктонные *Planoheterohelix planata* (Cushman), *Pseudotextularia elegans* (Rzehak) и *Guembelitra cretacea* Cushman.

Слои коррелируются с верхней частью зоны *Guembelitra cretacea* по ПФ (Прошина, Рябов, в печати), верхней частью зоны *Abathomphalus mayaroensis* (Иваник и др., 2013; Alekseev, Koraevich, 1997; Vishnevskaya, Koraevich, 2020), зоной *Falsoplanulina mariae* (=Hanzawaia ekblomi) LC23 БФ (Беньямовский, 2008), а также с хроном С30п прямой полярности (Барабошкин и др., 2020).

Ниже приводится описание вида-индекса слоев. При замерах морфологии раковины учитывались следующие параметры: Д – большой диаметр раковины, д – малый диаметр раковины, Т – толщина раковины, К – количество камер в обороте.

Систематическое описание:

Семейство **GAVELINELLIDAE** Hofker, 1956
Подсемейство **GAVELINELLINAE** Hofker, 1956
Род **GAVELINELLA** Brotzen, 1942
Gavelinella sahlstroemi (Brotzen, 1948)
Рисунок, фиг. 1–3

Cibicides sahlstroemi: Brotzen, 1948, с. 85, табл. 17, фиг. 1.

Gavelinella sahlstroemi: Hofker, 1966, с. 197, табл. 36, фиг. 27.

Gavelinella sahlstroemi: Gawor-Biedowa, 1973, табл. 4, фиг. 2.

Cibicides sahlstroemi: Szczechura, Pozaryska, 1974, с. 89, табл. 8, фиг. 5.

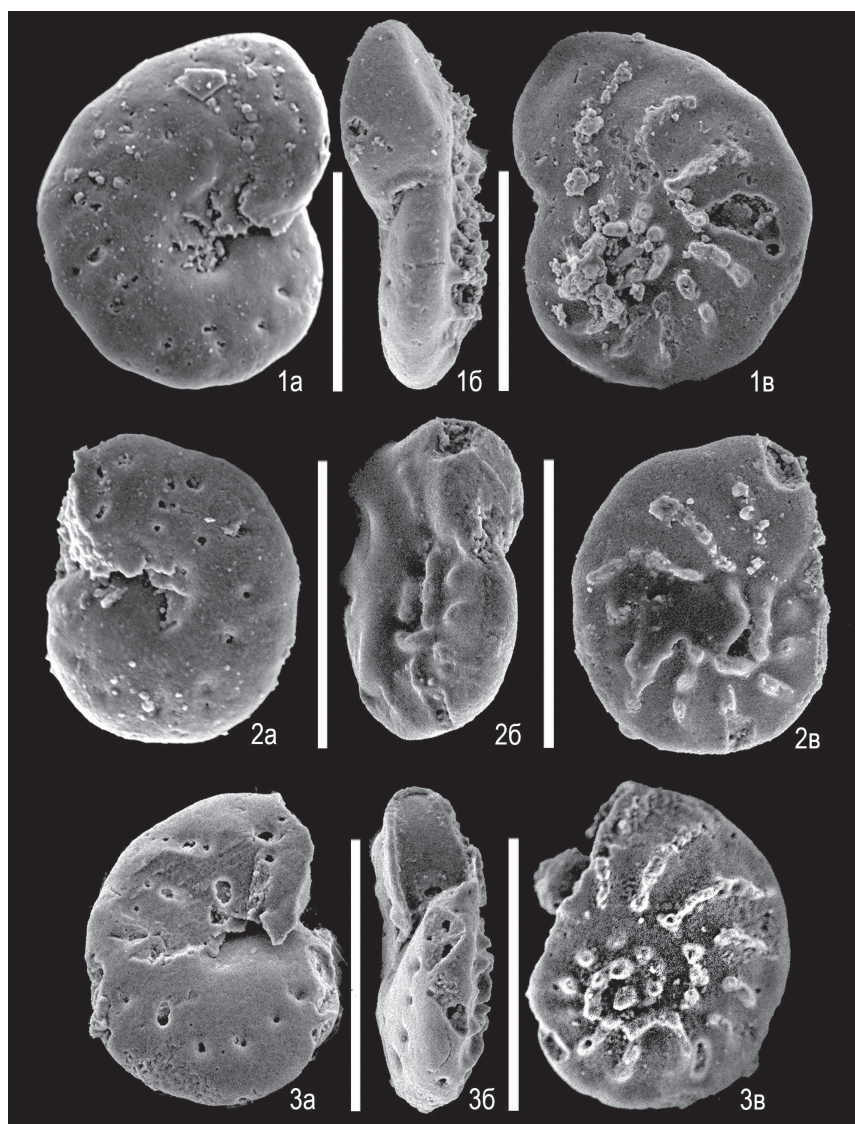
Gavelinella sahlstroemi: Gawor-Biedowa, Witwlcka, 1984, с. 299, табл. 107, фиг. 4–6.

Gavelinella sahlstroemi: Gawor-Biedowa, 1992, с. 171, табл. 36, фиг. 11–13.

Gavelinella sahlstroemi: Hayward et al., 2023, <https://www.marinespecies.org/foraminifera/aphia.php?p=taxdetails&id=1045591>.

Голотип – S. G. U. No. 2500, г. Истад, Гютиерет, 21.

Материал. Около 30 экземпляров разной степени сохранности.



Изображение представителей вида *Gavelinella sahlstroemi* Brotzen, 1948 из разрезов Бешкош, Чахмахлы (Юго-Западный Крым):

a – вид с брюшной стороны, *б* – вид с периферического края, *в* – вид со спинной стороны.

Фиг. 1 – *Gavelinella sahlstroemi* Brotzen, Бешкош, обр. 3171-1, экз. SSU IPR № 263/3171-1-1; фиг. 2 – *Gavelinella sahlstroemi* Brotzen, Бешкош, обр. 3171-1, экз. SSU IPR № 263/3171-1-9; фиг. 3 – *Gavelinella sahlstroemi* Brotzen, Чахмахлы, обр. 3042-31, экз. SSU IPR № 263/3042-31-7. Размер масштабной линейки – 100 мкм

Размеры изображенных экземпляров, мм

Номер экз.	D	d	T	T	n
3171/1-1	0,15	0,13	0,05	0,05	11
3171/1-9	0,10	0,09	0,02	0,02	11
3042/31-7	0,11	0,10	0,03	0,02	11

Описание. Раковина маленькая, уплощенно-выпуклая (спирально-коническая, трохоидная) с низкой спиралью. Спинная сторона раковины эволютная – видны предыдущие обороты. Контур ровный, периферический край закругленно-угловатый. В наружном обороте 10–11 изогнуто-треугольных камер. В центре инволютной брюшной стороны находится узкая углубленная пупочная область, закрытая пластинчатыми выростами внутренних краев камер наружного оборота, которые не всегда сохраняются. Мелкие поры (диаметр 1,8–2,5 мкм) располагаются на брюшной стороне, повторяя контуры камер. Септальные швы сильно изогнутые, выпуклые. Спинная сторона осложнена характерной скульптурой, представленной наростами (ребрами), повторяющими форму септальных швов и разделяющими сами раковины. Септальные швы на спинной стороне широкие, изогнутые, вогнутые. Устьевая поверхность выпуклая, округлая, сильно скошена на брюшную сторону. Устье щелевидное, базальное, низкое, прикрыто тонкой губой. На брюшной стороне протягивается до пупочного отверстия под тонкими треугольными пластинками на внутренних краях камер наружного оборота. Немного не доходит до периферического края.

Распространение. Швеция, Дания, Нидерланды, Англия – верхняя часть верхнего маастрихта – палеоцен; Польша (Польская низменность) верхняя часть верхнего маастрихта – палеоцен; Карпаты – палеоцен. Возможно, Восточные Карпаты – маастрихт. Юго-Западный Крым – верхний маастрихт (зона *Guembelitra cretacea*).

Автор благодарен Л. Ф. Копачевич за ценные рекомендации и А. М. Захаревичу (СГУ) за выполнение съемки раковин фораминифер на сканирующем микроскопе. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-27-00556, <https://rscf.ru/project/22-27-00556/>.

Литература

Барабошкин Е. Ю., Гужиков А. Ю., Александрова Г. Н. и др. Новые седиментологические, магнитостратиграфические и биостратиграфические данные по разрезу кампана–маастрихта горы Бешкош, Юго-Западный Крым // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2020. – Т. 28. – № 6. – С. 125–170.

Барабошкин Е. Ю., Гужиков А. Ю., Александрова Г. Н. и др. Новые данные о кампан-маастрихтских отложениях разреза Чахмахлы (Юго-Западный Крым) // Сб. тезисов докладов научной конференции «Ломоносовские чтения» (4–14 апреля 2023 г., Москва). – М. : Изд-во МГУ, 2023. – С. 2–4.

Беньямовский В. Н. Схема инфразонального биостратиграфического расчленения верхнего мела Восточно-Европейской провинции по бентосным фораминиферам. Ст. 2. Сантон–маастрихт // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2008. – Т. 16. – № 5. – С. 62–74.

Вишневская В. С., Копачевич Л. Ф., Беньямовский В. Н., Овечкина М. Н. Корреляция верхнемеловых зональных схем Восточно-Европейской платформы по фораминиферам, радиоляриям и нанопланктону // Вестник МГУ. Сер. геологическая. – 2018. – № 1. – С. 26–35.

Гречихина Н. О., Крутина Н. И. Коллекция фораминифер из верхнемеловых отложений Горного Крыма в монографическом фонде Музея землеведения МГУ // Жизнь Земли. – 2022. – Т. 44. – № 1. – С. 82–88.

Копачевич Л. Ф., Алексеев А. С., Никишин А. М. и др. О позднемаастрихтско-раннедатских водных массах, литологических и фораминиферовых комплексах тектонически различных зон Горного Крыма // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. – 2007. – № 3. – С. 42–49.

Маслакова Н. И. Крым / ред. М. М. Москвин // Атлас верхнемеловой фауны Северного Кавказа и Крыма. – М. : Гостехиздат, 1959. – С. 60–84.

Маслакова Н. И. Глоботрунканиды юга европейской части СССР. – М. : Наука, 1978.

Мятлюк Е. В. Фораминиферы флишевых отложений Восточных Карпат (мел–палеоген) // Тр. ВНИГРИ. Вып. 282. – 1970. – С. 1–225.

Прошина П. А., Рябов И. П. Биостратиграфия верхнего кампана – маастрихта разреза Бешкош (юго-западный Крым) по фораминиферам // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – [в печати].

Іванік М. М., Плотнікова Л. Ф., Лецих Р. Й. и др. Крейдова система / гл. ред. П. Ф. Гожик // Стратиграфія верхнього протерозою та фанерозою України у двох томах. Т. 1. Стратиграфія верхнього протерозою, палеозою та мезозою України. – К. : ІГН НАН України. Логос, 2013. – С. 589–598.

Яковичина Е. В., Гречихина Н. О., Бордунов С. И., Копачевич Л. Ф. Маастрихтский разрез Кыз-Кермен (Горный Крым): биостратиграфия и условия седиментации // Вестник МГУ. Сер. 4. Геология. – 2022. – № 5. – С. 57–67.

Alekseev A. S., Kopaevich L. F. Foraminiferal biostratigraphy of the uppermost Campanian–Maastrichtian in SW Crimea Bakhchisaray and Chakhmakhly sections // Bull. de l'Institut Royal des Sciences Natur. de Belgique Sciences de la Terre. – 1997. – Vol. 67. – Pp. 103–118.

Brotzen F. Die Foraminiferen gattung *Gavelinella* nov. gen. und die Systematik der Rotaliiformes // *Sveriges Geologiska Undersökning*. – 1942. – No. 36 (8). – Pp. 1–60.

Brotzen F. The Swedish Paleocene and its Foraminiferal fauna // *Arsbok Sveriges Geologiska Undersökning*. – 1948. – Vol. 42 (2). – No. 493. – Pp. 1–140.

Gawor-Biedowa E. Stratygrafia paleocenu z otworu Ilawa na podstawie badani mikropaleontologicznych (with English summary) // *Kwart. Geol.* – 1973. – No. 17. – Pp. 124–130.

Gawor-Biedowa E., Witwicka E. Fauna – Bezkręgowce. Typ Protista // *Budowa Geologiczna Polski, 3. Atlas Skarnienialosci Przewodnich i charakterystycznych, 2c, Mezozoik, Kreda*. – 1984. – Pp. 187–308.

Gawor-Biedowa E. Campanian and Maastrichtian Foraminifera from the Lublin Upland, eastern Poland // *Palaeontologica Polonica*. – 1992. – Vol. 52. – Pp. 1–187.

Hayward B. W., Le Coze F., Vachard D., Gross O. World Foraminifera Database. – 2023. – URL: <https://www.marinespecies.org/foraminifera> on 2023-06-02. – DOI: 10.14284/305

Hofker J. Die Pseudotextularia-Zone del' Bohrung Maasbihl I und ihre Foraminiferen-Fauna // *Paläontologische Zeitschrift*. – 1956. – No. 30. – Pp. 59–79.

Hofker J. Maastrichtian, Danian and Paleocene Foraminifera // *Palaeontographica*. – 1966. – No. 10. – Pp. 1–376.

Koromysova A. V., Seltser V. B. Early Maastrichtian cheilostome bryozoans from the middle Volga River region // *Paläontologische Zeitschrift*. – 2020. – Vol. 94. – No. 4. – Pp. 697–714.

Koromysova A. V., Taylor P. D., Pakhnevich A. V. Early Maastrichtian erect bryozoans from western Kazakhstan, with descriptions of two new species and the comparative internal morphology of some cheilostome genera // *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie – Abhandlungen*. – 2021. – Vol. 302. – Pp. 235–262.

Vishnevskaya V. S., Kopaevich L. F. Microfossil assemblages as key to reconstruct sea-level fluctuations, cooling episodes and palaeogeography: the Albian to Maastrichtian of boreal and Peri-Tethyan Russia // *Geological Society, London, Special Publications*. – 2020. – Vol. 498. – Pp. 165–187.

Vishnevskaya V. S., Kopaevich L. F., Beniamovskii V. N., Ovechkina M. N. Correlation of the Upper Cretaceous zonal schemes of the East European Platform based on foraminifera, radiolarians and nanoplankton // *Univ. Geol. Bull.* – 2018. – No. 73 (2). – Pp. 131–140.

Szzechura J., Pozaryska K. Foraminiferida from the Paleocene of Polish Carpathians (Babica Clays) // *Palaeontologica Polonica*. – 1974. – No. 31. – Pp. 3–142.

ФОРАМИНИФЕРЫ МЕЛОВЫХ (ГОТЕРИВ-СЕНОМАНСКИХ) ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ЗАПАДА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Ю. Н. Савельева

Филиал «Апрелевское отделение ФГБУ «ВНИГНИ», Апрелевка, ju.saveljeva@vnigni.ru

FORAMINIFERS OF THE CRETACEOUS (HAUTERIVIAN–CENOMANIAN) SEDIMENTS OF THE SOUTH-WEST OF WESTERN SIBERIA

J. N. Savelieva

FGBU «VNIGNI», Aprelevka Branch, Moscow Region, ju.saveljeva@vnigni.ru

Аннотация. Установлены и прослежены биостратоны по фораминиферам из готерив-сеноманских отложений юго-запада Западной Сибири. Выполнено их сопоставление с подразделениями региональной стратиграфической схемы Западной Сибири. Новые данные дополняют палеонтологическую характеристику изученных свит и могут быть использованы для актуализации региональных схем.

Ключевые слова. Фораминиферы, биостратиграфия, готерив, апт, альб, сеноман, Западная Сибирь.

Abstract. Biostratons with foraminifera were established for Hauterivian–Cenomanian of the SW of Western Siberia. They were correlated and compared with the divisions of the regional stratigraphic schemes. The new data complement the paleontological characteristics of the studied formations and can be used for updating of the regional stratigraphic schemes.

Key words. Foraminifera, biostratigraphy, Hauterivian, Aptian, Albian, Cenomanian, Western Siberia.

Биостратиграфические исследования являются неотъемлемой частью поисково-разведочных работ. Новый материал происходит из готерив-сеноманских отложений, вскрытых пятью скважинами, пробуренными на расстоянии порядка 10 км друг от друга на юго-западе Западной Сибири (Западная Сибирь, Березово-Тюменский структурно-фациальный район

Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Бореальный зональный стандарт	Региональные стратиграфические подразделения		Юго-Запад Западной Сибири (Савельева, Разумкова, 2016 с дополн.)														
					Надгоризонт	Горизонт	Подгоризонт	Свита	Слои с фораминиферами	Характерный комплекс											
											Уватский	Уватская	Уватская								
М Е Л О В А Я	Верхний	Сеноман	верхний	Inoceramus pictus	УВАТСКИЙ	УВАТСКИЙ	Уватская	Trochammina wetteri, T. subbotinae	Trochammina wetteri, T. subbotinae	Trochammina subbotinae, T. wetteri, Haplophragmoides rota sibiricus, H. crickmayi, Labrospira collyra, Gaudrinopsis angustus, G. filiformis, Verneuilinoides kansasensis, Hyperammina aptica											
				Turrilites costatus				?	?												
				Shloenbachia varians																	
			нижний	Mantelliceras mantelli				Milliammina ischnia, Saccammina divulgata													
				Альбский				верхний	Neogastrolites americanus	ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ	ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ	Ханты-Мансийская	Verneuilinoides borealis assanoviensis - Ammosiphonia jamalica	Ammosiphonia jamalica	Доминанты: Ammosiphonia jamalica, A. beresoviensis (много), A. nonioninoides, Ammobaculites fragmentarius, A. wenonahae, Bathysiphon proprius, Pseudobolivina contorta, Gaudryina tailleuri, G. oblonga (мн.), Gravellina urnula, Trochammina rainwateri, Verneuilinoides kansasensis (мн.), V. borealis assanoviensis. Акцессории: Bathysiphon brosegi, Miliammina rasilis, M. sproulei, M. virgata, M. ischnia, Saccammina regula, Psammionopelta operata, Reophax heteroloculus, Ammobaculites subcretaceous, Kutsevelia goodlandensis, Haplophragmoides cushmani, Haplophragmium aequale, Recurvoides leushiensis, R. selenae, Trochammina stelcki, Pseudobolivina rayi, Eggerella improvisa, Spiroplectinata sibirica, Quadrimorphina ruckerae, Saracenaria solita						
									Neogastrolites cornutum												
		Neogastrolites muelleri																			
		Neogastrolites selwyni																			
		Paragastrolites liardense																			
		Gastrolites canadensis																			
		нижний	средний	Gastrolites subquadratus				ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ	ХАНТЫ-МАНСИЙСКИЙ	Ханты-Мансийская	Verneuilinoides borealis assanoviensis - Ammosiphonia beresoviensis	Ammobaculites fragmentarius - Ammosiphonia beresoviensis	Доминанты: Ammobaculites fragmentarius (мн.), Ammosiphonia nonioninoides (мн.), A. beresoviensis (мн.), Miliammina virgata, Bathysiphon brosegi, Pseudobolivina contorta, Trochammina rainwateri, Verneuilinoides borealis assanoviensis, Quadrimorphina ruckerae. Акцессории: Saccammina regula, Miliammina rasilis, Ammobaculites wenonahae, A. inornatus, Recurvoides leushiensis, R. selenae, Haplophragmoides cushmani, Haplophragmium aequale, Ammotium braunsteini, Trochammina stelcki, Uvigerinammina manitobensis, Textularia topagorukensis, Saracenaria solita, Lenticulina topagorukensis								
				Grycia sablei																	
	Anadesmoceras strangulatum																				
	Arcthoplites (Subarcthoplites) belli																				
	Arcthoplites (Arcthoplites) jachromensis																				
	Freboldiceras singulare																				
	Нижний	Алтский	верхний	Leconteites deansi	ВИКУЛОВСКИЙ	ВИКУЛОВСКИЙ	Викулоская	Thurammina undosa	Ammosiphonia nonioninoides	Доминанты: Thurammina undosa, Ammosiphonia nonioninoides, Gaudryina tailleuri. Акцессории: Reophax heteroloculus, Kutsevelia? sp., Ammosiphonia nonioninoides, A. beresoviensis, Haplophragmoides? sp., Gaudryina tailleuri, G. oblonga, Trochammina sp., Verneuilinoides sp., Praepeneroplis? sp., Spirillina? sp., Quadrimorphina? sp., Gavelinella? sp., Gen spp.											
				?																	
				Tropaeum arcticum																	
			Aconeceras nisum																		
			средн.	Альмский						нижний	Parahoplites melchior, Epicheloniceras tschernyschewi	АЛЬМСКИЙ	АЛЬМСКИЙ	Копайская	?	?	Единичные Saccammina sp., Lagenammina sp., Crithionina ex gr. dubia, Bathysiphon sp., Hyperammina sp., Reophax sp., Haplophragmoides sp., Cribrostomoides sp., C. cf. infracretaceous, Kutsevelia? sp., Trochammina? sp., Gavelinella balchatica, G. sp.				
											?										
		Deshayesites deshayesi																			
		Deshayesites weissi																			
Бар.		н.в.	верх.							Oxytoma jasikowi	ЧЕРКАШИНСКИЙ						ЧЕРКАШИНСКИЙ	Леушинская	?	?	
										Simbirskites decheni											
				Speetonicerias versicolor																	
		Готерив	нижний	Pavlovites polyptychoides						УСТЬ-БАЛЫКСКИЙ		УСТЬ-БАЛЫКСКИЙ	Мульминская/Уланьская	Леушинская	Комплексы с Cribrostomoides infracretaceous, C. concavoides	С. concavoides, C. concavoides, Trochammina girodiniformis, Acruiliammina pseudolonga, Hyperammina aptica, Saccammina orbiculata, S. testideformabilis, Kutsevelia difficilis, Bulbobaculites indigenus, Recurvoides neremovensis, R. dubrovskajae, Discorbis sp.					
	Homolsomites bojarkensis																				

Рис. 1. Схема расчленения готерив-сеноманских отложений юго-западных районов Западной Сибири по фораминиферам и ее сопоставление с региональной стратиграфической схемой Западной Сибири (Региональная ... , 2005)



Рис. 2.

Фиг. 1 – *Saccamina testideformabilis* Bulatova, 1976, скв. 1П, инт. гл. 1170–1180 м, шлам. Фиг. 2 – *S. callosa* Bul., 1976, скв. 1П, инт. гл. 1170–1180 м, шл. Фиг. 3 – *S. regula* Bul., 1976, скв. КЗ, гл. 837–839 м, шл. Фиг. 4 – *S. orbiculata* Bul., 1976, скв. 1П, инт. гл. 1160–1170 м, шл. Фиг. 5 – *Hyperammmina rugosa* Bul., 1976, скв. КЗ, гл. 851–854 м, шл. Фиг. 6 – *H. artica* (Dampel et Mjatljuk, 1949), скв. 1П, инт. гл. 1170–1180 м, шл. Фиг. 7 – *Hyperamminoides apiculiformis* Bulynnikova, 1984, скв. 1П, инт. гл. 1170–1180 м, шл. Фиг. 8, 9 – *Ammobaculites gerkei* Scharovskaja, 1966, скв. 1П: 8 – инт. гл. 1160–1170 м, шл., 9 – инт. гл. 1180–1190 м, шл. Фиг. 10, 11 – *A. artutus* Bulyn., 1973, скв. 1П: 10 – инт. гл. 1180–1190 м, шл., 11 – инт. гл. 1150–1160 м, шл. Фиг. 12, 13 – *A. fragmentarius* Cushman, 1927: 12 – скв. К4, гл. 834,1 м, kern; 13 – скв. 6П, гл. 840,25 м, kern. Фиг. 14 – *A. wenonahae* Tarpan, 1960, скв. 6П, гл. 840,25 м, kern. Фиг. 15 – *Recurvoides obskiensis* Rom., 1960, скв. 3П, инт. гл. 1220–1230 м, шл.: a, b – вид с боковых сторон, c – вид с периферического края. Фиг. 16 – *Cribrostomoides romanovae* Bulyn., 1971, скв. 3П, инт. гл. 1220–1230, шл.: a, b – вид с боковых сторон, c – вид с периферического края. Фиг. 17 – *C. infracretaceus* (Mj., 1939), скв. 1П, инт. гл. 1150–1160 м, шл.: a, b – вид с боковых сторон, c – вид с периферического края. Фиг. 18 – *C. concavoides* Bulyn., 1971, скв. 1–П, инт. гл. 1170–1180 м, шл.: a, b – вид с боковых сторон, c – вид с периферического края



Рис. 3.

Фиг. 1 – *Ammosiphonia nonioninoides* (Reuss, 1863), скв. 4, гл. 834,1 м, керн. Фиг. 2 – *A. beresoviensis* Bul., 1976, скв. 3П, гл. 820 м, керн: *a* – вид с боковой стороны, *b* – вид с периферического края. Фиг. 3, 4 – *A. jamalica* Marinov, 2000: 3 – скв. 1П, гл. 942,8 м, керн, 4 – скв. 1П, гл. 780–790 м, шл. Фиг. 5 – *Trochamma neocomiana* Mj., 1939, скв. 3П, инт. гл. 1220–1230 м, шл.: *a* – вид со спинной стороны, *b* – вид с брюшной стороны. Фиг. 6 – *T. groidiniformis* Mj., 1949, скв. 3П, инт. гл. 1200–1210 м, шл.: *a* – вид со спинной стороны, *b* – вид с брюшной стороны, *c* – вид с периферического края. Фиг. 7 – *T. wetteri* Stelck et Wall, 1955, скв. 1П, инт. гл. 570–580 м, шл.: *a* – вид со спинной стороны, *b* – вид с брюшной стороны, *c* – вид с периферического края. Фиг. 8 – *T. subbotinae* Zaspelova, 1948, скв. 3П, инт. гл. 540–550 м, шл.: *a* – вид со спинной стороны, *b* – вид с брюшной стороны. Фиг. 9, 10 – *Gaudryina tailleri* (Tar., 1957): 9 – скв. 3П, инт. гл. 760–770 м, шл., 10 – скв. 1П, инт. гл. 780–790 м, шл.: *a*, *b* – вид с боковых сторон. Фиг. 11 – *Verneuilioides kansasensis* (Loeblich et Tar., 1950), скв. 1П, инт. гл. 822–824 м, шл. Фиг. 12 – *V. borealis assanoviensis* (Zasp., 1964), скв. 1П, гл. 871,2 м, керн: *a*, *b* – вид с боковых сторон, *c* – вид со стороны устьевой поверхности. Фиг. 13 – *V. neocomiensis* (Mj., 1939), скв. 1П, инт. гл. 1160–1170 м, шл. Фиг. 14 – *Pseudobolovina rayi* (Tar., 1957), скв. 1П, гл. 815–820 м, шл.: *a*, *b* – вид с боковых сторон. Фиг. 15, 16 – *P. contorta* Bul., 1976: 15 – скв. 3П, гл. 820–825 м, шл.: *a*, *b* – вид с боковых сторон; 16 – скв. К4, гл. 834,1 м, керн. Фиг. 17 – *P. textularoides* Dain, 1976, скв. 1П, инт. гл. 1160–1170 м, шл.: *a*, *b* – вид с боковых сторон. Фиг. 18 – *Uvigerinamina uvigeriniformis* (Seibold et Seibold, 1960), скв. 1П, гл. 780–790 м, шл. Фиг. 19 – *Praepeperopsis?* sp., скв. 6П, гл. 870 м, шл.: *a* – вид со спинной стороны, *b* – вид с брюшной стороны, *c* – вид с периферического края

(Региональная ... , 2005)). Всего изучено 376 образцов (238 керна, 138 шлама) из мулымьинской/улансынской, леушинской, кошайской, викуловской, ханты-мансийской и уватской свит. Установлены шесть биостратонов по фораминиферам (рис. 1). Изображения основных видов приведены на рисунках 2 и 3. Из этих же образцов изучены и палиноморфы, выявлена последовательность биостратонов в ранге слоев с диноцистами, а в леушинской и викуловской свитах выделены комплексы неморских диноцист (Савельева, Разумкова, 2016).

В интервале верхней части нерасчлененной мулымьинской/улансынской свит выделено два комплекса фораминифер. **Комплекс с *Cribrostomoides infracretaceous*, *Saccamina callosa*** обедненный, в количественном отношении доминируют примитивные астроризиды и гипераммины. Тем не менее присутствие вида-индекса *C. infracretaceous* и видов *C. romanovae*, *Trochammina* ex gr. *mugiensis* и *S. callosa* позволяет сопоставить изученный комплекс (с некоторой долей условности) с комплексом слоев с *C. infracretaceous*, *C. sinuosus* (KF4), а возраст вмещающих отложений датировать как валанжинский–раннеготеривский (Региональная ... , 2005). Однако изученный комплекс диноцист позволяет сузить стратиграфический интервал до нижнего готерива (устное сообщение Е. С. Разумковой). В **комплексе с *C. infracretaceous*, *C. concavoides*** по количеству встреченных экземпляров доминируют представители родов *Cribrostomoides* и *Recurvoides*. Характерные виды входят в состав зональных комплексов нижнеготеривских слоев с *C. concavoides* (KF5) и слоев с *Trochammina gyroidiniformis*, «*Acruliammina*» *pseudolonga* (KF6). Наиболее характерный элемент комплекса вид-индекс *C. concavoides* узкого стратиграфического распространения. Поэтому возраст вмещающих отложений принимается как раннеготеривский (Региональная ... , 2005).

Выше фораминифер встречено немного, главным образом виды родов *Saccamina*, *Lagenammina*, *Bathysiphon*, *Hyperammina*, *Reophax*. А также единичные мелкие, угнетенные известковистые раковины. Сохранность материала плохая, формы часто измененные. Определена в основном родовая принадлежность. По положению в разрезе возрастной интервал охватывает – поздний готерив – средний апт (свиты леушинская, кошайская и нижняя часть викуловской).

В верхах викуловской и низах ханты-мансийской свит выявлен обедненный комплекс фораминифер, содержащий много примитивных форм. В этой части разреза выделены **слои с *Ammosiphonia nonioninoides*, *Gaudryina tailleuri***, комплекс которых по видовому составу и по присутствию вида-индекса сопоставляется с комплексами слоев с *A. nonioninoides* и с *Thurammina undosa* (Региональная ... , 2005). Возраст вмещающих отложений устанавливается как позднеаптский–раннеальбский. Возможно, объем выделенных слоев шире и охватывает весь верхний апт.

В ханты-мансийской свите комплексы фораминифер более представительны. Здесь выделены два самостоятельных биостратона в ранге слоев. По видовому составу комплексов и по доминирующим видам оба они относятся к зоне *Verneuilinoides borealis assanoviensis*. В нижележащих **слоях с *Ammobaculites fragmentarius*, *Ammosiphonia beresoviensis*** доминируют представители родов *Ammosiphonia*, *Ammobaculites*, *Haplrophragmoides*. По видовому составу, по характерному виду *A. fragmentarius* и по совместному нахождению с видами *A. beresoviensis* и *A. nonioninoides* изученный комплекс можно сопоставить с комплексом слоев с *A. fragmentarius*, *A. beresoviensis* нижней части зоны *V. borealis assanoviensis*, а возраст вмещающих отложений определить как раннеальбский (Региональная ... , 2005). В вышележащих **слоях с *Ammosiphonia jamalica*** доминируют представители родов *Ammosiphonia*, *Gaudryina* и *Verneuilinoides*. По составу комплекса, по появлению характерного вида *A. jamalica* и по сонахождению с видами *A. beresoviensis* и *V. b. assanoviensis* изученный комплекс сопоставим с комплексами слоев *V. b. assanoviensis*, *A. beresoviensis* и *V. b. assanoviensis*, *A. jamalica*, т. е. со средней и верхней частями зоны *V. b. assanoviensis*, а вмещающие отложения датируются средним–поздним альбом.

Комплекс **слоев с *Trochammina wetteri*, *T. subbotinae*** обедненный, сохранность раковин средняя, много примитивных форм. Несмотря на немногочисленный как в видовом, так и в количественном отношении, изученный комплекс по составу и по присутствию

видов-индексов сопоставляется с комплексом одноименных слоев, а вмещающие отложения датируются поздним сеноманом (Региональная ... , 2005).

Изучение нового материала позволило в готерив-сеноманских отложениях юго-запада Западной Сибири выделить биостратоны по фораминиферам и сопоставить с подразделениями региональной стратиграфической схемы Западной Сибири. Благодаря подробному отбору образцов получена богатая коллекция фораминифер. Дополнена палеонтологическая характеристика мулымьинской/улансынской, леушинской, кошайской, викуловской, ханты-мансийской и уватской свит.

Литература

Региональная стратиграфическая схема берриас-аптских и апт-альб-сеноманских отложений Западной Сибири (2000 г.) / ред. А. И. Жамойда, О. В. Петров // Постановления МСК и его постоянных комиссий. Вып. 35. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2005. – 41 с.

Савельева Ю. Н., Разумкова Е. С. Биостратиграфия апт-альбских отложений Карабашского района Западной Сибири по фораминиферам и диноцистам // 100-летие Палеонтологического общества России. Тез. докл. LXII сес. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2016. – С. 156–158.

ЗОНАЛЬНЫЕ ПОДРАЗДЕЛЕНИЯ ФОРАМИНИФЕР ВЕРХНЕГО ТУРНЕ – НИЖНЕГО ВИЗЕ (НИЖНИЙ КАРБОН) НОВОЙ ЗЕМЛИ НА ПРИМЕРЕ МИКИТОВСКОЙ СВИТЫ

Т. И. Степанова

*Институт геологии и геохимии им. акад. А. Н. Заварицкого УрО РАН,
Екатеринбург, stepanova@igg.uran.ru*

FORAMINIFER ZONES UPPER TOURNAISIAN – LOWER VISEAN (LOWER CARBONIFEROUS) OF NOVAYA ZEMLYA ON THE EXAMPLE OF THE MIKITOV FORMATION

T. I. Stepanova

*Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russian Academy of Sciences,
Yekaterinburg, stepanova@igg.uran.ru*

Аннотация. В терригенно-карбонатных образованиях микитовской свиты позднего турне – раннего визе обнаружена фораминиферная последовательность, в целом отвечающая зональности, принятой в Общей стратиграфической шкале (ОСШ) России для этого стратиграфического интервала. Выделение этих подразделений позволяет коррелировать их с разновозрастными отложениями близких и удаленных регионов.

Ключевые слова. Фораминиферы, турне, визе, Новая Земля.

Abstract. The foraminiferal sequence was found in the terrigenous-carbonate formations of the Mikitov Formation of the Late Tournaisian – Early Visean. On the whole, this sequence corresponds to the zoning accepted in the General Stratigraphic Scale of Russia for this stratigraphic interval. Identification of these subdivisions makes it possible to correlate them with the same age deposits in adjacent and remote regions.

Key words. Foraminifera, Tournaisian, Visean, Novaya Zemlya.

Терригенно-карбонатные образования микитовской свиты нижнего карбона приурочены к Североновоземельской структурно-фациальной зоне о. Северный арх. Новая Земля (рис. 1). В стратотипе в разрезе бухты Карбасникова на п-ове Шмидта свита имеет преимущественно терригенный состав и без видимого несогласия залегает на известняках горяковской свиты нижнего турне и перекрывается известняками ледяногаванской свиты визейско-серпуховского возраста (Матвеев и др., 1989). Возраст свиты как позднегурнейский–ранневизейский определялся по положению в разрезе и по редким органическим остаткам, в том числе по фораминиферам *Tournayella discoidea* Dain, 1953 и *Dainella micula* Postojalko, 1970 (Новая Земля ... , 2004). В 2014 г. разрез микитовской свиты на п-ове Горякова был изучен

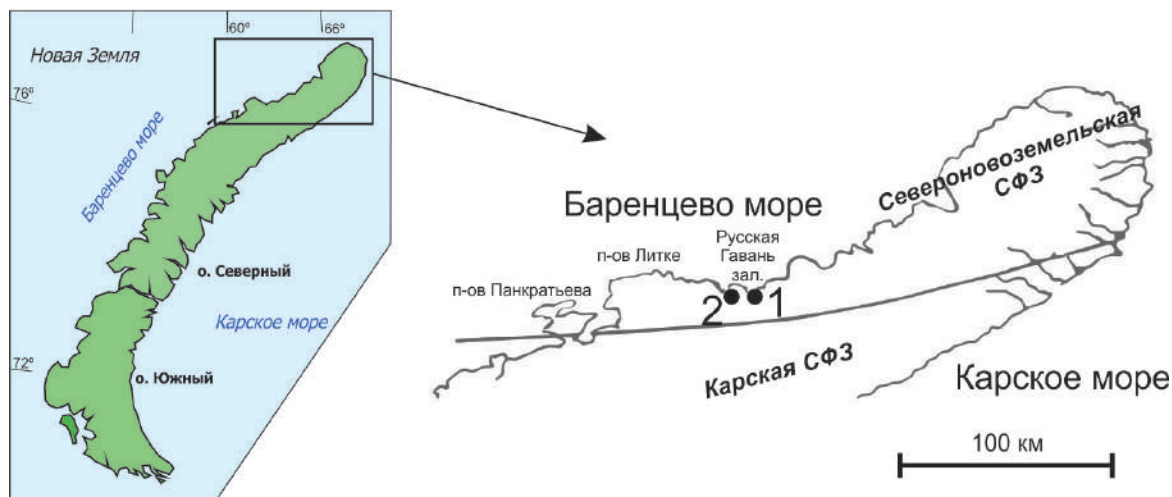


Рис. 1. Местоположение участка работ и изученных разрезов:

1 – бухта Карбасникова, п-ов Шмидта (стратотип микитовской свиты); 2 – п-ов Горякова (парастратотип микитовской свиты)

В. П. Матвеевым. В этом местонахождении в отличие от стратотипа карбонатные породы в составе свиты играют более существенную роль (Матвеев и др., 2019).

Образования микитовской свиты на п-ове Горякова принадлежат шельфу карбонатной платформы и характеризуются чередованием мелководных (полибиокластовые пакстоуны) и относительно более глубоководных (глинистые и спикуловые вакстоуны) фаций, терригенные и кремнистые породы присутствуют в подчиненных количествах на отдельных уровнях, преимущественно в турнейском ярусе (Матвеев и др., 2019). Наиболее богатые и разнообразные ассоциации фораминифер, позволяющие уверенно устанавливать возраст отложений, содержатся в полибиокластовых пакстоунах, образование которых происходило в наиболее мелководной краевой части шельфа карбонатной платформы с достаточно высокой волновой активностью – условиях, благоприятных для развития этих организмов. В тонкозернистых разностях известняков комплексы фораминифер значительно обеднены, возможно, некоторые из раковин были переотложены с мелководья в более погруженные части платформы.

Присутствие карбонатных пород, содержащих представительные комплексы микрофауны, позволяет расчленить эти отложения и выделить здесь кизеловский и косьвинский горизонты турнейского яруса и пестерьковский и ильчский горизонты нижнего подъяруса визейского яруса.

Отложения кизеловского горизонта представлены преимущественно плитчатыми известняками мелко- и тонкозернистыми с прослоями доломитов, алевролитов и аргиллитов. В полибиокластовых пакстоунах содержится богатый комплекс фораминифер. Наряду с многочисленными *Tournayella (Tournayella) discoidea maxima* Lipina, 1955, *T. (T.) regularis* Malakhova, 1956 обычны представители родов *Septabrunsiina*, *Laxoseptabrunsiina*, *Septaglomospiranella*, *Endoglomospiranella*, *Neoseptaglomospiranella*. Характерны *Paraendothyra tschikmanica* (Malakhova, 1957), *P. cf. portentosa* Conil, 1984, *Cribroparaendothyra simonovae* Lipina, 1996, *Rectoparaendothyra* sp. Разнообразны *Granuliferella*, в том числе *Gr. latispiralis* (Lipina, 1955), *Gr. taimyrica* (Lipina, 1955), *Gr. borealis* Bogush, 1980, *Gr. sibirica* Bogush, 1980. Несколько реже отмечаются *Inflatoendothyra parainflata* (Bogush et Juferev, 1970), *Spinoendothyra costifera* (Lipina, 1955), *Sp. rectiformis* Bogush et Juferev, 1960, *Sp. accurata* (Vdovenko, 1954). В спикуловых вакстоунах встречаются редкие фораминиферы плохой сохранности.

В целом ассоциация фораминифер данного интервала определяет кизеловский возраст вмещающих отложений и отвечает зоне *Spinoendothyra costifera* Общей стратиграфической шкалы (ОСШ) России (Алексеев, 2008; Кулагина и др., 2018; Alekseev et al., 2022).

Отложения косьвинского горизонта сложены в основном кремнями и интенсивно окремненными известняками. Лишь в нижней части горизонта наблюдается прослой

мелкобиокластового пелоидного пакстоуна, содержащий фораминиферы *Tournayella* (*Tournayella*) *discoidea*, *Eoforschia moelleri* (Malakhova in Dain, 1953), *Pseudolituotubella* sp., *Paraendothyra* cf. *portentosa*, *Cribroparaendothyra* sp., *Spinoendothyra spinosa* (N. Tchernysheva, 1940), *Sp. pietoni* (Conil et Lys, 1964), *Dainella staffelloides* Brazhnikova, 1962, *D. chomatica* (Dain in Brazhnikova, 1962), *D. elegantula* Brazhnikova, 1962.

Возраст интервала определяется по появлению *Dainella chomatica* в ассоциации с другими представителями этого рода на фоне комплекса фораминифер, унаследованного из отложений подстилающей зоны турнейского яруса; отвечает зоне *Eotextularia diversa* – *Dainella chomatica* косьвинского горизонта ОСШ России (Кулагина и др., 2018).

На преимущественно кремнистых породах верхов турнейского яруса согласно залегают карбонатные образования пестерьковского горизонта нижнего визе, представленные чередованием плитчатых мелко- и тонкозернистых известняков и тонкоплитчатых глинистых известняков. Нижняя граница визейского яруса определяется появлением *Globoendothyra* (*Eogloboendothyra*) *ukrainica* Vdovenko, 1967, *Gl. (E.) insigna* Postojalko, 1972, *Globoomphalotis(?) elegantula* (Durkina, 1959), *Eoendothyranopsis donica* Brazhnikova et Rostovzeva, 1967, *Paralysella compacta* (Malakhova, 1975), *P. orbiculata* (Malakhova, 1975), *Eoparastaffella simplex ovalis* Vdovenko, 1954.

В целом в отложениях этого уровня присутствуют *Lapparentidiscus compactus* (Lin, 1984), *L. hubeiensis* (Lin, 1984), *Donodiscus explanatus* (Vdovenko, 1970), разнообразные *Pseudolituotubella*, *Endothyra parapriscia* Schlykova, 1951, *E. similis*, *Granuliferella latispiralis*, *Endolaxina laxa* (Conil et Lys, 1964), *Mediendothyra novomosquensis* (Vdovenko, 1973), *Omphalotis charies-sa* (Conil et Lys, 1964), *O. omphalota minima* (Rausser-Chernousova et Reitlinger, 1936), *Globoendothyra* (*Eogloboendothyra*) *ukrainica*, *Gl. (E.) orelica* Vdovenko, 1967, *Gl. (E.) insigna*, *Gl. (E.) birjulensis* Bogush, 1980, *Planogloboendothyra kuzbassica* (Bogush, 1980), *Eoendothyranopsis crassiformis* Vdovenko, 1970, *Plectogyranopsis paraconvexus* (Brazhnikova et Rostovzeva, 1967), *Dainella micula*, *Pseudoplanoendothyra rotayi* (Dain in Brazhnikova, 1962), *Eoparastaffella simplex* Vdovenko, 1954, *E. simplex pseudochomata* Vdovenko, 1954, *E. restricta* Postojalko, 1972, *E. venusta* Postojalko, 1972, *Tetrataxis media* Vissarionova, 1948. Возраст этих отложений определяется присутствием *Eoparastaffella simplex* в ассоциации с многочисленными представителями подрода *Eogloboendothyra* и рода *Eoendothyranopsis* и отвечает зоне *Eoparastaffella simplex* ОСШ России (Алексеев, 2008; Кулагина и др., 2018; Alekseev et al., 2022).

В самой верхней части микитовской свиты прослеживаются известняки, содержащие комплекс фораминифер ильчского горизонта нижнего визе: *Magnitella porosa* Malakhova, 1975, *Lapparentidiscus ovooides* (Michno, 1975), *L. nanus* (Reitlinger, 1969), *Donodiscus explanatus*, *Ammarchaediscus involutus* (Brazhnikova, 1967), *Am. transitus* (Reitlinger, 1969), *Planoarchaediscus spirillinoides* (Rausser-Chernousova, 1948), *Viseidiscus primaevus* (Pronina, 1963), *V. umbogmaensis* (Omara et Conil, 1965), *V. kamkalensis* Marfenkova, 1978, *Paraarchaediscus dubitabilis* Orlova, 1955, *Glomodiscus spiroides* (Popova, 1970), *Endothyra prisca*, *E. similis*, *Endolaxina laxa*, *Globoomphalotis(?) inconstans* (Grozdilova et Lebedeva, 1954), *Globoendothyra* (*Eogloboendothyra*) *ukrainica*, *Gl. (E.) nevskiensis* (Lebedeva, 1954), *Planogloboendothyra kuzbassica*, *Globoendothyra* ex gr. *globulus* (Eichwald, 1878), *Plectogyranopsis paraconvexus*, *Pseudoplanoendothyra intermedia* (Brazhnikova, 1962), *Paralysella compacta*, *Dainella staffelloides*, *D. chomatica*, *Tetrataxis sussaicus* Malakhova, 1956, *Eoparastaffella* ex gr. *simplex*, *E. rotunda* Vdovenko, 1971, *E. asymmetrica* Vdovenko et Zavjalova, 1971.

Присутствие *Viseidiscus primaevus* в ассоциации с другими представителями этого рода, а также родов *Ammarchaediscus*, *Planoarchaediscus*, *Glomodiscus* позволяет сопоставить вмещающие данный комплекс отложения с зоной *Uralodiscus primaevus* Западно-Уральского субрегиона и нижней частью зоны *Uralodiscus rotundus* ОСШ России (Стратиграфические ... , 1993; Alekseev et al., 2022).

Фораминиферовая последовательность, обнаруженная в терригенно-карбонатных образованиях микитовской свиты, в ее парастратотипе на п-ове Горякова, в целом отвечает зональности, принятой в ОСШ России. В верхней части турнейского яруса выделяются зона

Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Биостратиграфические зоны ОСШ России (Алексеев, 2008; Кулагина и др., 2018; Alekseev et al., 2022)				Корреляция региональных стратиграфических подразделений			
				Аммоноидеи	Фораминиферы	Конодонты	Новая Земля		Западно-Уральский субрегион		
							Фораминиферы (Матвеев, 1998; Коссовая и др., 2006)	Свита	Зоны фораминифер, принятые в настоящей работе	(Стратиграфические..., 1993; Alekseev et al., 2022)	
Каменноугольная	Визейский	Нижний	Нижний	<i>Bollandites – Bollandoceras</i> part	<i>Uralodiscus rotundus</i>	<i>Gnathodus texanus</i>	Слои с <i>U. rotundus</i> – <i>Amm. eospirillinoides</i>			<i>U. rotundus</i> – <i>Plectogyranopsis paraconvexus</i>	Дружининский
				<i>Fasci pericyclus – Ammonellipsites</i>	<i>Eoparastaffella simplex</i>		Слои с <i>Eoparastaffella simplex lata</i>			<i>Viseidiscus primaevus</i>	<i>U. primaevus</i> – <i>Globoendothyra ukrainica</i>
				<i>Pericyclus – Progoniatites</i>	<i>Eotextularia diversa – Dainella chomatica</i>	<i>Scaliognathus anchoralis</i>	Слои с <i>Tournayella moelleri</i> – <i>Eotextularia diversa</i>	Микитовская	<i>Eoparastaffella simplex</i>	<i>E. simplex</i> – <i>Eoendothyranopsis donica</i>	Пестерьковский
					<i>Spinoendothyra costifera</i>	<i>Dolymae bouckaerti</i>			<i>Eotextularia diversa – Dainella chomatica</i>	<i>Tournayella moelleri</i> – <i>Dainella chomatica</i>	Косьвинский
				<i>Goniocyclus Protocanites</i>	<i>Paleospiroplect. tchernyshinensis</i>	<i>Granuliferella latispiralis</i>	<i>Gnathodus typicus</i>	Слои с <i>Latiendothyra latispiralis</i> – <i>Palaeospiroplectamina tchernyshinensis</i>	<i>Spinoendothyra costifera</i>	<i>Spinoendothyra costifera</i>	Кизеловский
						<i>P. tchernyshinensis</i> – <i>Chernyshinella glomiformis</i>	<i>Siphonodella isosticha</i>		Слои с <i>Bisphaera malevkensis</i> – <i>Earlandia minima</i>	<i>Latiendothyra latispiralis</i>	<i>Latiendothyra latispiralis</i>
				<i>Eocanites – Gattendorfia</i>	<i>Chernyshinella disputabilis</i>	<i>Siphonodella quadruplicata</i>	<i>Chernyshinella disputabilis</i>	<i>Chernyshinella disputabilis</i>		Упинский	
					<i>Earlandia minima</i>	<i>Siph. duplicata</i>	<i>Siph. sulcata</i> part	<i>Earlandia minima</i>		<i>Earl. minima</i> – <i>B. malevkensis</i>	Малевский

Рис. 2. Сопоставление зон фораминифер, установленных в отложениях микитовской свиты, с ОСШ России и Западно-Уральским субрегионом:

Amm. – *Ammarchaediscus*; *B.* – *Bisphaera*; *E.* – *Eoparastaffella*; *Earl.* – *Earlandia*; *P.* – *Palaeospiroplectamina*; *Siph.* – *Siphonodella*; *U.* – *Uralodiscus*

Spinoendothyra costifera кизеловского и зона *Eotextularia diversa – Dainella chomatica* косьвинского горизонтов, в нижней части визейского яруса – зона *Eoparastaffella simplex* пестерьковского и зона *Viseidiscus primaevus* ильчского горизонтов.

Зона *Eotextularia diversa* ОСШ дополнена видом *Dainella chomatica* (Кулагина и др., 2018).

Выделенные зоны и горизонты существенно дополняют полученные ранее данные (рис. 2) и открывают возможности для широкой корреляции осадочных образований карбона Новой Земли с близкими и удаленными регионами.

Исследования выполнены в рамках темы № 123011800010-5 государственного задания ИГГ УрО РАН.

Литература

Алексеев А. С. Каменноугольная система // Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Задачи дальнейших исследований. Постановления МСК и его постоянных комиссий. Вып. 32. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2008. – С. 61–68.

Коссовая О. Л., Борисенков К. В., Горева Н. В. и др. Каменноугольная система / ред. Т. Н. Корень // Зональная стратиграфия фанерозоя России. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. – С. 76–91.

Кулагина Е. И., Степанова Т. И., Зайцева Е. Л. Атлас фораминифер и микрофаций верхнедевонских и нижнекаменноугольных отложений Северной Евразии. Фаменский и турнейский ярусы. – М. : ПИН РАН, 2018. – 221 с.

Матвеев В. П. Стратиграфия и брахиоподы каменноугольных отложений острова Северный архипелага Новая Земля // Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук. – СПб. : СПб ГГИ (ТУ), 1998. – 19 с.

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. : Изд-во ПГО «Севморгеология», 1989. – С. 32–41.

Матвеев В. П., Степанова Т. И., Тарасенко А. Б. Геологическое строение и возраст горяковской и мики-товской свит нижнего карбона в разрезе п-ова Горякова на острове Северный архипелага Новая Земля // Тр. ИГГ УрО РАН. Вып. 166. – 2019. – С. 22–33.

Новая Земля и остров Вайгач. Геологическое строение и металлогения. – СПб. : Тр. НИИГА–ВНИИОкеангеология, 2004. – Т. 205. – 174 с.

Стратиграфические схемы Урала (докембрий, палеозой). – Екатеринбург : ИГГ УрО РАН, Уралгеолком, 1993. – 151 л.

Aleksseev A. S., Nikolaeva S. V., Goreva N. V. et al. Russian Regional Carboniferous Stratigraphy // Geological Society, London, Special Publication. – 2022. – Pp. 9–117. – DOI: <https://doi.org/10.1144/SP512-2021-134>

КОМПЛЕКСЫ ФОРАМИНИФЕР ТИБЕЙСАЛИНСКОЙ СВИТЫ (НИЖНИЙ ПАЛЕОЦЕН) АРКТИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Я. С. Трубин^{1,2}, В. А. Маринов^{1,3}, П. В. Смирнов⁴

¹ Тюменский государственный университет, Тюмень, iyr-2009@mail.ru

² Боннский университет, Бонн, trubinjs@gmail.com

³ Тюменский научный нефтяной центр, Тюмень, marinovva@mail.ru

⁴ Институт криосферы Земли ТюмНЦ СО РАН, Тюмень, geolog.08@mail.ru

FORAMINIFERAL ASSEMBLAGES FROM TIBEISALE FORMATION (LOWER PALEOCENE) IN THE ARCTIC REGION OF WESTERN SIBERIA

Ya. S. Trubin^{1,2}, V. A. Marinov^{1,3}, P. V. Smirnov⁴

¹ University of Tyumen, Tyumen, iyr-2009@mail.ru

² University of Bonn, Bonn, trubinjs@gmail.com

³ Tyumen Scientific Oil Center, Tyumen, marinovva@mail.ru

⁴ Earth Cryosphere Institute, Tyumen Scientific Centre, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Tyumen, geolog.08@mail.ru

Аннотация. Настоящая работа посвящена анализу состава и структуры комплексов фораминифер тибейсалинской свиты, которая широко распространена в Арктической области Западной Сибири и в стратиграфическом отношении отвечает уровню нижнего палеоцена.

Ключевые слова. Палеоген, Северная Евразия, палеоэкология, биостратиграфия.

Abstract. The study is about analysis of structure and composition foraminiferal assemblages from Tibeisale formation that widely occurred in Arctic region of Western Siberia and in stratigraphical context relate to Lower Paleocene.

Key words. Paleogene, Northern Eurasia, paleoecology, biostratigraphy.

Тибейсалинская свита имеет широкое распространение в Арктической области Западной Сибири на Ямальском и Тазовском полуостровах и в стратиграфическом отношении отвечает датскому ярусу нижнего палеоцена (Lebedeva, 2006; Volkova, 2014). Комплексы фораминифер тибейсалинской свиты служат ценным источником палеоокеанографической информации (Бугрова, 2008; Маринов и др., 2022; Trubin et al., 2022). Настоящая работа призвана определить особенности эволюции Арктической области Западно-Сибирского бассейна в раннем палеоцене на основе анализа состава и структуры комплексов фораминифер тибейсалинской свиты.

Материалом для настоящей работы послужил керн двух скважин (скважины 4 и 9) с Харасавэйского газоконденстатного месторождения (71°10'5" с. ш., 67°2'52" в. д.) в Ямало-Ненецком автономном округе. Коллекция образцов керна включает девять проб, отобранных из скв. 4 на глубине от 263 до 372 м, и три пробы, отобранные из скв. 9 на глубине от 208 до 228 м. Фораминиферы извлечены из горных пород по стандартной методике (Маринов и др., 2022). Микропалеонтологические коллекции хранятся на базе лаборатории седиментологии и эволюции палеобиосферы Тюменского государственного университета.

Таксономическая идентификация ископаемых выполнена с использованием атласов СЭМ-иллюстраций фораминифер Западной Сибири (Амон, Маринов, 2011; Маринов и др., 2019, 2022; Trubin et al., 2022) на основе списка таксонов тибейсалинской свиты

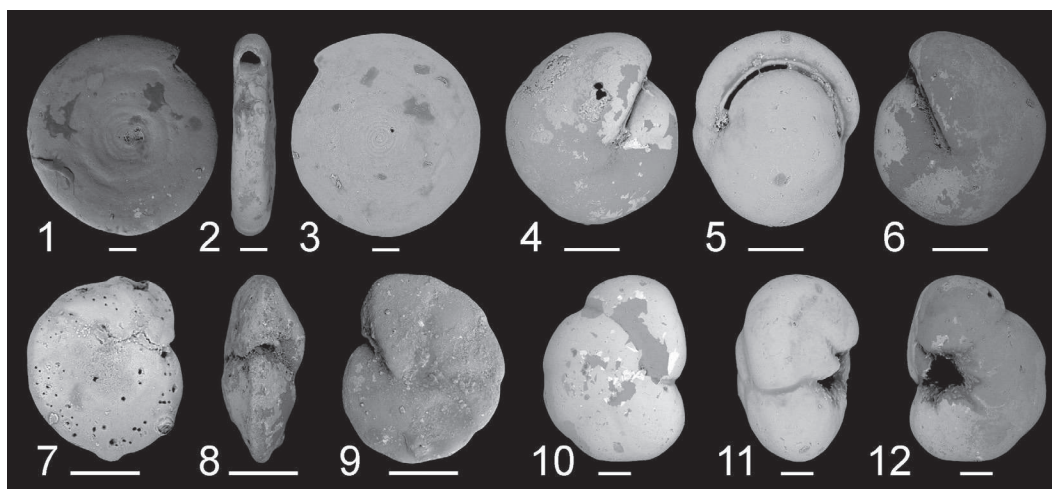
**Число экземпляров, видов и индексов видового разнообразия
для каждого изученного образца**

Скважина	Глубина отбора образцов, м	Число экземпляров	Число видов	Индекс видового разнообразия Фишера
9	208	86	11	2,9
	213	35	6	2,1
	228	95	9	2,4
4	263	10	1	0,3
	267	11	1	0,3
	283	82	9	2,6
	303	30	8	3,6
	307	99	6	1,4
	313	152	10	2,4
	323	50	7	2,2
	333	246	9	1,8
372	98	13	4,0	
Всего		994	25	—

(Бугрова, 2008) и результатов монографического исследования разнообразия фораминифер мела и палеогена Западной Сибири и сопредельных территорий (Волошинова, Дайн, 1952; Василенко, 1954; Еремеева, Белоусова, 1961; Субботина и др., 1964; Подобина, 1975, 1998). Для каждого образца определено число экземпляров и видов, а также рассчитан индекс видового разнообразия Фишера (Fisher et al., 1943) (таблица).

Всего собрано 994 раковин, из которых идентифицировано 25 видов бентосных фораминифер (рисунок). По характеру состава и структуры изученных ассоциаций в объеме тибейсалинской свиты выделяется два ясно обособленных друг от друга комплекса фораминифер. Нижний комплекс определяется по доминированию представителей *Cibicidinae*, *Gavelinellinae* и *Pulleniinae*. Верхний комплекс отличается меньшим разнообразием и доминированием *Elphidiinae* и *Polymorpininae* и присутствием *Miliolina*.

В раннем палеоцене северная окраина Западной Сибири была покрыта эпиконтинентальным морем, сообщавшимся с Арктическим океаном и населенным умеренно-разнообразными комплексами бентосной фауны (25 видов, индекс Фишера = 0,3–4,0), что характерно для высоких широт (Chaudhary et al., 2016). Видовое разнообразие ограничено преимущественно эндемичными таксонами. Доминирование представителей *Cibicidoides* и *Gavelinella* в нижнем



Некоторые виды фораминифер тибейсалинской свиты:

1–3 – *Cornuspira sibirica* (Подобина, 1975); 4–6 – *Pullenia cretacea* Cushman, 1936; 7–9 – *Cibicidoides proprius* Brotzen, 1948; 10–12 – *Ceratolamarckina tuberculata* (Brotzen, 1948). Размер мерной линейки – 100 мкм

комплексе свидетельствует об условиях глубоководного и среднего шельфа. Представители *Elphidium* и *Criboelphidium* из верхнего комплекса характерны для хорошо насыщенных кислородом вод фотической зоны внутреннего шельфа (Berggren, 1974a, 1974b). Таким образом, изменение состава и структуры комплексов фораминифер отражает эволюцию Арктической области Западно-Сибирского бассейна в раннем палеоцене от глубоководного шельфа к мелководному внутреннему шельфу, что отвечает глобальному тренду изменения уровня Мирового океана в палеоцене (Snedden, Liu, 2010).

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования в рамках государственного задания FEWZ-2020-0007 «Фундаментальные закономерности развития природной среды юга Западной Сибири и Тургая в кайнозое: седиментология осадочных толщ, абиотические геологические события и эволюция палеобиосферы». Исследования выполнены с использованием оборудования ЦКП «Биокосные системы криосферы», Тюменский научный центр СО РАН.

Литература

Амон Э. О., Маринов В. А. Фораминиферы танетского яруса палеоцена Западной Сибири – корреляционные аспекты // Литосфера. – 2011. – № 6. – С. 55–70.

Бугрова Э. М. Биостратиграфия пограничных отложений мела и палеогена Арктического региона Западной Сибири // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2008. – Т. 16. – № 1. – С. 85–94.

Василенко В. П. Ископаемые фораминиферы СССР Аномалиниды. – Л. : Гостоптехиздат, 1954. – 282 с.

Волошинова Н. А., Дайн Л. Г. Ископаемые фораминиферы СССР. Нониониды, Кассидулиниды и Хилостомеллиды. – М. : Гостоптехиздат, 1952. – 151 с.

Еремеева А. И., Белоусова Н. А. Стратиграфия и фауна фораминифер меловых и палеогеновых отложений Восточного склона Урала, Зауралья и Северного Казахстана // Материалы по геологии и полезным ископаемым Урала. – 1961. – Вып. 9. – С. 3–188.

Маринов В. А., Курчатова А. Н., Гнибиденко З. Н. и др. Стрoение разреза верхнемеловых и кайнозойских отложений южной части Гыданского полуострова // Геология и геофизика. – 2022. – Т. 63. – № 12. – С. 1692–1713.

Маринов В. А., Нехаев А. Ю., Хазин Л. Б. Новые данные по биостратиграфии верхнемеловых отложений карьера Кушмурун (Северный Казахстан) // Бюлл. МОИП. Отделение геологии. – 2019. – Т. 94. – Вып. 5–6. – С. 33–46.

Подобина В. М. Фораминиферы верхнего мела и палеогена Западно-Сибирской низменности и их значение для стратиграфии. – Томск : Изд-во ТГУ, 1975. – 163 с.

Подобина В. М. Фораминиферы и биостратиграфия палеогена Западной Сибири. – Томск : Изд-во научно-технической литературы, 1998. – 334 с.

Субботина Н. Н., Алексейчик-Мицкевич Л. С., Барановская О. Ф. и др. Фораминиферы меловых и палеогеновых отложений Западно-Сибирской низменности. – Л. : Недра, 1964. – 456 с.

Berggren W. A. Late Paleocene – Early Eocene benthonic foraminiferal biostratigraphy and paleoecology of Rockall Bank // Micropaleontology. – 1974a. – Vol. 20. – No. 4. – Pp. 426–448.

Berggren W. A. Paleocene benthonic foraminiferal biostratigraphy, biogeography and paleoecology of Libya and Mali // Micropaleontology. – 1974b. – Vol. 20. – No. 4. – Pp. 449–465.

Chaudhary C., Saeedi H., Costello M. J. Bimodality of Latitudinal Gradients in Marine Species Richness // Trends in Ecology & Evolution. – 2016. – Vol. 31. – No. 9. – Pp. 670–676.

Fisher R. A., Corbet A. S., Williams C. B. The Relation Between the Number of Species and the Number of Individuals in a Random Sample of an Animal Population // Journal of Animal Ecology. – 1943. – Vol. 12. – No. 1. – Pp. 42–58.

Lebedeva N. K. Dinocyst Biostratigraphy of the Upper Cretaceous of Northern Siberia // Paleontological Journal. – 2006. – Vol. 40. – No. 5. – Pp. 604–621.

Snedden J. W., Liu C. A compilation of Phanerozoic Sea level change, coastal onlaps, and recommended sequence designations // American Association of Petroleum Geologists Search and Discovery Article. – 2010. – Pp. 3.

Trubin Ya. S., Marinov V. A., Smirnov P. V. et al. Lower Paleocene foraminiferal assemblages from the Tibeisale Formation in the Arctic region of Western Siberia // Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie – Abhandlungen. – 2022. – Vol. 306. – No. 1. – Pp. 65–80.

Volkova V. S., Kul'kova I. A., Kuz'mina O. B. Palynostratigraphy of Paleogene and Neogene sediments of the Baraba–Kulunda facies zone of West Siberia // Russian Geology and Geophysics. – 2002. – Vol. 43. – No. 11. – Pp. 1017–1037.

ТРИАСОВЫЙ ЭТАП ЭВОЛЮЦИИ ДВУСИММЕТРИЧНЫХ НОДОЗАРИИД (FORAMINIFERA) НА СЕВЕРЕ СИБИРИ

А. В. Ядренкин

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,
Новосибирск, YadrenkinAV@ipgg.sbras.ru*

EVOLUTION OF BISYMMETRICAL NODOSARIIDS (FORAMINIFERA) IN TRIASSIC ON THE NORTHERN SIBERIA

A. V. Yadrenkin

*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, YadrenkinAV@ipgg.sbras.ru*

Аннотация. Результаты анализа стратиграфического распределения в триасовых отложениях севера Сибири представителей двусимметричных нодозариид (роды: *Lingulina*, *Paralingulina*, *Geinitzinita*, *Ichthyolaria*, *Frondicularia*, *Dagysina*), выявлена этапность, уровни изменения таксономического состава. Установлена стратиграфическая последовательность из трех видов фрондикулярий, вероятно, относящихся к одной филогенетической линии.

Ключевые слова. Триас, Северная Сибирь, фораминиферы, двусимметричные нодозарииды, стратиграфия.

Abstract. The results of the analysis of the stratigraphic distribution of bisymmetrical nodosariids (genera: *Lingulina*, *Paralingulina*, *Geinitzinita*, *Ichthyolaria*, *Frondicularia*, *Dagysina*) in the Triassic deposits of the north of Siberia, stages and levels of change in the taxonomic composition were revealed. A stratigraphic sequence of three species of *Frondicularia* has been established, probably, this species are belonging to the same phylogenetic line.

Key words. Triassic, Northern Siberia, foraminifera, bisymmetrical Nodosariids, stratigraphy.

Понятие – двусимметричные нодозарииды – объединяет представителей шести родов фораминифер, имеющих относительно широкое распространение в триасе, с морфологически сходным строением раковины, а именно с однорядным расположением широких двулопастных камер, имеющих форму от прямоугольно-трапециевидных до вилообразных. Такими родами, встречаемыми в изученных разрезах триаса на севере Средней Сибири, являются *Lingulina* Orbigny, 1826, *Paralingulina* Gerke, 1969, *Geinitzinita* Sellier de Civrieux et Dessavagie, 1965, *Ichthyolaria* Wedekind, 1937, *Frondicularia* Defrance, 1826, *Dagysina* Yadrenkin, 2008.

Большой вклад в систематику двусимметричных нодозариид внесли Sellier de Civrieux и Dessavagie (1965), а также А. А. Герке (1967), опубликовавший серию крупных статей с монографическим описанием фораминифер перми, триаса и лейаса из Нордвикского района, в том числе и представителей данных родов (Герке, 1957, 1961, 1962, 1969 и др.). А. А. Герке (1967) было детально изучено строение раковин, выделены диагностические видовые признаки, разработана терминология признаков, градация формы раковины, камер, поперечного сечения, периферического края и т. д., предложены таблицы количественной градации признаков и методика проведения замеров. Все это способствовало единообразию в описании видов и корректности в определении родовой принадлежности. Однако единого взгляда на систематику не существует, поэтому в статьях ряда авторов случается отнесение одних и тех же видов к разным родам. Наиболее сложно найти критерии отличий между фрондикуляриями и ихтиоляриями, другой сборной группой являются лингулины, к которым зачастую относят представителей гейнитзинит и паралингулин. Позднее новые виды фрондикулярий и новый род *Dagysina* Yadrenkin были описаны из верхнего триаса о. Котельный (Ядренкин, 1997, 2008; Ядренкин, Клец, 2004).

В задачу проведенного исследования входило определение уровня появления и стратиграфический диапазон распространения таксонов видового ранга. Материалом исследования послужили коллекции из личных сборов автора (1992–2010) из ряда опорных разрезов триаса севера Средней Сибири и о. Котельный (Новосибирские острова), а также коллекции, составленной из образцов с о. Котельный и любезно предоставленных автору А. Ю. Егоровым (Аэрогеология, Москва) и А. Г. Константиновым (ИНГГ СО РАН, Новосибирск) из сборов 1984 г. В работе автор придерживался системы фораминифер А. Леблича и Х. Тапшэн

(Loeblich, Tappan, 1988) с некоторыми уточнениями, касающимися родов *Lingulina* и *Geinitzinita*. Наиболее полный в стратиграфическом отношении материал представлен из разрезов о. Котельный, где триас сложен породами исключительно морского генезиса, формирование которых происходило в обстановках, удаленных от берега, и относительно слабо литифицированными аргиллитами и глинами аргиллитоподобными, которые содержат богатые комплексы фораминифер (Константинов и др., 2022).

Нодозарииды получили широкое распространение в поздней перми, так, в тетических палеобассейнах Закавказья, где они в составе нодозариидо-милиолидовых комплексов приходят на смену фузулинидовых (Рейтлингер, 1965). А в бореальных комплексах фораминифер на севере Средней Сибири они обычны в течение всей перми (Герке, 1952, 1962). Н. И. Каравая и Г. П. Нестелл была предложена биостратиграфическая шкала перми по фораминиферам для Омолонского массива, в которой руководящими являются виды именно из родов двусимметричных нодозариид (Karavaeva, Nestell, 2007). Эта группа продолжает занимать заметное место и в триасовых бореальных комплексах и имеет важное стратиграфическое значение в позднем триасе (Константинов и др., 2013).

Анализ стратиграфического распределения видов вышеперечисленных родов в триасовых разрезах севера Сибири позволяет выделить три подэтапа (рисунок, А).

1. Раннетриасовый–раннеладинский. Комплексы из пограничного пермско-триасового интервала таксономически обедненные представлены исключительно агглютинирующими формами, во всех известных бореальных местонахождениях индских фораминифер виды двусимметричных нодозариид отсутствуют (Ядренкин и др., 2020). Первое появление лингулин и гейнитзинит в триасе отмечается в позднем оленьке – раннем анизии (р. Чернохребетная, Восточный Таймыр), где они встречены редко и в единичных экземплярах.

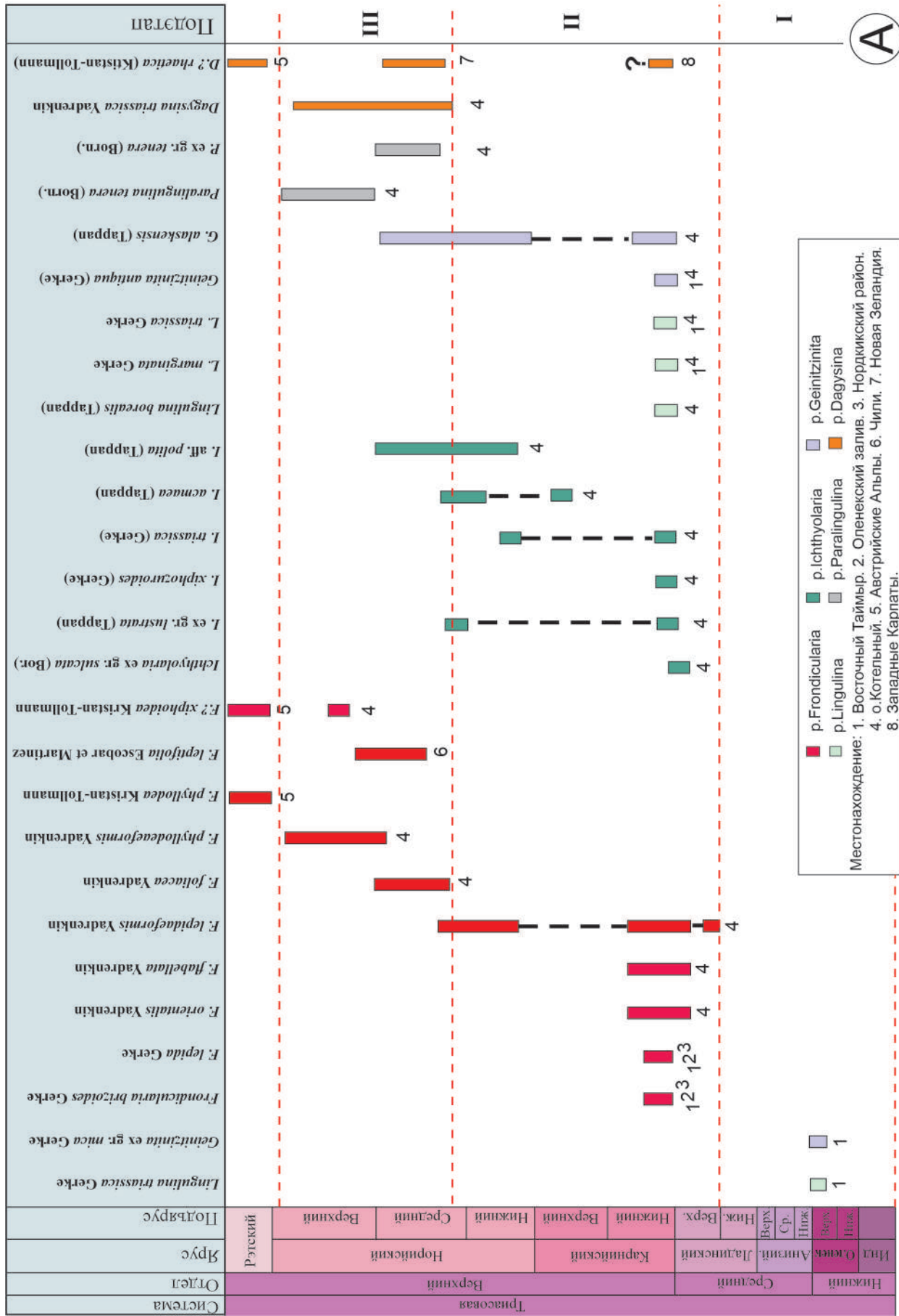
2. Позднеладинско-средненорийский. С началом раннекарнийской трансгрессии, которой на севере Сибири отвечают базальные части осипайской и шейнинской свит, наблюдается стабильное присутствие в фораминиферовых комплексах лингулин, гейнитзинит, а также появляются фрондикулярии и ихтиолярии. С началом этого этапа связано появление целого ряда эндемичных видов, треть из которых продолжили свое существование в норийском веке (рисунок, А). На о. Котельный появление двусимметричных нодозариид приурочено к терминальной части ладина, однако ранее эта часть разреза относилась к низам карния (Константинов и др., 2013, 2022; Никитенко и др., 2022).

3. Средне-поздненорийский. В низах среднего нория (слои с аммоноидеями *Cyrtopleurites* ex gr. *altissimus*) отмечается появление фрондикулярий *F. foliacea* Yadrenkin, имеющих близкое морфологическое строение раковины с *F. lepidaeformis* Yadrenkin, а также новых для бореального триаса родов *Paralingulina* и *Dagysina*. Дагисины считались эндемиками сибирских разрезов (Ядренкин, 2008), однако, вероятно, правильным будет отнесение к роду *Dagysina* таких видов фрондикулярий, как *?F. otamitaensis* Strong и *?F. rhaetica* Kristan-Tollmann из отамитанского яруса Новой Зеландии (Strong, 1984) и рэта Австрийских Альп (Kristan-Tollmann, 1964).

Из верхнего триаса севера Сибири описаны виды своеобразных крупных широких «листообразных», морфологически сходных фрондикулярий. Новые данные из разрезов о. Котельный подтвердили выявленную ранее стратиграфическую последовательность видов (Ядренкин, 1997), уточнили их стратиграфическое положение и вероятность принадлежности их к одной филогенетической линии (рисунок, В).

Виды *F. lepida* Gerke, *F. lepidaeformis* Yadrenkin, *F. foliacea* Yadrenkin, *F. phyllodeaeformis* Yadrenkin морфологически очень близки в плане общего строения раковины, характеризуются очень сильно уплощенной раковинкой, низкими вилообразными, очень сильно объемлющими камерами и клиновидно-шлемовидной формой устьевой поверхности. Сочетание этих признаков резко отличает их от других фрондикулярий перми, триаса и юры (лейаса). Несмотря на внешнее морфологическое сходство, каждый из указанных выше видов обладает набором дискретных признаков, позволяющих их однозначно идентифицировать.

В результате сравнения морфологии данных видов и анализа их стратиграфического распространения выявлено последовательное изменение строения начальной камеры и степени



Стратиграфическое распределение некоторых представителей двусимметричных нодозарий в триасовых отложениях севера Сибири и других регионах мира (А). Стратиграфическое положение филолинии *F. lepidaeiformis* – *F. foliacea* – *F. phyllodaeiformis* (В)

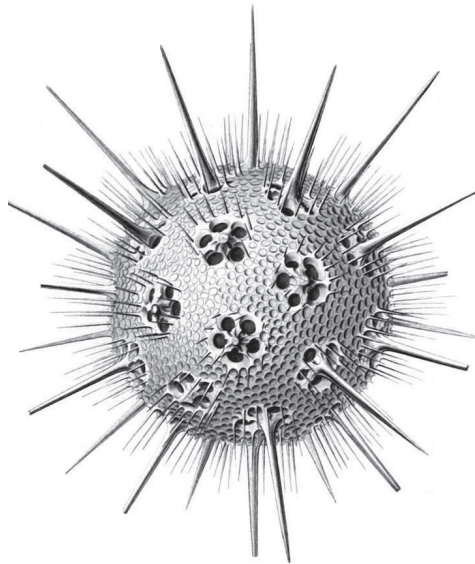
ее объемлимости от вида к виду в течение ладинского–норийского веков (рисунок, В). В позднем ладине – раннем нории встречаются виды с овальным–яйцевидным пролокулумом (*F. lepida*, *F. lepidaeformis*), а со среднего нория появляются виды с веретенovidным (*F. foliacea*, *F. phyllodeaeformis*). В низах среднего нория (д-зона Otapiria ussuriensis, слои с аммоноидеями Certhopleurites) был установлен интервал совместного распространения видов *F. lepidaeformis* и *F. foliacea*, в котором отмечается высокая изменчивость в строении начального отдела, нарушение симметрии в развитии камер и приобретение черт больше характерных для таких родов, как *Cytharinella* и *Frondivaginulina*. Интересно, что морфологически близкие виды с веретенovidным пролокулумом отмечены в среднем–верхнем? нории Чили (*F. leptifolia*) и рэте Австрийских Альп (*F. phyllodea*), что позволяет предполагать их высокий корреляционный потенциал. Полная последовательность из трех сменяющих друг друга видов установлена в сводном разрезе о. Котельный. На основании морфологического сходства, общности географического распространения и последовательного стратиграфического положения в разрезе было сделано предположение о принадлежности этих видов к одной филогенетической линии.

Работа выполнена в рамках проекта ФНИ № FWZZ-2022-0005.

Литература

- Герке А. А. Микрофауна пермских отложений Нордвикского района и ее стратиграфическое значение // Тр. НИИГА. Т. XXVIII. – 1952. – 210 с.
- Герке А. А. Фораминиферы пермских, триасовых и лейасовых отложений нефтеносных районов севера Центральной Сибири // Тр. НИИГА. Т. 120. – Л., 1961. – 519 с.
- Герке А. А. Фрондикулярии из пермских, триасовых и лейасовых отложений севера Центральной Сибири // Палеонтология и биостратиграфия. Тр. НИИГА. Т. 127. – Л., 1962. – С. 97–175.
- Герке А. А. О морфологических признаках двусимметричных нодозариид (фораминиферы) и содержании видовых описаний // Палеонтология и биостратиграфия. Ученые записки НИИГА. Вып. 19. – Л., 1967. – С. 5–37.
- Герке А. А. О некоторых вопросах систематики нодозариид и роде Paralingulina // Вопросы микропалеонтологии. – 1969. – Вып. 11. – С. 42–60.
- Константинов А. Г., Соболев Е. С., Ядренкин А. В. Стратиграфия триаса восточной части побережья моря Лаптевых и Новосибирских островов // Геология и геофизика. – 2013. – Т. 54. – № 8. – С. 1028–1046.
- Константинов А. Г., Соболев Е. С., Ядренкин А. В. и др. Детальная биостратиграфия триаса о. Котельный (архипелаг Новосибирские острова, Арктическая Сибирь) // Геология и геофизика. – 2022. – Т. 63. – № 4. – С. 476–497.
- Никитенко Б. Л., Девятков В. П., Константинов А. Г. и др. Триас архипелага Новосибирские острова и его положение в структуре осадочного чехла лаптевоморского шельфа // Геология и геофизика. – 2022. – Т. 63. – № 4. – С. 458–475.
- Рейтлингер Е. А. Развитие фораминифер в позднепермскую и раннетриасовую эпохи на территории Закавказья // Вопросы микропалеонтологии. – 1965. – Т. 9. – С. 45–70.
- Ядренкин А. В. Позднетриасовые фрондикулярии (фораминиферы) севера Сибири и их значение для корреляции // Биостратиграфия и микроорганизмы фанерозоя Евразии. Тр. XII Всероссийского микропалеонтологического совещания. – ГЕОС, 1997. – С. 220–227.
- Ядренкин А. В., Клец Т. В. Новые виды нодозариид (Foraminifera) из верхнетриасовых отложений севера Сибири // Новости палеонтологии и стратиграфии (приложение к журналу «Геология и геофизика». Т. 45). – 2004. – Вып. 6, 7. – С. 133–143.
- Ядренкин А. В. Dagysina – новый род нодозариид (Foraminifera) из верхнего триаса острова Котельного (Новосибирские острова) // Палеонтологический журнал. – 2008а. – № 3. – С. 3–7.
- Ядренкин А. В., Бяков А. С., Кутыгин Р. В., Копылова А. В. Новые находки и стратиграфическое распределение фораминифер в пограничных пермско-триасовых отложениях Южного Верхоянья // Тихоокеанская геология. – 2020. – Т. 39. – № 5. – С. 69–82.
- Escobar F., Martinez R. Frondicularia leptifolia sp.n. primer foraminifera del Triassica de Chile // Revista Espanola de Micropaleontologia. – 1978. – Vol. 10. – Pt 2. – Pp. 211–216.
- Karavaeva N. I., Nestell G. P. Permian foraminifers of the Omolon Massif, northeastern Siberia, Russia // Micropaleontology. – 2007. – Vol. 53. – No. 3. – Pp. 161–211.
- Kristan-Tollmann E. Die Foraminiferen aus den rhatischen Zlambachmergeln der Fischerwiese bei Aussee im Salzkam-mergut // Jahrb. der Geol. bundesanst. Sonderband. – 1964. – No. 10. – 189 p.
- Loeblich A., Tappan H. Foraminiferal Genera and their classification // New York. – 1988. – Vol. 1–2.
- Sellier de Civrieux J. M., Dessavagie T. F. J. Reclassification de quelques Nodosariidae particulièrement du Permien au Leias // Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü Yayınlarından, Ankara. – 1965. – Vol. 124. – 178 p.
- Strong C. P. Triassic Foraminifera from Southland Syncline, New Zealand // Bull. New Zealand Geol. Surv. – 1984. – Vol. 52. – Pp. 1–62.

РАДИОЛЯРИИ



МАТЕРИАЛЫ К УТОЧНЕНИЮ РАДИОЛЯРИЕВОЙ ЗОНАЛЬНОЙ ШКАЛЫ ПАЛЕОГЕНА ЕВРОПЕЙСКОЙ РОССИИ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Э. О. Амон

Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва, amon@paleo.ru

MATERIALS FOR CORRECTION OF PALEOGENE RADIOLARIAN ZONAL SCALE OF EUROPEAN RUSSIA AND ADJACENT TERRITORIES

E. O. Amon

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, amon@paleo.ru

Аннотация. Региональная зональная радиоляриевая шкала палеогена, разработанная для территории Европейской России, Западной Сибири и прилегающих регионов Казахстана (Северо-Восточный Прикаспий, Тургай) (бореальный стандарт) скорректирована и уточнена в соответствии с новыми данными, полученными при современном изучении биостратиграфии палеогена. Важным аспектом актуализации явилось сопоставление его с современным глобальным низкоширотным радиоляриевым зональным стандартом.

Ключевые слова. Радиолярии, палеоген, зональная шкала России, бореальный стандарт.

Abstract. Paleogene regional zonal radiolarian scale (boreal standard), developed for the territory of European Russia, Western Siberia and adjacent regions of Kazakhstan (North-Eastern Caspian, Turgai) corrected and refined in accordance with new data obtained in the modern study of Paleogene biostratigraphy. An important aspect of updating the boreal standard was its comparison with the modern global low-latitude radiolarian zonal standard.

Key words. Radiolarians, Paleogene, zonal standard scale of Russia, boreal standard.

Фоссилизированные остатки радиолярий палеогенового возраста встречены в Европейской России на Средней (Ульяновско-Саратовское Поволжье) и Нижней Волге, включая часть Общего Сырта (Волгоградская и Астраханская области); в бассейне р. Дон и на Нижнем Дону (Ростовская область); в районе Воронежской антеклизы (Воронежская область); в Белгородской области; а также на Западном (р. Кубань, Туапсе, Новороссийск) и Центральном (р. Хезу) Кавказе; и, кроме того, в Зауралье (от Приполярного до Южного), в западной и южной частях Западной Сибири. В сопредельных регионах эти микрофоссилии установлены в Северо-Восточном Прикаспии и Тургайском прогибе (Казахстан), Днепровско-Донецкой впадине (Харьковская область, Украина), Азербайджане, а также в сопоставимом регионе Дальнего Востока России.

Радиоляриевая зональная шкала палеогена Европейской России и прилегающих территорий разработана Г. Э. Козловой (1999 и др.). Шкала основана на смене комплексов радиолярий в интервале от нижнего палеоцена до верхов среднего эоцена и принята в качестве зонального стандарта по радиоляриям. В международной литературе шкала получила название «бореальной» или «бореального стандарта», и вот уже 40 лет бореальный стандарт используется в качестве надежной основы для расчленения и корреляции палеогеновых отложений, будучи особенно полезным в ситуациях, когда другие палеонтологические остатки в породах бедны.

Вместе с тем появилось много новых данных, уточняющих биостратиграфию районов и регионов, на основе которых разрабатывалась названная зональная шкала, в частности, по Ульяновско-Сызранской структурно-фациальной зоне Поволжско-Прикаспийского субрегиона (Орешкина, Александрова, 2017 и др.), Воронежской антеклизе (Бугрова и др., 2016 и др.), Зауралью, Западной Сибири и Тургаю (Васильева, 2016, 2018 и др.), Прикаспию (Васильева, 2013; Васильева, Мусатов, 2010), Днепровско-Донецкой впадине (Беньямовский, 2005 и др.). Стала возможной актуализация бореального радиоляриевого стандарта в соответствии с новыми данными, которые были получены по сопровождающим радиолярии нанопланктону (единично), диатомеям и диноцистам (Яковлева, 2017; Мусатов, Богачкин, 2019; Орешкина и др., 2021; Александрова и др., 2020; Яковлева, Александрова, 2021 и др.). При этом в силу редкости находок нанопланктона совместно с радиоляриями диатомеи и диноцисты приобрели ведущее значение.

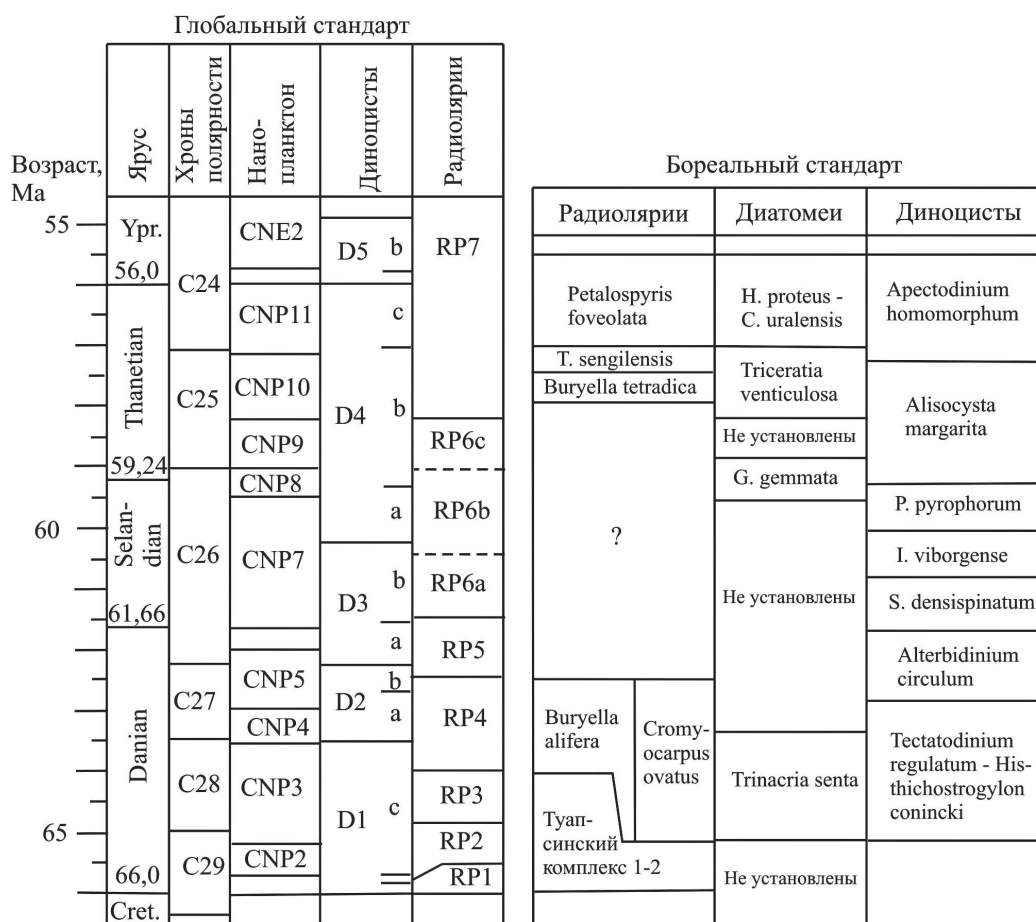


Рис. 1. Схема сопоставления палеоценовой части глобального радиоляриевых стандарта (Speijer et al., 2020, с изменениями) с бореальным стандартом (Козлова, 1999)

Диатомеи и диноцисты – компиляция по данным (Васильева, 2016; Яковлева, 2017; Орешкина, Александрова, 2017; Орешкина и др., 2021). Т. – Tripodiscinus, Н. – Nemialulus, С. – Coscinodiscus, G. – Grunowiella, S. – Spinidinium, I. – Isabelidinium?, P. – Palaeoperidinium. Знак вопроса – возможный перерыв

Важным аспектом уточнения бореального стандарта явилось сопоставление его с современным глобальным низкоширотным радиоляриевым зональным стандартом, принятым на международном уровне в качестве глобального (Vandenberghе et al., 2012; Speijer et al., 2020; Hollis et al., 2020; Meunier, Danelian, 2022).

На рис. 1 и 2 приведены палеоценовая и эоценовая части уточненного бореального стандарта. Коррекции подверглись стратиграфическая позиция, возраст и фиксация границ биостратонов шкалы. Уточнение стратиграфической позиции зон позволило, в частности, обнаружить перерывы в последовательности биостратонов, не отмеченные ранее в бореальном стандарте. Несмыкаемость границ зон выявлена между слоями с *Buryella tetradica* и слоями с *Buryella alifera*, между зонами *Petalospyris fiscella* и *Petalospyris foveolata*, между зонами *Lychnocanium separatum* и *Buryella clinata* – *Buryella longa*. В датском интервале шкалы добавлен, согласно материалам (Кочергин, 2016, 2017 и др.), новый комплекс радиолярий, условно названный нами «Туапсинским» ранне-среднедатского возраста.

К числу задач будущих исследований, направленных на совершенствование бореального стандарта, можно отнести повторное изучение особенностей распространения радиолярий в опорных разрезах; решение проблемы перерывов в последовательности зон, особенно в зеландской части шкалы; а также ревизию видового состава зональных комплексов, устранение синонимов, приведение систематики к современному состоянию. Важным направлением

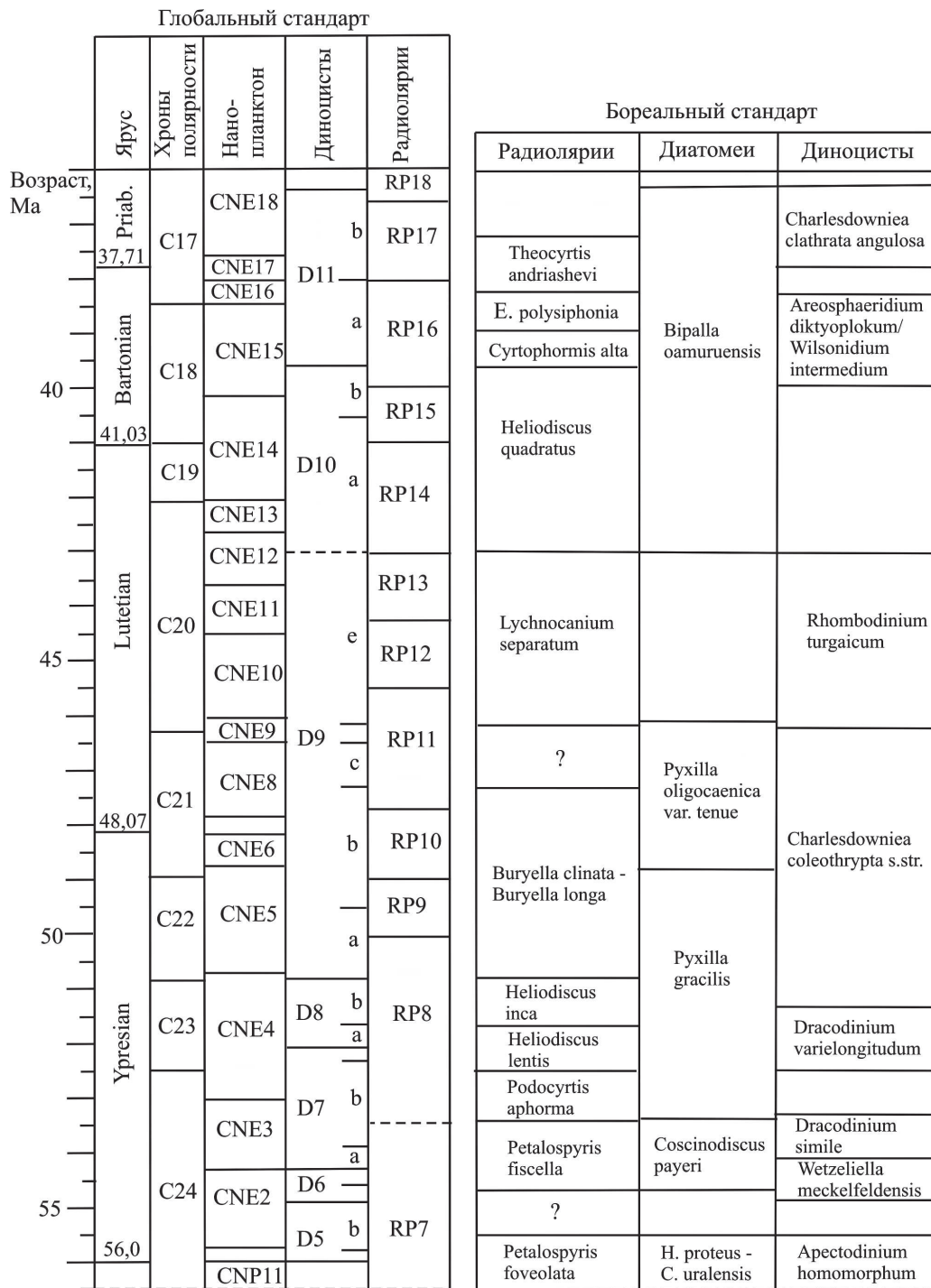


Рис. 2. Схема сопоставления эоценовой части глобального радиоляриевого стандарта (Speijer et al., 2020, с изменениями) с бореальным стандартом (Козлова, 1999)

Диатомеи и диноцисты – компиляция по данным (Васильева, 2016; Яковлева, 2017; Орешкина, Александрова, 2017; Орешкина и др., 2021). Н. – Nemiulus, С. – Coscinodiscus. E. – Ethmosphaera. Знак вопроса – возможный перерыв

следует считать уточнение корреляционных соотношений с зональной шкалой палеогена Северо-Западной Пацифики в интервале позднего палеоцена – эоцена, разработанной по материалам Дальнего Востока России (Витухин, 1993, 2010).

Литература

Александрова Г. Н., Орешкина Т. В., Яковлева А. И. Актуализация региональной стратиграфической схемы палеогена юга Русской плиты: проблемы и пути решения // Проблемы региональной геологии Северной

Евразии. Материалы конференции «XII Научные чтения, посвященные памяти проф. М. В. Муратова». – М. : МГРИ-РГГРУ, 2020. – С. 3–5.

Беньямовский В. Н. Палеобиогеографические сценарии позднемиоценового–раннепалеогенового времени в пределах северной периферии Тетиса / ред. Ю. Б. Гладенков, К. И. Кузнецова // Биосфера–экосистема–биота в прошлом Земли: палеобиогеографические аспекты. – М. : Наука, 2005. – С. 267–308.

Бугрова Э. М., Беньямовский В. Н., Табачникова И. П. и др. Опорный разрез Кантемировка палеогена Воронежского региона // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2016. – Т. 24. – № 6. – С. 78–100.

Васильева О. Н. Диноцисты морского палеогена Зауралья // Ежегодник-2015. Тр. Ин-та геологии и геохимии УрО РАН. Вып. 163. – Екатеринбург : УрО РАН, 2016. – С. 8–17.

Васильева О. Н. Корреляция отложений среднего и верхнего эоцена в Сибирско-Тургайском субрегионе по диноцистам // Ежегодник-2017. Тр. Ин-та геологии и геохимии УрО РАН. Вып. 165. – Екатеринбург : УрО РАН, 2018. – С. 3–11.

Васильева О. Н., Мусатов В. А. Биостратиграфия палеогена Северного Прикаспия по диноцистам и нанопланктону (Новоузенская опорная скважина) Ст. 1. Обоснование возраста отложений и корреляции // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2010. – Т. 18. – № 1. – С. 88–109.

Витухин Д. И. Расчленение кайнозоя Дальнего Востока России по радиолариям. – М. : Наука, 1993. – 105 с.

Витухин Д. И. Развитие радиоларий в палеогене Северо-Западной Пацифики // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2010. – Т. 18. – № 4. – С. 92–105.

Козлова Г. Э. Радиоларии палеогена бореальной области России. Практическое руководство по микрофауне России. Т. 9. – СПб. : ВНИГРИ, 1999. – 323 с.

Кочергин Д. В. Первые данные о радиолариях палеоцена из опорного разреза свиты циде на р. Туапсе: биостратиграфия и палеообстановки / ред. В. М. Цейслер // Проблемы региональной геологии Северной Евразии. Материалы конференции. – М. : МГРИ-РГГРУ, 2016. – С. 53–55.

Кочергин Д. В. Значение палеоценовых радиоларий Северо-Западного Кавказа для стратиграфии и палеогеографических реконструкций бассейна // Интегративная палеонтология: перспективы развития для геологических целей. Материалы LXIII сессии Палеонтологического общества при РАН (3–7 апреля 2017 г., Санкт-Петербург). – СПб., 2017. – С. 83–83.

Мусатов В. А., Богачкин А. Б. Бартонский ярус среднего эоцена Европейской части России. Стратиграфический объем и критерии определения границ. Ст. 2. Детальная зональная стратиграфия людетско-бартонского интервала по нанопланктону и палеомагнитная характеристика разрезов Предкавказья // Недра Поволжья и Прикаспия. – 2019. – Вып. 98. – С. 3–24.

Орешкина Т. В., Александрова Г. Н. Палеонтологическая характеристика палеоцена – нижнего эоцена Ульяновско-Сызранской структурно-фациальной зоны Поволжско-Прикаспийского субрегиона // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2017. – Т. 25. – № 3. – С. 73–98.

Орешкина Т. В., Яковлева А. И., Александрова Г. Н. Силикофоссилии и диноцисты из терригенно-кремнистых отложений нижнего палеогена юга Русской плиты и их значение для обоснования возраста свит // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2021. – Т. 29. – № 3. – С. 45–71.

Яковлева А. И. Детализация эоценовой диноцистовой шкалы для Восточного Перитетиса // Бюлл. МОИП. Отдел геологический. – 2017. – Т. 82. – Вып. 2. – С. 32–48.

Яковлева А. И., Александрова Г. Н. Палеоген Преддонецкой моноклинали и его палинологическая характеристика // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2021. – Т. 29. – № 1. – С. 59–98.

Hollis C. J., Pascher K. M., Sanfilippo A. et al. An Austral radiolarian biozonation for the Paleogene // Stratigraphy. – 2020. – Vol. 17. – Pp. 213–278.

Meunier M., Danelian T. Astronomical calibration of late middle Eocene radiolarian bioevents from ODP Site 1260 (equatorial Atlantic, Leg 207) and refinement of the global tropical radiolarian biozonation // Journal of Micropalaeontology. – 2022. – Vol. 41. – Pp. 1–27.

Speijer R. P., Pälike H., Hollis C. J. et al. The Paleogene Period / eds. F. M. Gradstein, J. G. Ogg, M. D. Schmitz, G. M. Ogg // Geologic Time Scale. – Amsterdam : Elsevier, 2020. – Vol. 2. – Pp. 1087–1140.

Vandenbergh N., Hilgen F. J., Speijer R. P. The Paleogene Period / eds. F. M. Gradstein, J. G. Ogg, M. D. Schmitz, G. M. Ogg // The Geological Time Scale. – Amsterdam : Elsevier, 2012. – Pp. 855–921.

РЕКОНСТРУКЦИЯ УСЛОВИЙ ОБИТАНИЯ РАДИОЛЯРИЙ: КУНГУР ЮЖНОГО УРАЛА И РАННЕЕ ТУРНЕ ВОЛГО-УРАЛЬСКОГО БАСЕЙНА

М. С. Афанасьева

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

RECONSTRUCTION OF RADIOLARIAN HABITAT CONDITIONS: KUNGURIAN OF THE SOUTH URALS AND EARLY TOURNAISIAN OF THE VOLGA-URAL BASIN

M. S. Afanasieva

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

Аннотация. Существуют важные морфологические отличия между доминирующими высокими таксонами (классами) радиолярий, обитавшими на разных глубинах: (1) в ассоциациях из глубоководных отложений палеоокеанов преобладали билатерально-симметричные таксоны; (2) в комплексах из отложений шельфа палеоморей доминировали сферические морфотипы. В раннем турне и кунгуре отмечена инверсия доминирования классов Sphaerellaria и Spumellaria, что может свидетельствовать об изменении характера обитания: от условий внешнего шельфа с доминирующими пористыми Sphaerellaria к обстановкам внутреннего шельфа, в условиях которого преобладали губчато-решетчатые Spumellaria.

Ключевые слова. Радиолярии, доминирующие высокие таксоны (классы), среда обитания, ранний турне, кунгур, Южный Урал, Волго-Уральский бассейн, Россия.

Abstract. There are important morphological differences between the dominant high taxa (classes) in radiolarian associations that lived at different depths: (1) bilaterally symmetrical taxa prevailed in associations from deep-water deposits of the paleocean; (2) spherical morphotypes dominated in complexes from deposits of the paleosea shelf. An inversion of the dominance Sphaerellaria and Spumellaria classes in the early Tournaisian and Kungurian was noted. This may indicate a change in the nature of the habitat: from the conditions of the outer shelf with dominant porous Sphaerellaria, to the conditions of the inner shelf, in which spongy-lattice Spumellaria prevailed.

Key words. Radiolarians, dominant high taxa (classes), habitat, Lower Tournaisian, Kungurian, South Urals, Volga-Ural Basin, Russia.

Раннетурнейские комплексы радиолярий известны мало, хотя радиолярии раннего карбона распространены достаточно широко и установлены как в отложениях пелагиали палеоокеанов, так и в отложениях шельфа палеоморей. Американские, европейские и азиатские радиоляриевые шкалы нижнего–среднего карбона основаны на закономерностях эволюции доминирующих представителей билатерально-симметричных Albaillellaria, происходившей на фоне развития радиолярий с пилломом, а также сферических и ставраксонных радиолярий. Однако в палеоморях билатерально-симметричные Albaillellaria практически не известны. Здесь доминировали сферические Spumellaria и Sphaerellaria.

Впервые достоверные радиолярии раннего турне были установлены на севере Прикаспийского бассейна в разрезе массива Карачаганак. Массовое присутствие сферических морфотипов позволило установить слои с Eptactiniidae gen. et sp. indet. (Афанасьева, 1987, 2000). Однако радиолярии имеют крайне неудовлетворительную сохранность, их скелеты сильно перекристаллизованы. Комплекс радиолярий настолько таксономически беден, что его невозможно использовать для целей биостратиграфии. Вместе с тем доминирующие сферические морфотипы позволяют судить о палеосреде обитания радиолярий в относительно мелководных условиях массива Карачаганак.

Дж. Шварццпфель и Б. Холдсворт (Schwartzzapfel, Holdsworth, 1996) в отложениях формации Вудфорд штата Оклахома установили нижнетурнейскую биозону радиолярий Glanta crinensis – Protoalbaillella media. Биозона приурочена к нижней части конодонтовой зоны upper Siphonodella duplicata. Ассоциация радиолярий характеризуется присутствием билатерально-симметричных Albaillellaria и радиолярий с пилломом.

Новые исследования радиолярий прекрасной сохранности нижнего турне из отложений золотоозерской свиты скв. Мелекесская-1 в Волго-Уральском бассейне и изменение

таксономического состава комплексов позволили выделить две сменяющие друг друга экозоны радиолярий: *Provisocyntra kononovae* и *Spongentactinia oraia* (Афанасьева, Кононова, 2021; Афанасьева, 2022, 2023б; Фортунатова и др., 2023).

Экозона *Provisocyntra kononovae* представлена 18 видами радиолярий и характеризуется численным преобладанием своеобразного вида *Provisocyntra kononovae* Afanasieva, 2022, характерного только для нижней части разреза золотоозерской свиты. Ассоциация радиолярий отличается ярким доминированием сферических пористых *Sphaerellaria* (55,6%), насчитывающих 10 видов, по сравнению с губчато-сетчатыми *Spumellaria* (38,9%), которые представлены 7 видами, и иглистыми *Aculearia*, среди которых определен только 1 вид *Ceratoikiscum* cf. *araneosum* Afanasieva, 2000 (рис. 1, А). Экозона рассматривается в объеме конодонтовой зоны *Siphonodella duplicata*.

Экозона *Spongentactinia oraia* менее разнообразна и объединяет 14 видов. На основе распространения вида *Spongentactinia oraia* Afanasieva, 2023 только для верхней части разреза золотоозерской свиты экозона получила название *Spongentactinia oraia* и рассматривается в объеме конодонтовой зоны *Siphonodella belkai*. Среди радиолярий экозоны доминируют губчато-сетчатые *Spumellaria*, которые представлены 8 видами (57,1%) на фоне пористых *Sphaerellaria*, насчитывающих 6 видов (42,9%) (рис. 1, А).

Анализ видового состава радиолярий из нижней и верхней экозон выявил изменение таксономического состава комплексов и инверсию доминирования (рис. 1, А) *Sphaerellaria* и *Spumellaria*, что указывает на смену условий обитания в разных экологических зонах шельфа.

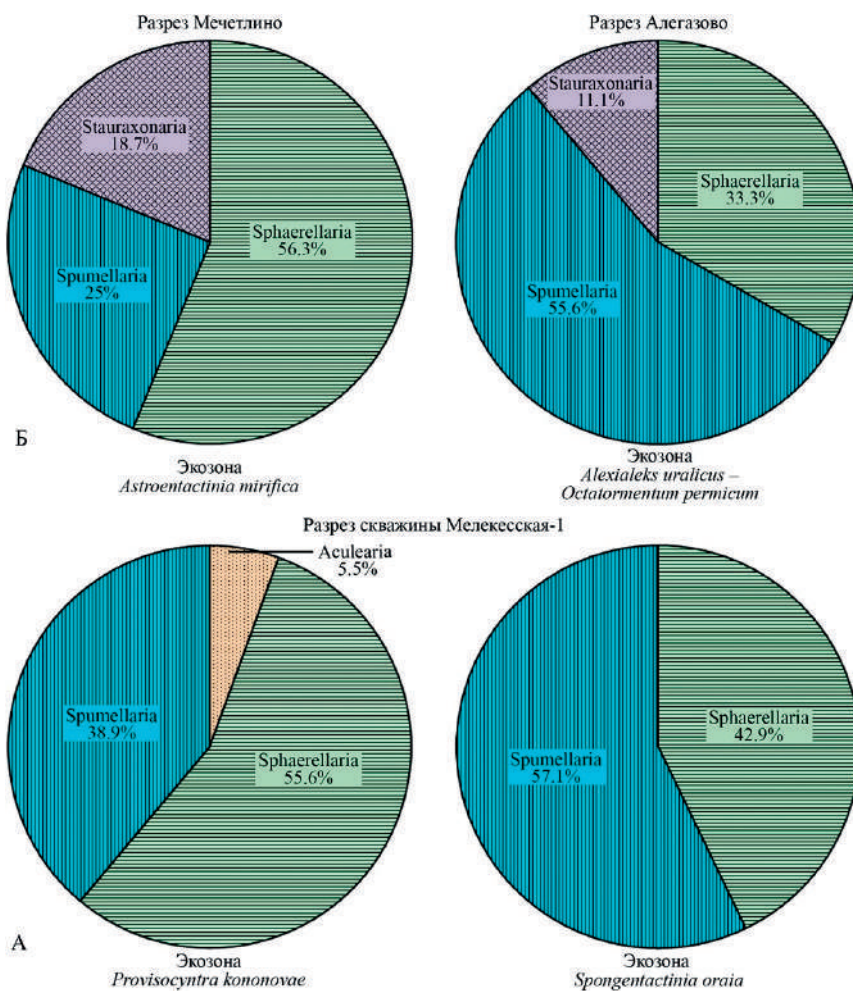


Рис. 1. Соотношение классов радиолярий в экозонах:

А – раннее турне (нижний карбон), скв. Мелекеская-1; Б – кунгурский ярус (нижняя пермь), разрезы Мечетлино и Алегазово

Кунгурские радиолярии Южного Урала уникальны. В настоящее время нигде в мире больше не наблюдается такое биоразнообразие сферических таксонов кунгурских радиолярий при полном отсутствии билатерально-симметричных *Albaillellaria*. Радиолярии кунгура известны из двух местонахождений: (1) иренский горизонт, разрез Алегазово на р. Ай; (2) саранинский горизонт, разрез Мечетлино на правом берегу р. Юрюзань. Изменение таксономического состава ассоциаций радиолярий в отложениях разрезов Алегазово и Мечетлино позволяет установить две экозоны: *Alexialeks uralicus* – *Octatormentum permicum* для иренского горизонта и *Astroentactinia mirifica* для саранинского горизонта.

Экозона *Alexialeks uralicus* – *Octatormentum permicum*. Х. Коцур и Х. Мостлер (Kozur, Mostler, 1989) в отложениях иренского горизонта в разрезе Алегазово установили и описали очень интересный и своеобразный комплекс радиолярий прекрасной сохранности, который был несправедливо и незаслуженно проигнорирован.

Комплекс самых молодых радиолярий палеозоя на Южном Урале из разреза Алегазово объединяет 9 видов. На основе численного преобладания видов *Alexialeks uralicus* (Kozur et Mostler, 1989) и *Octatormentum permicum* (Kozur et Mostler, 1989), характерных только для отложений иренского горизонта, экозона получила свое название и рассматривается в объеме конодонтовой зоны *Neostreptognathodus imperfectus* (Afanasieva, 2023). Среди радиолярий доминируют сферические губчатые *Spumellaria* (55,6%), представленные 5 видами. Сферические пористые *Sphaerellaria* объединяют 3 вида и занимают подчиненное место в ассоциации (33,3%). Радиолярии из класса *Stauraxonaria* представлены только 1 видом *Ruzhencevispongius uralicus* Kozur, 1980 (11,1%) (рис. 1, Б).

Экозона *Astroentactinia mirifica*. Исследование радиолярий из разреза Мечетлино на правом берегу р. Юрюзань выявило в основании кунгурского яруса (слой 12) разнообразную ассоциацию радиолярий, представленную 16 видами (Афанасьева 2023а; Afanasieva, 2023). Экозона характеризуется численным преобладанием вида *Astroentactinia mirifica* Afanasieva, 2023 в отложениях саранинского горизонта, на основе которого она получила свое название, и рассматривается в объеме конодонтовой зоны *Neostreptognathodus puevi*. Ассоциация радиолярий отличается ярким доминированием сферических пористых *Sphaerellaria* (56,3%), насчитывающих 9 видов, на фоне угнетенного количества губчатых *Spumellaria* (25%), которые представлены 4 видами, и незначительного содержания *Stauraxonaria* (18,7%), объединяющих всего лишь 3 вида (рис. 1, Б).

Анализ видового состава радиолярий из саранинского горизонта кунгура в разрезе Мечетлино и сравнение их с более молодыми радиоляриями из иренского горизонта разреза Алегазово выявил изменение таксономического состава комплексов и инверсию доминирования *Sphaerellaria* и *Spumellaria*, указывающее на то, что они обитали в разных экологических условиях внешнего и внутреннего шельфа (рис. 1, Б).

Экологические условия обитания влияют на богатство и разнообразие радиоляриевых ассоциаций, которые связаны с конкретной приуроченностью к морским или океанским акваториям. Х. Коцур (Kozur, 1993) впервые предложил ранжирование глубины вертикального распределения радиолярий в водах палеоокеанов на примере радиолярий поздней перми. Статистические исследования китайских ученых (Kuwahara et al., 2005; He et al., 2008, 2011; Feng, Algeo, 2014; Xiao et al., 2017, 2021) подтвердили концепцию Х. Коцура (Kozur, 1993) о влиянии глубины прижизненного обитания на приоритетное доминирование высоких таксонов в ассоциациях пермских радиолярий.

Характерными интервалами обитания позднепермских радиолярий являются следующие водные толщи (рис. 2).

1. Сферические губчатые и решетчатые *Spumellaria* встречаются в основном на мелководье, на глубинах до 60 м.

2. Сферические пористые *Entactinaria* и *Latentifistularia* с длинными лучами-руками осваивали глубины 60–200 м.

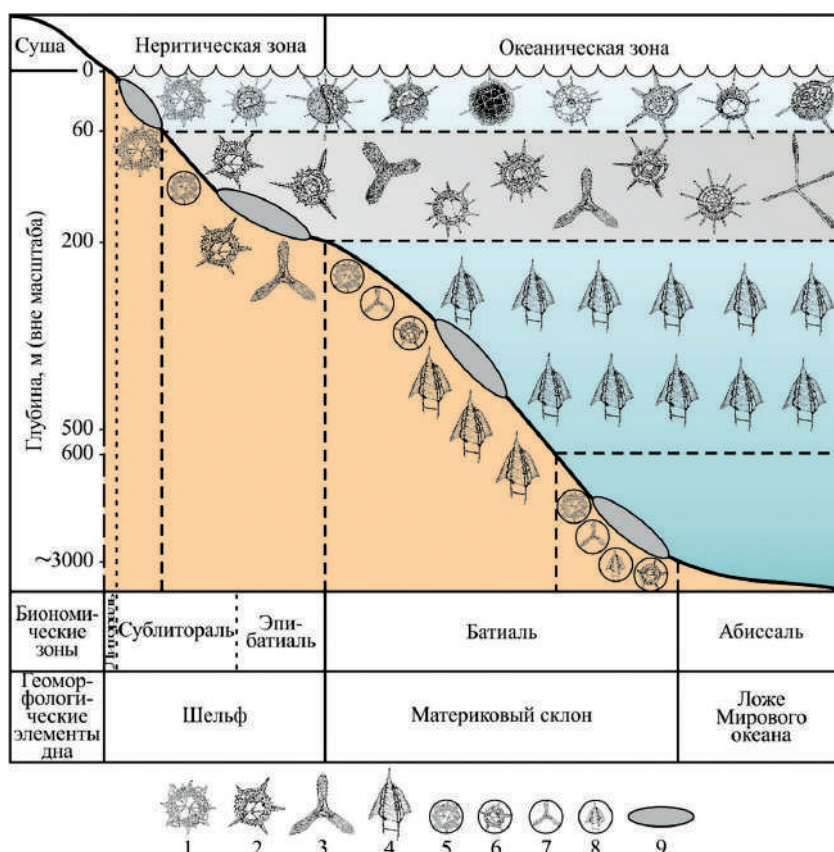


Рис. 2. Распределение радиоларий в водной толще и тафоценозы:

1–5 – доминантные обитатели водных глубин: 1 – Spumellaria, 2 – Sphaerellaria, 3 – Stauraxonaria, 4 – Albaillellaria; 5–8 – таксоны из вышерасположенных водных толщ, которые устояли от растворения: 5 – Spumellaria, 6 – Sphaerellaria, 7 – Stauraxonaria, 8 – Albaillellaria; 9 – тафо- и ориктоценозы

3. Билатерально-симметричные Albaillellaria предпочитали глубокие воды (более 200 м) открытого океана и обитали в основном на глубинах 500–600 м.

Тафо- и ориктоценозы радиоларий потенциально могут содержать все таксоны, обитавшие во всем объеме водной толщи вне зависимости от глубины палеобассейна.

Однако следует помнить, что скелеты радиоларий начинают растворяться сразу же после гибели организма. В современных океанах менее 4 % скелетов радиоларий достигают дна. Следовательно, доминирующими таксонами в донных осадках палеобассейнов будут являться те виды, которые обитали в данном водном горизонте. Но не радиоларии, скелеты которых опустились из вышележащих водных толщ и устояли от растворения (рис. 2).

Анализ таксономического состава радиоларий позднего палеозоя из разных регионов Земли показал отличие морских и океанских ассоциаций радиоларий.

Например, в достоверных раннетурнейских глубоководных палеобассейнах Оклахомы доминировали билатерально-симметричные Albaillellaria и радиоларии с пиломом (Schwartzapfel, Holdsworth, 1996). В глубоководных палеобассейнах Китая и Японии в поздней перми также доминировали билатерально-симметричные Albaillellaria (Kuwahara et al., 2005; He et al., 2008, 2011; Feng, Algeo, 2014; Xiao et al., 2017, 2021).

Богатство и разнообразие раннетурнейских и кунгурских ассоциаций радиоларий Уральско-го палеоморя было обусловлено экологическими условиями морского шельфа, в водах которого преобладали сферические таксоны. При этом следует отметить, что среди ассоциаций радиоларий раннего турне и кунгура наблюдается инверсия доминирования высоких таксонов: классов Sphaerellaria и Spumellaria. Это дает основание предполагать, что в раннетурнейском и кунгурском времени происходило изменение характера обитания радиоларий: от условий внешнего

шельфа с доминирующими видами пористых *Sphaerellaria* к обстановкам внутреннего шельфа, в условиях которого преобладали губчато-решетчатые *Spumellaria* (рис. 1, А, Б).

Выводы об инверсии доминирования классов *Sphaerellaria* и *Spumellaria* в сменяющих друг друга экзонах радиоларий раннего турне и кунгура подтверждают концепцию Х. Коцура (Kozur, 1993) и китайских исследователей (Kuwahara et al., 2005; He et al., 2008, 2011; Feng, Algeo, 2014; Xiao et al., 2017, 2021) о влиянии глубины прижизненного обитания на приоритетное господство высоких таксонов в ассоциациях радиоларий.

Литература

Афанасьева М. С. Позднепалеозойские радиоларии месторождения Карачаганак и их фациальная приуроченность / ред. В. Д. Ильин, Т. К. Замилацкая // Стратиграфия и палеонтология Прикаспийской впадины. – М. : ВНИГНИ, 1987. – С. 26–47.

Афанасьева М. С. Атлас радиоларий палеозоя Русской платформы. – М. : Научный мир, 2000. – 480 с.

Афанасьева М. С. Новые род *Nestelliana* gen. nov. и новые виды радиоларии позднего девона Полярного Урала и раннего карбона Волго-Уральского бассейна России // Палеонтологический журнал. – 2022. – № 1. – С. 20–26.

Афанасьева М. С. Новый род *Alexialeks* gen. nov. и новые виды радиоларий ранней перми Южного Урала России // Палеонтологический журнал. – 2023а. – № 1. – С. 13–31.

Афанасьева М. С. Новые виды радиоларий из нижнего карбона Волго-Уральского бассейна и верхнего карбона Южного Урала, Россия // Палеонтологический журнал. – 2023б. – № 4.

Афанасьева М. С., Кононова Л. И. О радиолариях и конодонтах нижнего карбона Волго-Уральского бассейна (Мелекесская скв. 1) // Теоретические и прикладные аспекты палеонтологии. Материалы LXVII сессии Палеонтологического общества при РАН. – СПб. : Картфабрика ВСЕГЕИ, 2021. – С. 9–10.

Фортулатова Н. К., Зайцева Е. Л., Бушуева М. А. и др. Стратиграфия нижнего карбона Волго-Уральского субрегиона (материалы к актуализации стратиграфической схемы). – М. : ВНИГНИ, 2023. – 288 с.

Afanasyeva M. S. Kungurian (Lower Permian) Radiolarians of the South Urals, Russia // Paleontological Journal. – 2023. – Vol. 57. – No. 7.

Feng Q. L., Algeo T. J. Evolution of oceanic redox conditions during the Permian-Triassic transition: evidence from deepwater radiolarian facies // Earth-Science Reviews. – 2014. – Vol. 137. – Pp. 34–51.

He W., Zhang Y., Zhang Q. et al. A Latest Permian Radiolarian Fauna from Hushan, South China, and Its Geological Implications // Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology. – 2011. – Vol. 35. – No. 4. – Pp. 471–496.

He W., Zhang Y., Zheng Y. et al. A Late Changhsingian (Latest Permian) Radiolarian Fauna from Chaohu, Anhui and a Comparison with Its Contemporary Faunas of South China // Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology. – 2008. – Vol. 32. – No. 2. – Pp. 199–222.

Kozur H. Upper Permian radiolarians from the Sosio Valley Area, Western Sicily (Italy) and from the Uppermost Lamar Limestone of West Texas // Jahrbuch der Geologischen Bundesanstalt. – 1993. – Bd. 136. – Pp. 99–123.

Kozur H., Mostler H. Radiolarien und Schwammskleren aus dem Unterperm des Vorurals // Geologisch-Paläontologische Mitteilungen Innsbruck. – 1989. – Iss. 2. – Pp. 147–275.

Kuwahara K., Yao A., Yao J. X., Li J. X. Permian radiolarians from the Global Boundary Stratotype Section and Point for the Guadalupian-Lopingian boundary in the Laibin area, Guangxi, China // Journal of Geosciences, Osaka City University. – 2005. – Vol. 48. – Pp. 95–107.

Schwartzapfel J. A., Holdsworth B. K. Upper Devonian and Mississippian Radiolarian Zonation and Biostratigraphy of the Woodford, Sycamore, Caney and Goddard Formations, Oklahoma // Cushman Foundation for Foraminiferal Research. – 1996. – No. 33. – Pp. 1–275.

Xiao Y., Suzuki N., He W. Water depths of the latest Permian (Changhsingian) radiolarians estimated from correspondence analysis // Earth-Science Reviews. – 2017. – Vol. 173. – Pp. 141–158.

Xiao Y., Suzuki N., Ito T., He W. New Permian radiolarians from East Asia and the quantitative reconstruction of their evolutionary and ecological significances // Scientific Reports. – 2021. – Vol. 11. – No. 1. – Pp. 1–14.

БОРЕАЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС РАДИОЛЯРИЙ ВЕРХНЕГО ОКСФОРДА (ВЕРХНЯЯ ЮРА) РАЗРЕЗА РЫБАКИ (МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Н. Ю. Брагин¹, Л. Г. Брагина², А. А. Мироненко³

Геологический институт РАН, Москва,

¹bragin.n@mail.ru, ²l.g.bragina@mail.ru, ³paleometro@gmail.com

BOREAL ASSEMBLAGE OF UPPER OXFORDIAN (UPPER JURASSIC) RADIOLARIANS FROM RYBAKI SECTION (MOSCOW REGION)

N. Yu. Bragin¹, L. G. Bragina², A. A. Mironenko³

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow,

¹bragin.n@mail.ru, ²l.g.bragina@mail.ru, ³paleometro@gmail.com

Аннотация. Комплекс радиолярий хорошей сохранности изучен из разреза верхнеюрских отложений вблизи с. Рыбаки (Московская область). Радиолярии обнаружены в пределах зоны *Amoeboceras serratum* (аммониты, верхний оксфорд) в фосфатизированных жилых камерах аммонитов. Комплекс радиолярий представлен 23 видами из 11 родов и демонстрирует отчетливые бореальные характеристики.

Ключевые слова. Радиолярии, аммониты, биостратиграфия, юрская система, оксфордский ярус, Россия.

Abstract. Well-preserved radiolarian assemblage was studied from the Upper Jurassic section near the Rybaki village, Moscow Region, Central Russia. Radiolarians were found within the *Amoeboceras serratum* ammonite Zone (upper Oxfordian), in phosphatized body chambers of ammonite shells. Radiolarian assemblage is represented by 23 species of 11 genera and display clear boreal affinity.

Key words. Radiolarians, ammonites, biostratigraphy, Jurassic, Oxfordian, Russia.

Радиолярии в юрских отложениях Европейской России известны давно, однако их систематические исследования немногочисленны (Козлова, 1971, 1994; Bragin, 1997; Vishnevskaya, 1998; Вишневская, 2001; Вишневская, Барабошкин, 2001; Брагин, Киселев, 2013; Палечек, Устинова, 2020). В то же время радиолярии являются важной частью планктонных сообществ юрского эпиконтинентального моря в пределах Бореальной палеобиогеографической надобласти (Bragin, Bragina, 2018). Исследования бореальных сообществ этой группы представляют большую ценность для реконструкции палеоэкологии и палеобиогеографического распространения мезозойских радиолярий, особенно если учитывать перспективы их использования для бореально-тетических корреляций.

Недавно в разрезе верхней юры у с. Рыбаки (южная часть Московской синеклизы) в отложениях верхнего оксфорда (зона *Amoeboceras serratum*), представленных глинами с горизонтами фосфатных конкреций (рис. 1), удалось обнаружить представительный комплекс радиолярий, в составе которого определены 23 вида из 11 родов. Радиолярии выделены из фосфатизированных жилых камер аммонитов и имеют хорошую сохранность (рис. 2, 3) (Bragin et al., 2023). Состав комплекса следующий: *Perispyridium neotamanense* Yang, *P. sp. aff. P. alinchakaense* Pessagno et Blome, *Archaeocenosphaera* sp., *Triactoma rossica* Bragin, *T. blakei* (Pessagno), *Praeconocaryomma* sp. aff. *P. decora* Yeh, *P. sp. A*, *Crucella squata* (Kozlova), *Orbiculiforma* sp. aff. *O. mclaughlini* Pessagno, *Archaeospongoprimum* sp. aff. *A. helense* Blome, *Microsandwichia plana* (Hori), *Spumellaria* gen. et sp. indet., *Praeparvicingula blackhorsensis* (Pessagno et Whalen), *P. donnae* Bragin, *P. elementaria* (Carter), *P. enormis* (Yang), *P. sp. aff. P. enormis* (Yang), *P. alutacea* Bragin, *Echinocampe modestum* Bragin, *E. sp. A*, *Nordvikella gutta* Bragin, *N. scabiosa* Bragin, *Nordvikella* sp. A.

Комплекс характеризуется низким таксономическим разнообразием по сравнению с разновозрастными средиземноморскими и североамериканскими. Наблюдается отчетливое количественное преобладание населлярий, наиболее характерны представители рода *Praeparvicingula*: *P. blackhorsensis*, известные из бата-келлова Орегона и Аляски США (Pessagno, Whalen, 1982; Blome, 1984), *P. elementaria*, широко распространенная в средней и верхней юре Канады (Carter et al., 1988; Goričan et al., 2006) и в верхней юре Европейской России (Козлова, 1994; Вишневская, 2001; Палечек, Устинова, 2020), *P. enormis*, ранее известная из титона

Мексики (Yang, 1993), и в особенности *P. donnae* Bragin, обнаруженная в верхней юре многих районов Европейской России (Bragin, 1997; Bragin, Bragina, 2018) и Северной Америки (Hull, 1995) (рис. 2). Все эти виды отличаются высокоширотным распространением. В низких широтах они могут встречаться в пределах запада Северной Америки, в регионах, для которых в поздней юре реконструируются системы конвергентных меридиональных течений, способствовавших проникновению на юг ряда северных таксонов радиолярий (Kiessling, 1999).

Следует отметить полное отсутствие в составе комплекса представителей семейства Papanelliidae, в том числе таксонов филогенетической линии *P. meraceibaense*, способных проникать в южнобореальные районы (Pessagno et al., 1987; Bragin, 1997; Bragin, Bragina, 2018). Это можно считать дополнительным аргументом, свидетельствующим в пользу бореального характера данного комплекса.

Кроме того, в составе изученного комплекса встречены представители семейства Echinoporidae (роды *Echinocampe* и *Nordvikella*) (рис. 3). Данное семейство распространено только в верхней юре и низах нижнего мела высоких северных широт: северное обрамление Сибирской платформы, Западно-Сибирская плита, Шпицберген, Тимано-Печорская плита и Восточно-Европейская платформа (Брагин, 2009, 2011; Vishnevskaya, Kozlova, 2012;

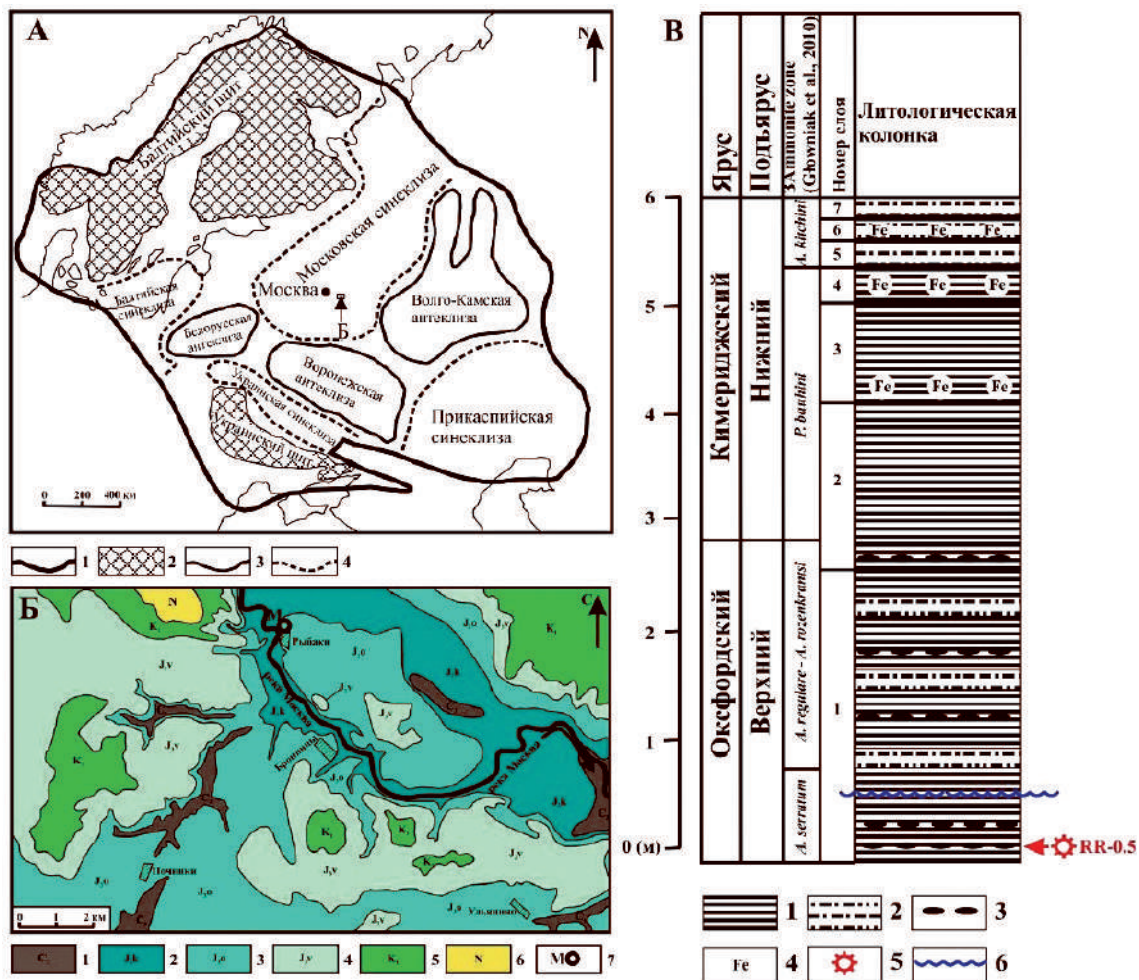


Рис. 1. Разрез верхнеюрских отложений у с. Рыбаки, его геологическое положение и строение (Bragin et al., 2023):

А – положение разреза в центре Восточно-Европейской платформы: 1 – граница платформы; 2 – щиты; 3 – очертания антеклиз; 4 – очертания синеклиз. *Б* – схематическая геологическая карта Бронницкого района Московской области: 1 – каменноугольная система; 2–4 – юрская система: 2 – келловейский ярус, 3 – оксфордский ярус, 4 – волжский ярус; 5 – нижний мел; 6 – неоген; 7 – положение разреза у с. Рыбаки. *В* – литологическая колонка разреза у с. Рыбаки; условные обозначения: 1 – глины; 2 – алевриты; 3 – фосфоритовые конкреции; 4 – железные; 5 – уровень находок радиолярий; 6 – летний уровень воды р. Москва

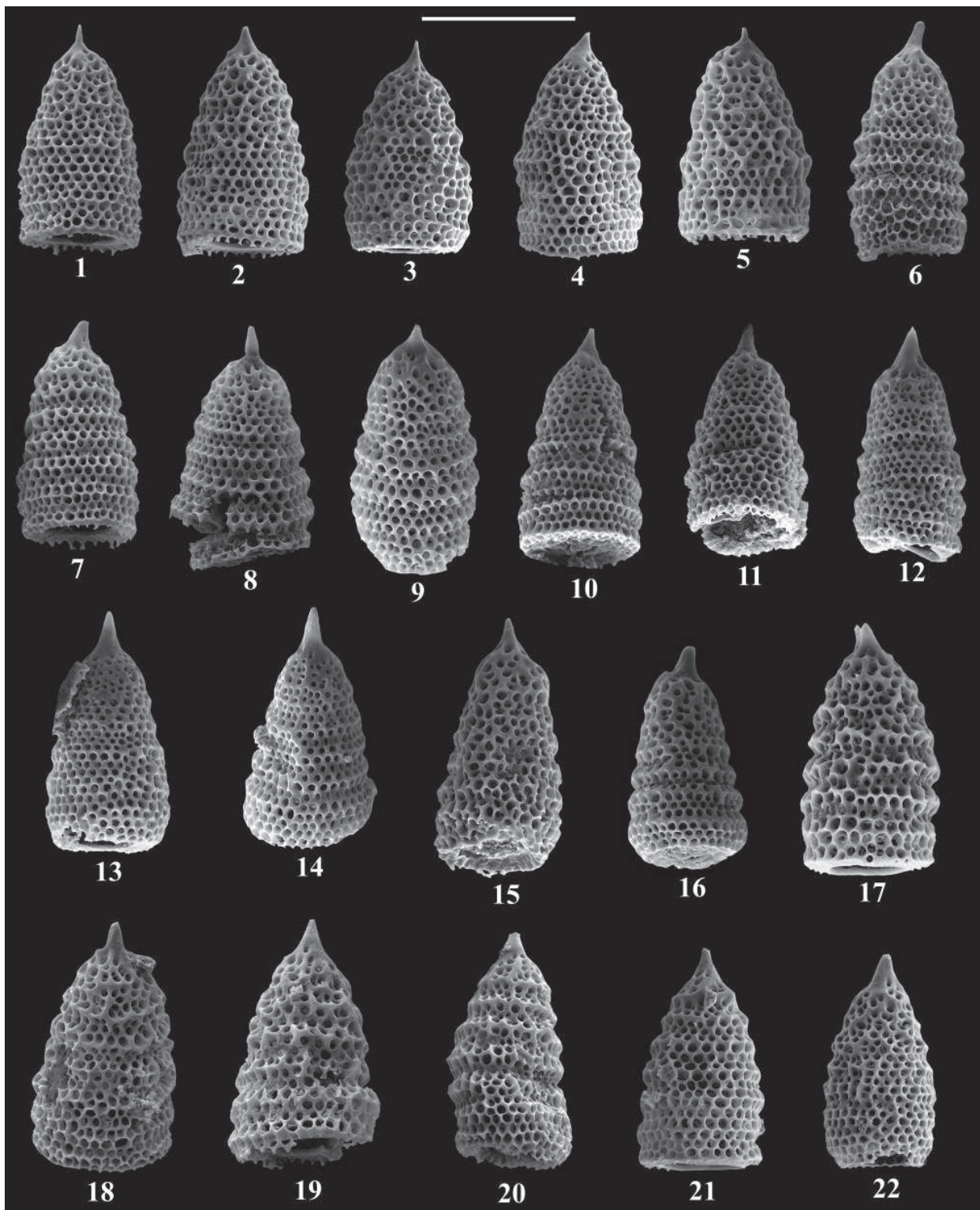


Рис. 2. Характерные виды населлярий из рода *Praeparvicingula*; верхнеоксфордский комплекс из разреза у с. Рыбаки (Bragin et al., 2023):

1–5 – *Praeparvicingula blackhorsensis* Pessagno et Whalen; 6–22 – *Praeparvicingula donnae* Bragin. Масштабная линейка – 200 мкм

Nakrem, Kiessling, 2012; Вишневская и др., 2014; Bragin, Bragina, 2018; Вишневская и др., 2020) и является хорошим палеобиогеографическим индикатором. Данные находки являются сегодня самыми древними представителями этого семейства.

Таким образом, изученный комплекс демонстрирует отчетливые черты высокоширотного происхождения:

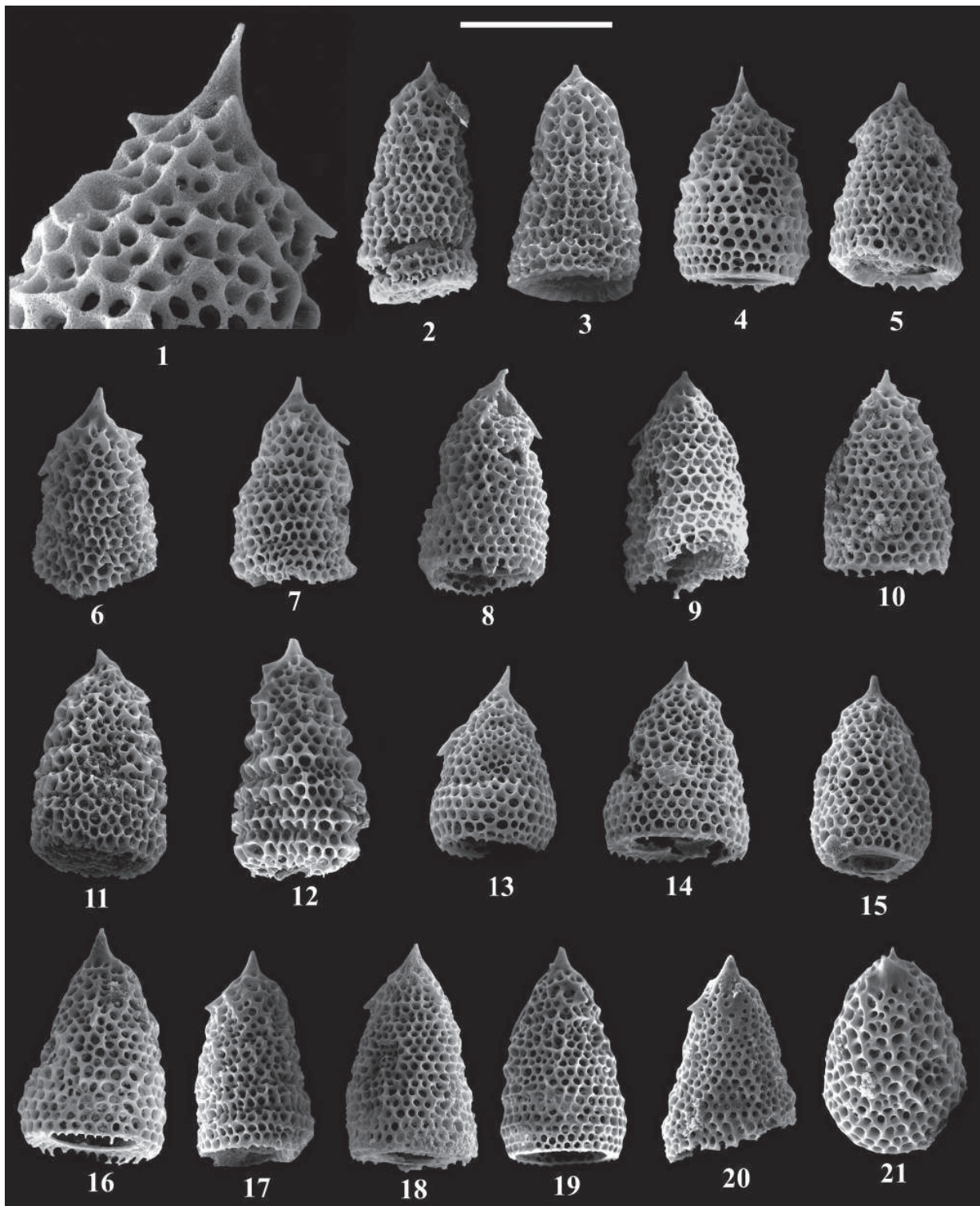


Рис. 3. Характерные виды населлярий из семейства Echinocampidae; верхнеоксфордский комплекс из разреза у с. Рыбаки (Bragin et al., 2023):

1, 4–11 – *Echinocampe modestum* Bragin; 2, 3 – *Praeparvicingula alutacea* Bragin; 12 – *Echinocampe* sp. A; 13–15 – *Nordvikella gutta* Bragin; 16–19 – *Nordvikella scabiosa* Bragin; 20, 21 – *Nordvikella* sp. Масштабная линейка для фиг. 1 – 80 мкм, для остальных – 200 мкм

- 1) низкое таксономическое разнообразие;
- 2) наличие таксонов, неизвестных или очень редких в низкоширотных регионах (например, семейство Echinocampidae);
- 3) отсутствие многих таксонов, характерных и многочисленных в низкоширотных областях (сем. Pantanelliidae, Archaeodictyomitridae и др.).

При сравнении с ранее изученным верхнекимериджским комплексом из того же региона (Bragin, 1997) данный верхнеоксфордский комплекс обладает более выраженными бореальными чертами.

Литература

Брагин Н. Ю. Echinocampidae – новое семейство позднеюрско-раннемеловых радиолярий Арктической Сибири // Палеонтологический журнал. – 2009. – № 4. – С. 6–17.

Брагин Н. Ю. Радиолярии волжского и берриасского ярусов севера Средней Сибири // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2011. – Т. 19. – № 2. – С. 55–69.

Брагин Н. Ю., Киселев Д. Н. Радиолярии из верхнеюрских (среднеоксфордских и верхнекимериджских) отложений Ярославской области // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2013. – Т. 21. – № 6. – С. 62–71.

Вишневецкая В. С. Радиоляриевая биостратиграфия юры и мела России. – М. : ГЕОС, 2001. – 376 с.

Вишневецкая В. С., Барабошкин Е. Ю. Новые данные по биостратиграфии лектостратотипа волжского яруса у д. Городищи (Среднее Поволжье) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2001. – Т. 9. – № 5. – С. 77–86.

Вишневецкая В. С., Амон Э. О., Гатовский Ю. А. Радиоляриевая биостратиграфия баженковского горизонта (верхняя юра – нижний мел) Западной Сибири // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2020. – Т. 28. – № 6. – С. 105–124.

Вишневецкая В. С., Амон Э. О., Маринов В. А., Шурыгин Б. Н. Новая находка радиолярий раннего мела на Арктическом побережье восточной Сибири (район дельты р. Лена) // Докл. РАН. – 2014. – Т. 458. – № 2. – С. 177–181.

Козлова Г. Э. О находке радиолярий в нижнекимериджских отложениях Тимано-Уральской области // ДАН СССР. – 1971. – Т. 201. – № 5. – С. 1175–1177.

Козлова Г. Э. Комплексы мезозойских радиолярий Тимано-Печорского нефтегазоносного региона // Поиски, разведка и добыча нефти и газа в Тимано-Печорском бассейне и Баренцевом море. Тезисы докладов Международной конференции (15–17 августа 1994 г., Санкт-Петербург). – С. 60–81.

Палечек Т. Н., Устинова М. А. Юрские радиолярии и фораминиферы Воробьевых Гор, Москва // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2020. – Т. 28. – № 3. – С. 82–101.

Blome C. D. Middle Jurassic (Callovian) radiolarians from carbonate concretions, Alaska and Oregon // Micropaleontology. – 1984. – Vol. 30. – No. 4. – Pp. 343–389.

Bragin N. Radiolaria from the phosphorite basal horizons of the Volgian stage in the Moscow region (Russia) // Revue de Micropaléontologie. – 1997. – Vol. 40. – No. 4. – Pp. 285–296.

Bragin N., Bragina L. Paleobiogeography of Mesozoic high-latitude radiolarians: Progress and problems // Revue de Micropaléontologie. – 2018. – Vol. 61. – Pp. 191–205.

Bragin N., Bragina L., Mironenko A. Upper Oxfordian (Upper Jurassic) radiolarians from Rybaki Section, Moscow Region, Central Russia // Palaeoworld. – 2023. – URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S18711-74X23000239>.

Carter E. S., Cameron B. E. B., Smith P. L. Lower and Middle Jurassic radiolarian biostratigraphy and systematic paleontology, Queen Charlotte Islands, British Columbia // Geological Survey of Canada. – 1988. – Bull. 386. – Pp. 26–109.

Goričan Š., Carter E. S., Dumitrica P. et al. Catalogue and Systematics of Pliensbachian, Toarcian and Aalenian Radiolarian Genera and Species // ZRC Publishing, Scientific Research Centre of the Slovenian Academy of Sciences and Arts, Ljubljana. – 2006. – 446 p.

Hull D. M. Morphologic diversity and paleogeographic significance of the Family Parvicungulidae (Radiolaria) // Micropaleontology. – 1995. – Vol. 41. – No. 1. – Pp. 1–48.

Kiessling W. Late Jurassic radiolarians from the Antarctic Peninsula // Micropaleontology. – 1999. – Vol. 45. – Suppl. 1. – Pp. 1–96.

Nakrem H. A., Kiessling W. Late Jurassic (Volgian) radiolarians from Central Spitzbergen – a preliminary study // Norwegian Journal of Geology. – 2012. – Vol. 92. – Pp. 149–155.

Pessagno E. A., Whalen P. A. Lower and Middle Jurassic Radiolaria from California, east-central Oregon, and the Queen Charlotte Islands, British Columbia // Micropaleontology. – 1982. – Vol. 28. – No. 2. – Pp. 111–169.

Pessagno E. A., Longoria J. F., MacLeod N., Six W. M. Studies of North American Jurassic Radiolaria. Pt I. Upper Jurassic (Kimmeridgian – Upper Tithonian) Pantanelliidae from the Taman Formation, East-Central Mexico: Tectonostratigraphic, chronostratigraphic and phylogenetic implications // Cushman Foundation for Foraminiferal Research. – 1987. – Special Publication. – Vol. 20. – Pp. 1–55.

Vishnevskaya V. S. The Domanikoid facies of the Russian Platform and basin paleogeography // Mémoires du Museum National d'Histoire Naturelle. – 1998. – Vol. 177. – Pp. 45–69.

Vishnevskaya V. S., Kozlova G. E. Volgian and Santonian – Campanian radiolarian events from the Russian Arctic and Pacific Rim // Acta Palaeontologica Polonica. – 2012. – Vol. 57. – No. 4. – Pp. 773–790.

Yang Q. Taxonomic studies of Upper Jurassic (Tithonian) Radiolaria from Taman Formation, East-Central Mexico // Palaeoworld. – 1993. – Vol. 3. – Pp. 1–164.

РАДИОЛЯРИИ ИЗ РАЗРЕЗОВ НИЖНЕГО СЕНОМАНА ГОРНОГО КРЫМА

Л. Г. Брагина, Н. Ю. Брагин

Геологический институт РАН, Москва, l.g.bragina@mail.ru, bragin.n@mail.ru

RADIOLARIA FROM THE LOWER CENOMANIAN SECTIONS OF THE CRIMEAN MOUNTAINS

L. G. Bragina, N. Ju. Bragin

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, l.g.bragina@mail.ru, bragin.n@mail.ru

Аннотация. Впервые изучены раннесеноманские радиоларии из разрезов горы Сель-Бухра и по р. Бодрак. Таксономическое разнообразие раннесеноманских комплексов пополнено 8 новыми видами (Bragina, Bragin, 2020, 2021): *Becus naidini* Bragina, *B. tauricus* Bragina, *Praeconocaryomma? bodrakensis* Bragina, *Savaryella? nikishini* Bragina, *Holocryptocanium pseudoastiense* Bragina, *Diacanthocapsa bodrakiense* Bragina, *Novixitus riedeli* Bragina и *Rhopalosyringium panovi* Bragina.

Ключевые слова. Радиоларии, верхний мел, Крым, биостратиграфия.

Abstract. Early Cenomanian radiolarians were recovered from two sections in Crimea: Sel'-Bukhra Mountain and Bodrak River sections. New eighth radiolarian species: *Becus naidini* Bragina, *B. tauricus* Bragina, *Praeconocaryomma? bodrakensis* Bragina, *Savaryella? nikishini* Bragina, *Holocryptocanium pseudoastiense* Bragina, *Diacanthocapsa bodrakiense* Bragina, *Novixitus riedeli* Bragina, and *Rhopalosyringium panovi* Bragina were added to the taxonomical composition of assemblage (Bragina, Bragin, 2020, 2021).

Key words. Radiolarians, Upper Cretaceous, Crimea, biostratigraphy.

Впервые в Крыму выделены и изучены радиоларии нижнего сеномана. Нижний сеноман здесь охарактеризован аммонитами *Mantelliceras mantelli mantelli* (Sowerby), *M. mantelli tenue* Spath, *Puzosia planulata* (Sowerby) и иноцерамами *Inoceramus crippsi crippsi* Mantelli, *I. crippsi hoppenstedtensis* Tröger. Эти данные позволяют проследить зону *Mantelliceras mantelli* в нижнем сеномане Горного Крыма (Алексеев, 1989). Планктонные фораминиферы представлены здесь комплексом интервал-зоны *Thalmaninella globotruncanoides* (Кораевич, Vishnevskaya, 2016). Мощность нижнего сеномана варьирует от 20 м (разрез горы Сель-Бухра) до 40 м (разрез по р. Бодрак) (рис. 1). Радиоларии встречаются в обоих разрезах в большом количестве в прослоях известняков, реже в мергелях. Их раковины полностью замещены пиритом, который, в свою очередь, в различной степени замещен гидроксидами железа. Несмотря на это, большинство экземпляров, выделенных из пород слабыми кислотами, сохраняют морфологические признаки и успешно идентифицируются.

В опорном разрезе нижнего сеномана горы Сель-Бухра (северный склон) обнаружена представительная ассоциация радиоларий, встреченная в отложениях пачек II-III, относящихся к верхней части нижнего сеномана (зона *Mantelliceras mantelli*) (Алексеев и др., 1997). Разрез северного склона горы Сель-Бухра в настоящее время является стратотипическим для радиолариевой зоны *Patellula spica* (нижний сеноман), где зона охватывает пачки II-III и низы пачки IV (Брагина, 2016а; Bragina, Bragin, 2020). Зона *Patellula spica* прослеживается в разрезе по р. Бодрак (Bragina, Bragin, 2020). В составе комплекса зоны определен 101 вид радиоларий. Большая часть видов этого комплекса характерна для Тетической надобласти (Брагина, 2016б). В публикациях последних лет приведено монографическое изучение 47 спумеллярий (Bragina, Bragin, 2020) и 54 вида населлярий (Bragina, Bragin, 2021) (рис. 2). В комплексе зоны *Patellula spica* присутствуют виды, характерные для меловых разрезов Италии и Испании (O'Dogherty, 1994): *Acaeniotyle glebulosa* (Foreman), *Cavaspongia euganea* (Squinabol), «*Cenodiscus*» *alievi* Pessagno, *Halesium diacanthum* (Squinabol), *Patellula spica* O'Dogherty, *Patulibracchium fabianii* (Squinabol), *Orbiculiforma maxima* Pessagno, *Quadrigastrum lapideum* O'Dogherty, *Quinquecapsularia parvipora* (Squinabol), *Amphipyndax conicus* Nakaseko et Nishimura, *Crolanium triangulare* (Aliev et Smirnova), *Diacanthocapsa ancus* (Foreman), *Distylocapsa squama* O'Dogherty, *Hemicryptocapsa prepolyhedra* Dumitrica, *Holocryptocanium astiensis* Pessagno, *Spongocapsula coronata* (Squinabol), *Thanarla conica* (Squinabol), *Thanarla praeveneta* Pessagno, *Xitus spicularius* (Aliev).

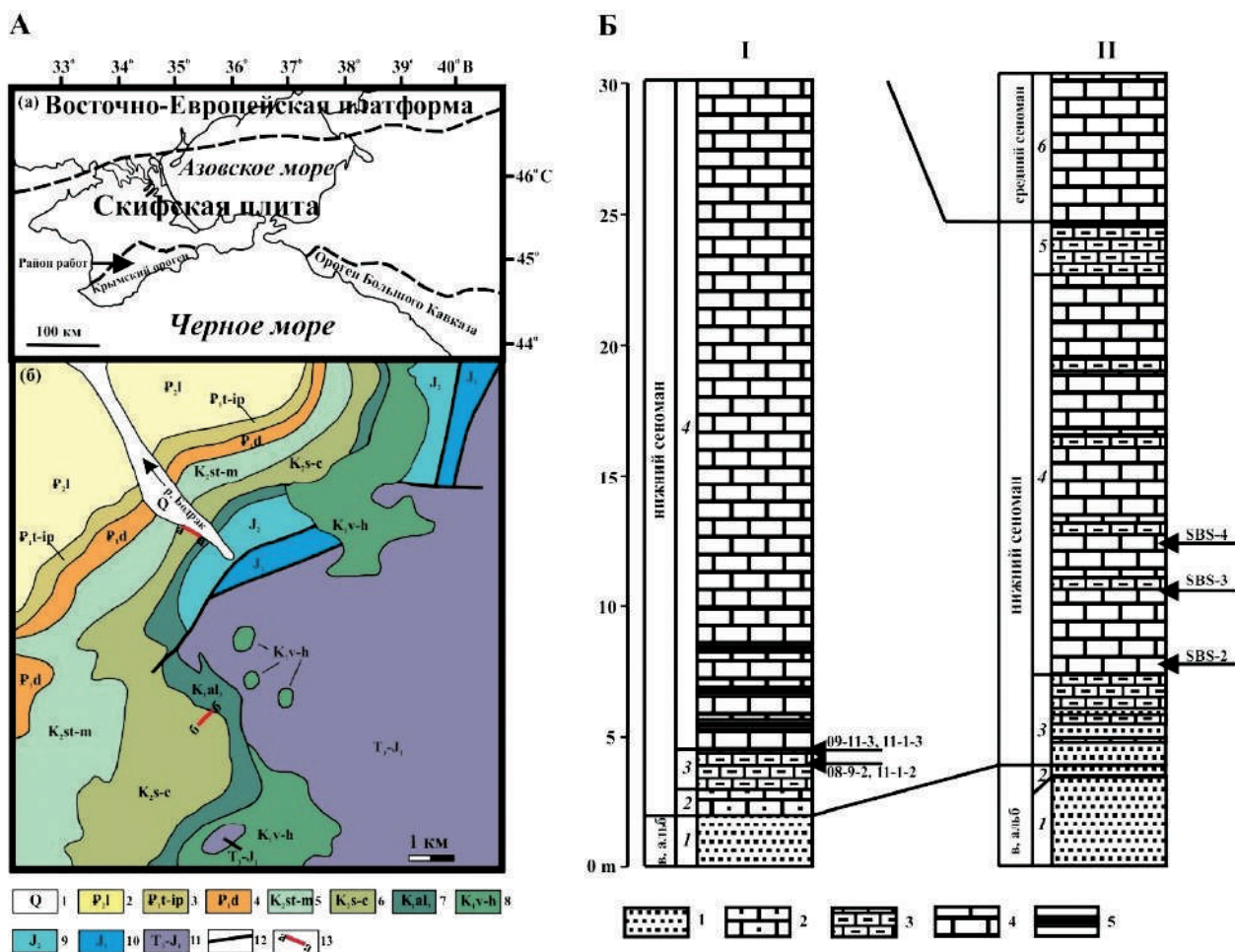


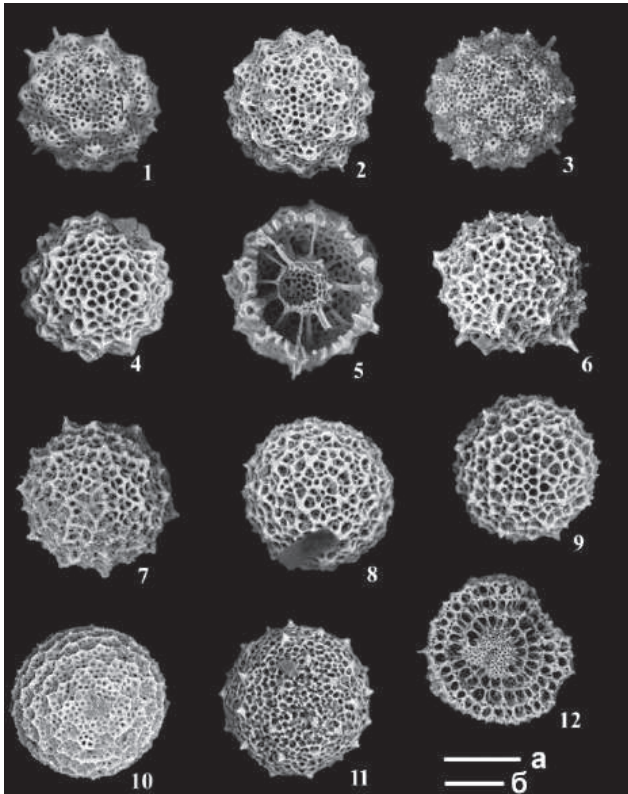
Рис. 1. Геологическое положение и строение разрезов нижнего сеномана Юго-Западного Крыма (Bragina, Bragin, 2020):

A – положение разрезов в Крыму: тектоническая схема Северного Причерноморья (а); схема геологического строения бассейна р. Бодрак (Юго-Западный Крым) (б); 1 – четвертичные отложения; 2–4 – палеогеновая система: 2 – лютетский ярус, 3 – танетский и ипрский ярусы, 4 – датский ярус; 5–8 – меловая система: 5 – сантон–маастрихт, 6 – сеноман–коньяк, 7 – верхний альб, 8 – валанжин–готерив; 9, 10 – юрская система: 9 – средний отдел, 10 – нижний отдел; 11 – верхнетриасово–нижнеюрские отложения; 12 – разломы; 13 – положение разрезов (а-а – р. Бодрак, б-б – северный склон горы Сель-Бухра). Б – стратиграфические колонки разрезов нижнего сеномана: I – р. Бодрак; II – разрез северного склона горы Сель-Бухра; 1 – песчаники; 2 – песчанистые известняки; 3 – тонкослоистые мергели; 4 – массивные и толстоплитчатые известняки; 5 – прослои глин

В разрезах Крыма впервые встречен род *Mallanites* O'Dogherty, ранее отмечавшийся только в разрезах Италии (Bragina, Bragin, 2021). Вид *Novixitus subtilis* Bragina известен в разрезах нижнего сеномана Горного Крыма и среднего сеномана Турции, но отсутствует в верхнем сеномане и нижнем туроне Горного Крыма (Bragina, 2004). Из этого следует, что время существования вида следует рассматривать в пределах нижнего и среднего сеномана, а палеогеографическое распространение охватывает территории Турции и Горного Крыма.

Вид *Spongodiscus quasipersenex* Bragina, характерный для сеномана о. Сахалин (Брагина, 2003), впервые встречен в разрезах Горного Крыма. Присутствие «*Cenodiscus*» *alievi* Pessagno в изученных разрезах позволило расширить верхнюю границу существования этого вида до нижнего сеномана включительно. Редкие таксоны «*Cenodiscus*» *alievi* Pessagno (береговые разрезы Калифорнии) и *Spongodiscus quasipersenex* Bragina (Западно-Сахалинские горы) впервые отмечены в Тетической надобласти (Брагина, 2016б). Присутствие в изученных разрезах *Archaeospongoprimum sphaericum* Bragina, *Crucella lata* (Lipman), *Patellula cognata* O'Dogherty, *P. verteroensis* (Pessagno) и *Spongodiscus quasipersenex* Bragina позволило расши-

А



Б

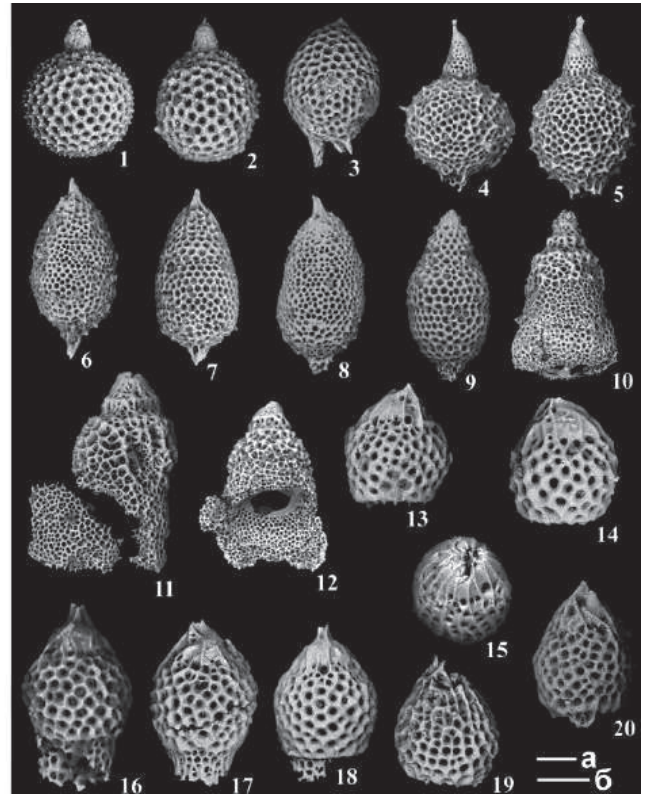


Рис. 2. Радиоларии нижнего сеномана Горного Крыма (Bragina, Bragin, 2020, 2021):

A: 1–3 – *Praeconocaryomma lipmanae* Pessagno; 4, 5 – *Praeconocaryomma* sp. aff. *P. universa* Pessagno; 6, 7 – *Praeconocaryomma* sp. aff. *P. californiense* Pessagno; 8, 9 – *Praeconocaryomma?* *bodrakensis* Bragina; 10 – *Archaeocenospaera?* *mellifera* O’Dogherty; 11 – *Praeconocaryomma?* sp.; 12 – *Litheliidae?* gen. et sp. indet.; (1) обр. 11-1-2, (2, 4, 5, 8, 9) обр. 11-1-3, (3, 6, 7, 10, 12) обр. SBS-3, (11) обр. 08-9-2; длина масштабной линейки – 100 мкм: *a* – 1, 3–7; *б* – 2, 8–13. *Б:* 1, 2 – *Squinabollum fossile* (Squinabol); 3 – *Homeoarchicorys?* *ovoidea* (Squinabol); 4, 5 – *Pseudoeucyrtis spinosa* (Squinabol); 6–8 – *Distylocapsa squama* O’Dogherty; 9 – *Distylocapsa* sp.; 10–12 – *Spongocapsula coronata* (Squinabol); 13, 14, 17, 19, 20 – *Rhopalosyringium panovi* Bragina; 15 – *Rhopalosyringium* sp. cf. *R. scissum* O’Dogherty; 16, 18 – *Rhopalosyringium* sp. aff. *R. hispidum* O’Dogherty; (1–3, 5, 8, 10–14, 17, 18) обр. 11-1-3, (4, 6, 7, 15, 19) обр. 08-9-2, (9) обр. 09-11-3, (16, 20) обр. SBS-3; длина масштабной линейки – 50 мкм: *a* – 1–10, 13–20; *б* – 11, 12

речь нижние границы этих видов до нижнего сеномана. В результате проведенного исследования расширены нижние границы существования видов *Diacanthocapsa urkutica* Bragina, *Distylocapsa squama* O’Dogherty, *Novixitus subtilis* Bragina и *Siphocampe altamontensis* (Campbell et Clark) и верхние границы видов *Pseudodictyomitra languida* O’Dogherty и *Thanarla conica* (Squinabol), а также палеогеографическое распространение этих видов, впервые встреченных на территории Горного Крыма.

Таксономическое разнообразие раннесеноманских комплексов пополнено 4 видами, относящимися к отряду Spumellaria (*Becus naidini* Bragina, *B. tauricus* Bragina, *Praeconocaryomma?* *bodrakensis* Bragina, *Savaryella?* *nikishini* Bragina) и 4 видами, относящимися к отряду Nassellaria (*Holocryptocanium pseudoastiense* Bragina, *Diacanthocapsa bodrakiense* Bragina, *Novixitus riedeli* Bragina и *Rhopalosyringium panovi* Bragina) (Bragina, Bragin, 2020, 2021).

Изучение таксономического разнообразия радиоларий зоны *Patellula spica* (Брагина, 2016а) продемонстрировало, что комплекс зоны на 60% и более представлен видами, широко распространенными в разновозрастных разрезах Италии и Испании (O’Dogherty, 1994; Bragina, Bragin, 2020, 2021). Последнее подтверждает, что зона *Patellula spica*, установленная на территории Крыма, может быть успешно прослежена в Тетической надобласти.

Литература

- Алексеев А. С. Меловая система. Верхний отдел // Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя. – М. : Изд-во МГУ, 1989. – С. 123–157.
- Алексеев А. С., Венгерцев В. С., Конаевич Л. Ф., Кузьмичева Т. А. Литология и микропалеонтология пограничных отложений сеномана–турона Юго-Западного Крыма // Очерки геологии Крыма. Тр. Крымского геологического научно-учебного центра им. проф. А. А. Богданова. – 1997. – С. 54–73.
- Брагина Л. Г. Новые виды радиолярий из верхнемеловых отложений Найбинского опорного разреза (Южный Сахалин) // Палеонтологический журнал. – 2003. – Т. 37. – № 3. – С. 25–30.
- Брагина Л. Г. Зональная схема меловых (альб-сантонских) отложений тетических районов Евразии по радиоляриям // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2016а. – Т. 24. – № 2. – С. 41–66.
- Брагина Л. Г. Палеобиогеография по радиоляриям в позднем альбе – сантоне // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2016б. – Т. 24. – № 6. – С. 49–76.
- Bragina L. G. Cenomanian–Turonian Radiolarians of Northern Turkey and Crimean Mountains // Paleontological Journal. – 2004. – Vol. 38. – Suppl. 4. – Pp. 325–451.
- Bragina L., Bragin N. Radiolaria from the lower Cenomanian (Upper Cretaceous) of Crimea. Pt. 1. Spumellaria // Revue de Micropaléontologie. InterRad XV. Special Issue. – 2020. – Vol. 67. – URL: <http://doi.org/10.1016/j.revmic.2020.100425>
- Bragina L., Bragin N. Radiolaria from the lower Cenomanian (Upper Cretaceous) of Crimea. Pt. 2. Nassellaria // Revue de Micropaleontology. – 2021. – Vol. 71. – URL: <http://doi.org/10.1016/j.revmic.2021.100482>
- Kopayevich L., Vishnevskaya V. Cenomanian–Campanian (Late Cretaceous) planktonic assemblages of the Crimea–Caucasus area: Palaeoceanography, palaeoclimate and sea level changes // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 2016. – No. 441. – Pp. 493–515.
- O'Dogherty L. Biochronology and paleontology of Mid-Cretaceous radiolarians from Northern Apennines (Italy) and Betic Cordillera (Spain) // Mémoires de Géologie (Lausanne). – 1994. – No. 21. – Pp. 1–413.

БИОСТРАТИГРАФИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ НА ОСНОВЕ РАДИОЛЯРИЕВОГО АНАЛИЗА

Л. Н. Василенко, Ю. П. Василенко, С. А. Горбаренко

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Тихоокеанский океанологический институт
им. В. И. Ильичева ДВО РАН, Владивосток, lidia@poi.dvo.ru

BIOSTRATIGRAPHY OF BOTTOM SEDIMENTS IN THE SOUTH-EASTERN PART OF THE SEA OF OKHOTSK BASED ON RADIOLARIAN ANALYSIS

L. N. Vasilenko, Yu. P. Vasilenko, S. A. Gorbarenko

V. I. Il'ichev Pacific Oceanological Institute, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences,
Vladivostok, lidia@poi.dvo.ru

Аннотация. Статья посвящена распределению радиолярий в осадках ядра LV76-9-1 (юго-восточная часть Охотского моря). Представлена возрастная модель этого ядра, а также установлен ряд биостратиграфических уровней некоторых реперных видов радиолярий. Проведена таксономическая ревизия отдельных видов.

Ключевые слова. Радиолярии, Охотское море, датированные уровни, таксономия.

Abstract. The article is devoted to the distribution of radiolarians in the sediments of core LV76-9-1 (south-eastern part of the Sea of Okhotsk). An age model of this core is presented, and a number of biostratigraphic levels of some reference radiolarian species are established. A taxonomic revision of individual species was carried out.

Key words. Radiolarians, Sea of Okhotsk, dating levels, taxonomy.

Район исследований располагается в юго-восточной части Охотского моря на незначительном удалении от Северных Курильских островов. Этот район находится под влиянием затока тихоокеанских водных масс, которые поступают в Охотское море через глубоководные проливы между Северными Курилами. В Охотском море эти воды формируют Западно-Камчатское течение – основное течение восточной части данного моря, текущее с юга на север–северо-запад. По существу, это течение является продолжением Восточно-Камчатского течения, выходящего из Берингова моря. Пространственные различия гидрологического режима, климатических и геоморфологических факторов могут объяснять отличия датировок

уровней первого появления (УПП) и последнего нахождения (УПН) реперных видов радиолярий в осадках в зависимости от района исследований. Необходима разработка и детализация биостратиграфических схем в отдаленных районах Охотского моря, с привлечением новых маркеров. Это позволит проследить события регионального масштаба, провести их корреляцию и установить их связь с глобальными событиями, происходившими в северо-западной части Тихого океана.

Цель нашей работы – выявление биостратиграфических маркеров для построения и детализации возрастных моделей восточной части Охотского моря и сопредельных районов.

Материал и метод. Материалом для исследования послужил керн донных осадков LV76-9-1, полученный в ходе российско-китайской экспедиции на НИС «Академик М. А. Лаврентьев» в 2016 г. (координаты: 50° 29,21' с. ш., 153° 24.05' в. д., глубина моря – 924 м, длина керна – 870 см) (рис. 1). Исследования проводились по сантиметровым интервалам с шагом 4 см, всего было изучено 218 образцов (436 препаратов). Лабораторная обработка, приготовление постоянных препаратов, получение количественных характеристик радиолярий проводилась согласно стандартной методике (Abelmann, 1988). С помощью микроскопа Микмед-2. вар. 2 в препаратах были определены таксономический состав, общее количество радиолярий с пересчетом на 1 г сухого осадка и содержание каждого таксона.

Предварительная возрастная модель керна LV76-9-1 построена на базе мультипараметрового подхода. Она разработана на основе результатов анализа $\delta^{18}\text{O}$ и $\delta^{13}\text{C}$ раковин планктонных фораминифер, вариациях магнитной восприимчивости, а также на вариациях индикаторов палеопродуктивности (содержание хлорина, общего органического углерода (ТОС) и CaCO_3). Кроме того, была выполнена корреляция кривых содержания грубой фракции в этом керне и в керне LV28-44-4, полученном в восточной части Охотского моря и имеющим детальную возрастную модель (Vasilenko et al., 2017) (рис. 2).

Увеличение продуктивности Охотского моря происходило синхронно интерстадиалами (теплые периоды продолжительностью в несколько сотен – первые тысячи лет), и, напротив, снижение продуктивности отмечается в течение стадиалов (холодных периодов продолжительностью также в несколько сотен – первые тысячи лет) (Gorbarenko et al., 2007, 2012). Таким образом, продуктивность Охотского моря дает четкую реакцию на изменения глобального климата тысячелетнего масштаба. Это позволяет использовать кривые изменений индикаторов палеопродуктивности для графической корреляции с кривой изменения $\delta^{18}\text{O}$ льда керна NGRIP (North Greenland Ice Core ... , 2004) и дает надежный инструмент для построения высокоразрешающей хроностратиграфии.

Результаты и обсуждение. В осадках керна LV76-9-1 обнаружены 132 вида и внутривидовых таксона радиолярий (Collodaria – 5 таксонов, Spumellaria – 51 таксон и Nassellaria – 76 таксонов). Сохранность скелетов преимущественно хорошая и удовлетворительная. Практически все обнаруженные виды были установлены в Охотском море ранее с некоторыми вариациями их содержания (Кругликова, 1975; Матуль, 2009; Okazaki et al., 2003 и др.). Несмотря на это, нами была проведена таксономическая ревизия видов *Acrosphaera arktios* (Nigrini), *Cycladophora davisiana* Ehrenberg, *Lychnocanoma sakaii* Morley

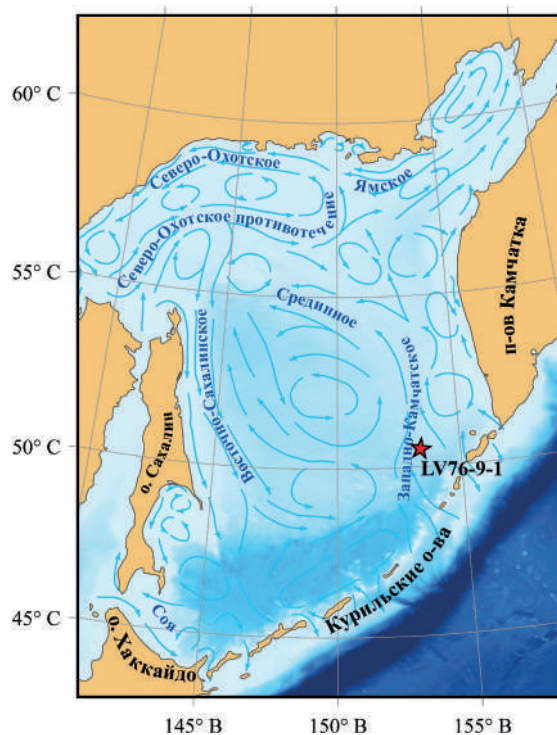


Рис. 1. Месторасположение керна LV76-9-1

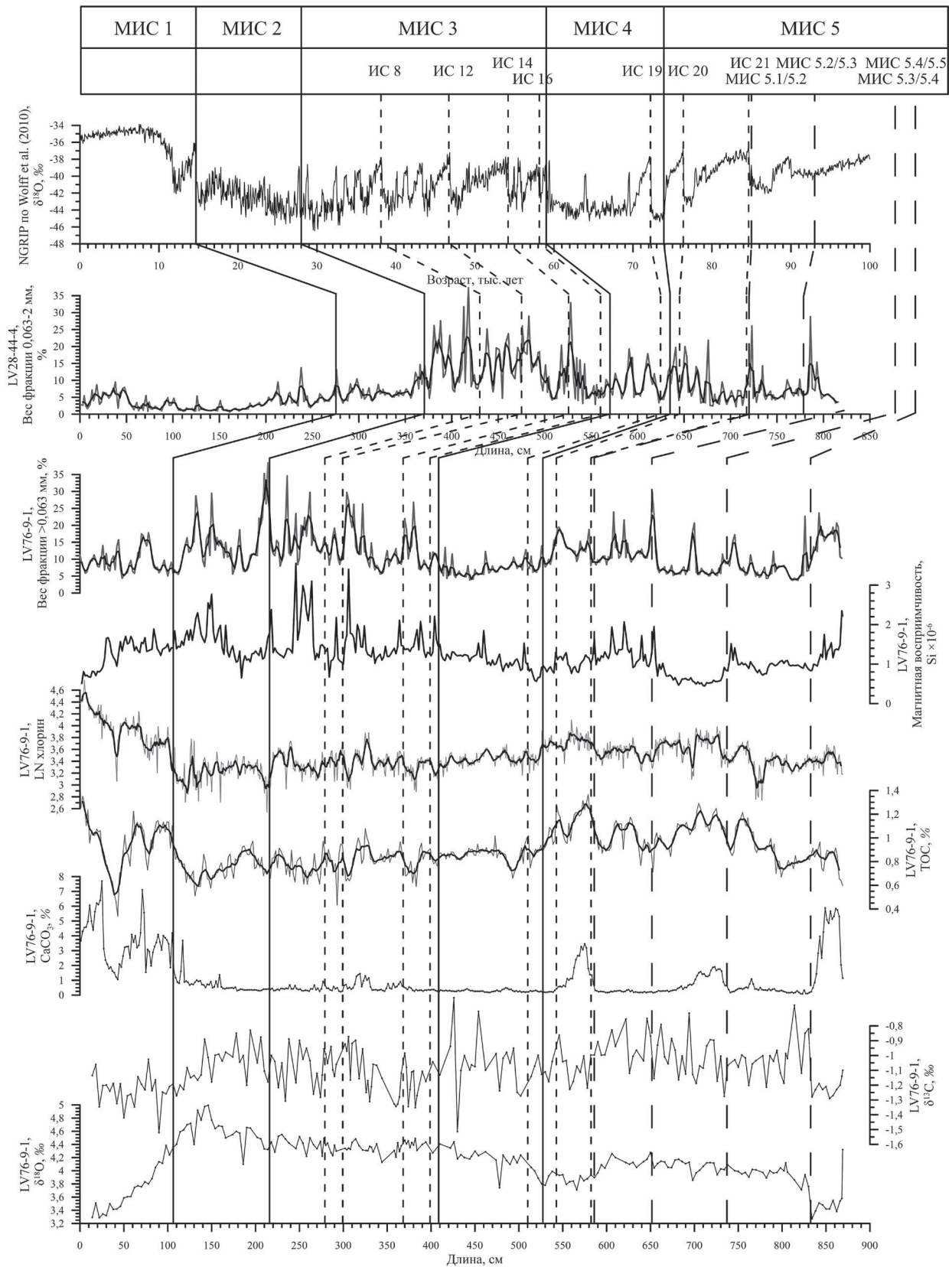


Рис. 2. Возрастная модель ядра LV76-9-1, основанная на корреляции с кривой $\delta^{18}\text{O}$ NGRIP (Wolff et al., 2010; верхний график), с данными изучения данного ядра (на рисунке снизу вверх) по: изотопному составу углерода и кислорода раковин планктонных фораминифер ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$), палеопродуктивности (содержания CaCO_3 , общего органического углерода (ТОС) и хлорина), вариациям магнитной восприимчивости, а также на корреляции содержания грубой фракции между ядром LV76-9-1 и ядром LV28-44-4

Сплошными линиями показаны границы морских изотопно-кислородных стадий (МИС); пунктирными линиями с большими интервалами – границы подстадий МИС 5; пунктирными линиями с мелкими интервалами – положение интерстадиалов (ИС)

et Nigrini, *Cerathospyris borealis* Bailey, позволившая отделить морфологические формы. Значительная морфологическая изменчивость радиолярий Охотского моря отмечалась С. Б. Кругликовой (1975). Содержание радиолярий в керне LV76-9-1 отражает общепринятую тенденцию к понижению общей численности в ледниковые периоды и ее повышение в межледниковья. Наиболее отчетливые пики наблюдаются во время морских изотопно-кислородных стадий (МИС 1) и МИС 5.5 (рис. 3).

Наибольшие концентрации имеют несколько видов.

Stylocyclonema stellata Bailey/*validispina* Jørgensen достигает 21–26 % главным образом во время холодных МИС 5.4, МИС 5.2, МИС 4, а также в начале теплой МИС 1 с последующим постепенным уменьшением содержания.

Stylochlamidium venustum (Bailey) демонстрирует постепенное увеличение численности до 20–35 % во время теплых МИС 5.5, МИС 5.3, МИС 5.1, МИС 3 и достигает максимальной численности 50–55 % во время МИС 1. Кроме этого, отмечается резкий кратковременный всплеск численности вида в середине МИС 2.

Spongostoma glacialis Popofsky имеет незначительные вариации численности в промежутке от МИС 5.5 до середины МИС 3, после чего его содержание увеличивается до 30 %, затем в начале МИС 2 снижается до 7–13 % и с середины МИС 2 снова повышается, достигая максимальных значений до 46 % в начале МИС 1.

Cycladophora davisiana Ehrenberg в настоящем исследовании разделена на две морфологические формы (F.1 и F.2). Особенностью *C. davisiana* F.2 является резко удлиненная форма

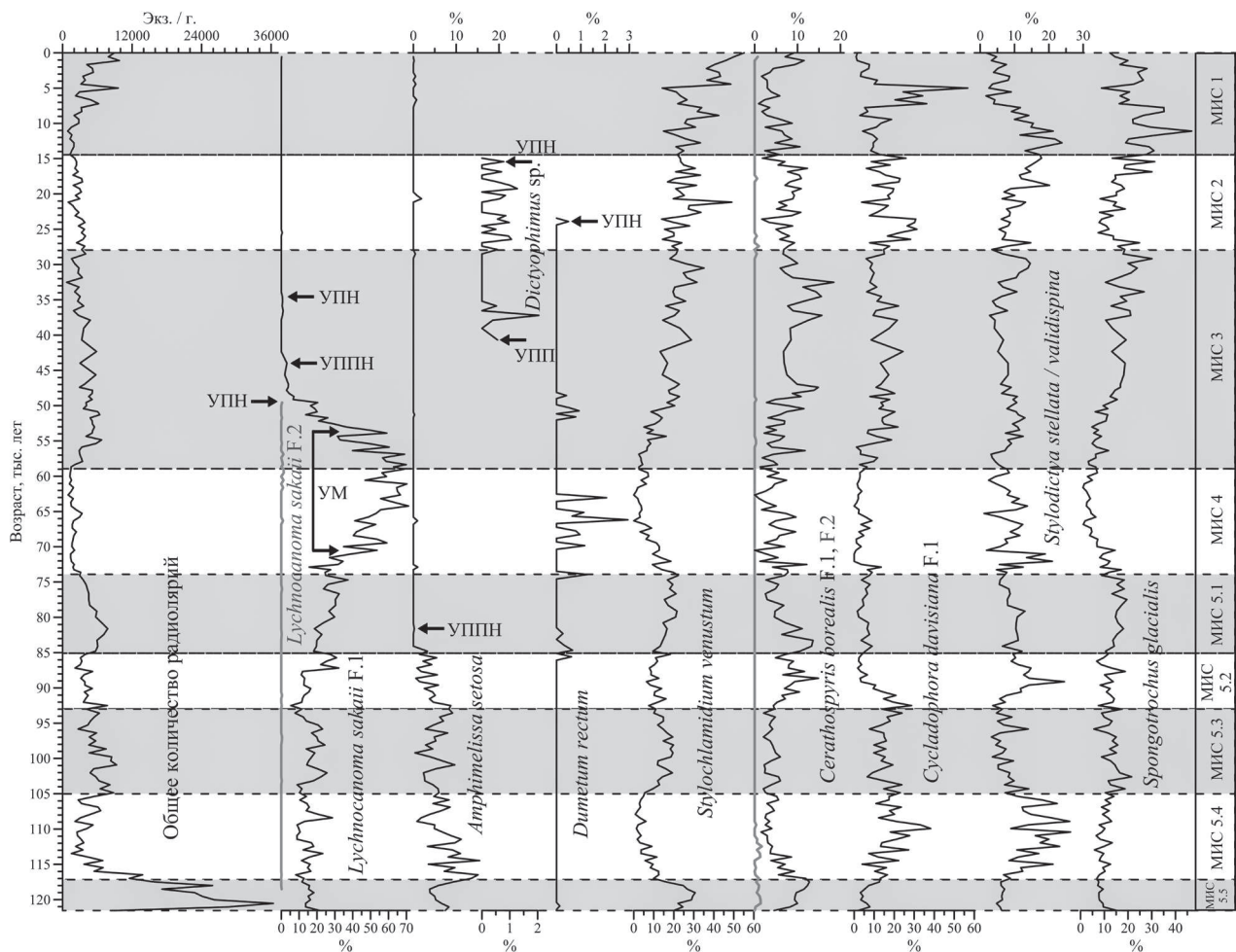


Рис. 3. Общее количество радиолярий и распределение некоторых видов в керне LV76-9-1

УПН – уровень первого появления, УПН – уровень последнего нахождения, УППН – уровень последнего постоянного нахождения

скелета со множеством мелких пор на небольшом тораксе. *C. davisiana* F.1 демонстрирует повышение ее содержания во время холодных МИС: до 38 % в середине МИС 5.4, до 28 % в начале МИС 5.2 и до 31 % в начале МИС 2. В середине теплой МИС 1 наблюдается резкий скачок ее концентрации до 56 %, после которого происходит резкий спад. Это согласуется с данными А. Г. Матуля (2009), который установил, что на протяжении 1,1 млн лет высокие концентрации *C. davisiana* в Охотском море встречаются в большей части ледниковых МИС, хотя интервалы максимумов вида наблюдаются в ряде межледниковых оптимумов. *C. davisiana* F.2 содержится единично с короткими пиками до 0,9 % в конце МИС 5.3 и 1,1 % в середине МИС 4. Короткий интервал встречаемости этой морфоформы в дальнейшем позволяет использовать его в биостратиграфических целях.

Amphimelissa setosa Cleve демонстрирует повышение концентрации до 13–15 % в начале МИС 5.4, выраженное несколькими отчетливыми пиками, с последующим постепенным снижением ее содержания. Для этого вида установлен уровень последнего постоянного нахождения (УППН) ~ 81–84 тыс. лет назад. Эта дата близка к 80–120 тыс. лет назад, установленной в Беринговом море (Ikenoue et al., 2016). УПН вида зафиксировать не удалось, т. к. единичные экземпляры встречаются выше по разрезу вплоть до конца МИС 1.

Lychnocanoma sakaii Morley et Nigrini также разделен на морфоформы (F.1 и F.2). Различия заключаются в наличии четвертой абдоминальной иглы у экземпляров *L. sakaii* F.2. Для *L. sakaii* F.1 уровень УППН зафиксирован ~ 43–44 тыс. лет назад, УПН установлен на отметке ~ 33–34 тыс. лет назад. Эта дата близка к 31,6–33,9 тыс. лет назад, установленной ранее в Охотском море (Матуль, 2009; Matul et al., 2009). Следует отметить, что выше по разрезу встречаются обломанные единичные экземпляры этого вида в начале МИС 2 и в конце МИС 1, которые, возможно, были переотложены. Уровень максимальной концентрации (УМ) отмечается в интервале ~ 54–70 тыс. лет назад (максимум 71 %) приблизительно 63–64 тыс. лет назад. В центральной части Охотского моря УМ *L. sakaii* зафиксирован в интервале 72–77 (в среднем 74,5) тыс. лет назад (Матуль, 2009). *L. sakaii* F.2 в осадках представлен единичными экземплярами с максимальным содержанием 1,3–1,4 % на границе МИС 3/МИС 4. УПН *L. sakaii* F.2 установлен ~ 49–50 тыс. лет назад.

Cerathospyris borealis Bailey также разделен на две морфологические формы (F.1 и F.2). Скелет *C. borealis* F.2 горизонтально удлиннен, имеет форму «гантели» (возможно, это другой вид). Незначительные пики концентрации *C. borealis* F.1 до 9–11 % наблюдаются в конце теплых МИС 5.5, в начале МИС 5.1, в конце МИС 1 и в середине холодной МИС 5.2. Максимальные концентрации 14–18 % зафиксированы в начале и в конце МИС 3, разделенные на рис. 3 дугообразным прогибом, что свидетельствует о постепенном уменьшении и таком же постепенном увеличении количества вида с середины МИС 3 с последующим снижением до середины МИС 1. *C. borealis* F.2 образует небольшие пики до 1,5 % главным образом во время МИС 5.5 и МИС 5.4, и после долгого перерыва единично встречается в верхней части керна, начиная с МИС 3.

Кроме доминирующих видов, в керне установлены несколько характерных видов с невысоким содержанием (до 3 %), но имеющих важное стратиграфическое значение.

Dumetum rectum Porofsky образует несколько пиков 1–3 % во время МИС 4. Заметный пик содержания этого вида во время МИС 4 в Охотском море отмечался А. Г. Матулем (2009). Установлен УПН *Dumetum rectum* ~ 23–24 тыс. лет назад.

Dictyophimus sp. содержится до 1 %, но встречается в узком диапазоне с середины МИС 3 и до конца МИС 2. УПП ~ 40–41 тыс. лет назад, УПН ~ 15 тыс. лет назад.

Выводы.

1. Разработана возрастная модель для керна LV76-9-1.
2. Прослежены биостратиграфические уровни по радиоляриям для донных осадков восточной части Охотского моря.
3. Проведена корреляция этих уровней с центральной частью Охотского и Беринговым морей.

4. Разделены морфологические формы некоторых стратиграфически важных видов и установлены их концентрации в осадках за последние 120 тыс. лет.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (№ 22-17-00118) и по программе фундаментальных научных исследований ТОИ ДВО РАН (тема № 121021700342-9).

Литература

Кругликова С. Б. Радиоларии из поверхностного слоя осадков Охотского моря // *Океанология*. – М. : Наука, 1975. – Т. XV. – Вып. 1. – С. 116–122.

Матуль А. Г. Четвертичная биостратиграфия и палеоокеанология Охотского моря и других субарктических районов. – М. : ГЕОС, 2009. – 182 с.

Abelmann A. Freeze-drying simplifies the preparation of microfossils // *Micropaleontology*. – 1988. – Vol. 34. – Pp. 361.

Ikenoue T., Okazaki Y., Takahashi K., Sakamoto T. Bering Sea radiolarian biostratigraphy and paleoceanography at IODP Site U1341 during the last four million years // *Deep-Sea Research II: Topical Studies in Oceanography*. – 2016. – Iss. 125, 126. – Pp. 38–55.

Gorbarenko S. A., Goldberg E. L., Kashgarian M. et al. Millennium scale environment changes of the Okhotsk Sea during last 80 kyr and their phase relationship with global climate changes // *Journal of Oceanography*. – 2007. – Vol. 63. – No. 4. – Pp. 609–623.

Gorbarenko S. A., Harada N., Malakhov M. I. et al. Responses of the Okhotsk Sea environment and sedimentology to global climate changes at the orbital and millennial scale during the last 350 kyr. // *Deep-Sea Research II*. – 2012. – Iss. 61–64. – Pp. 73–84.

Matul A. G., Abelmann A., Nürnberg D., Tiedemann R. Stratigraphy and Major Paleoenvironmental Changes in the Sea of Okhotsk during the Last Million Years Inferred from Radiolarian Data // *Oceanology*. – 2009. – Vol. 49. – Pp. 93–100.

Okazaki Y., Takahashi K., Yoshitani H. et al. Radiolarians under the seasonally sea-ice covered conditions in the Okhotsk Sea: flux and their implications for paleoceanography // *Marine Micropaleontology*. – 2003. – Vol. 49. – Pp. 195–230.

North Greenland Ice Core Project Members. High-resolution record of Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period // *Nature*. – 2004. – Vol. 431. – Pp. 147–151.

Vasilenko Yu. P., Gorbarenko S. A., Bosin A. A. et al. Millennial mode of variability of sea ice conditions in the Okhotsk Sea during the last glaciation (MIS 4–MIS 2) // *Quaternary International*. – 2017. – Vol. 459. – Pp. 187–200.

Wolff E. W., Chappellaz J., Blunier T. et al. Millennial-scale variability during the last glacial: The ice core record // *Quaternary Science Reviews*. – 2010. – Vol. 29. – Pp. 2828–2838.

РАДИОЛЯРИИ НИЖНЕАРТИНСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РАЗРЕЗА ДОНСКОЕ (ЮЖНЫЙ УРАЛ)

Э. А. Гайнуллина

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, elika10@bk.ru

LOWER ARTINSKIAN RADIOLARIANS OF THE DONSKOE SECTION (SOUTHERN URALS)

E. A. Gainullina

Lomonosov Moscow State University, Moscow, elika10@bk.ru

Аннотация. В нижнеартинских отложениях разреза Донское, расположенного в Оренбургской области на правом берегу р. Урал, выявлено 20 видов радиоларий. Анализ комплексов радиоларий из восточного и западного крыльев разреза позволил установить присутствие зоны *Paratriposphaera crassiclathrata – Quinqueremis arundinea*.

Ключевые слова. Радиоларии, нижняя пермь, артинский ярус, Оренбургская область, Россия.

Abstract. Twenty species of radiolarians were identified in the Lower Arctinian sediments of the Donskoe section located in the Orenburg Region on the right bank of the Ural River. An analysis of radiolarian complexes from the eastern and western wings of the section revealed the presence of the *Paratriposphaera crassiclathrata – Quinqueremis arundinea* zone.

Key words. Radiolarians, Lower Permian, Artinskian Stage, Orenburg Region, Russia.

Нижнеартинские отложения западного склона Южного Урала содержат богатые комплексы радиоларий, их описанию посвящены работы Б. Б. Назарова и А. Ормистона (Назаров, Руденко, 1981; Nazarov, Ormiston, 1983, 1985, 1986; Исакова, Назаров, 1986; Назаров, 1988; Назаров,

Ормистон, 1989; Nazarov, Ormiston, 1993), Х. Коцура и Х. Мостлера (Kozur, Mostler, 1982, 1989), Э. О. Амона и М. С. Афанасьевой (Afanasieva, Zamilatskaya, 1993; Amon et al., 1990; Амон, Чувашов, 2004; Афанасьева, Амон, 2006, 2016; Афанасьева и др., 2014; Афанасьева, 2000, 2020, 2023; Afanasieva et al., 2005, 2022). Однако обширная коллекция Б. Б. Назарова, хранящаяся ныне в ПИН РАН, осталась им не до конца обработанной, в частности, прекрасной сохранности материал из разреза Донское, 135–136-й км шоссе Оренбург–Орск. Этот разрез расположен на правом берегу р. Урал у пос. Донское в Оренбургской области (рис. 1). Его точное положение не вполне ясно, а описание осталось неопубликованным, полевые книжки Б. Б. Назарова не сохранились. Как основа для привязки образцов использованы составленные Б. Б. Назаровым схематические литологические колонки и геологические профили западного и восточного крыльев синклинальной складки с указанием характера рельефа и мощности слоев, на которые вынесены номера образцов. Нижнюю часть разреза (слои 1–7) восточного крыла слагают флишоидные породы с сакмарским комплексом аммоноидей. Выше залегает толща переслаивания аргиллитов и песчаников с редкими тонкими прослоями известняков, вверху с большим количеством карбонатных конкреций, содержащих радиолярии, принадлежащая к иргинскому горизонту. Распределение радиолярий в этом разрезе использовано Б. Б. Назаровым в его зональном (на уровне слоев) расчленении нижнепермских отложений Южного Урала, но только в самом общем виде (Назаров, 1988).

Всего определено 20 видов, относящихся к 16 родам (рис. 2). На восточном крыле разреза Донское преобладают сферические *Copicyntra phymatodonta* Nazarov et Ormiston, 1985, субтреугольные *Rectotortum fornicatum* Nazarov et Ormiston, 1985; ближе к замку складки и вверх по разрезу начинают появляться многочисленные ставраксонные *Latentibifistula triacanthophora* Nazarov et Ormiston, 1983 и *Quinqueremis arundinea* Nazarov et Ormiston, 1985 (обр. 5/10). Наиболее разнообразный по видовому составу комплекс радиолярий встречен в слоях 8–10, где многочисленными являются сферические *Paratriposphaera crassiclathrata* (Nazarov et Ormiston, 1985) с 2–5 основными иглами, *Entactinia* (*E. meyeri* (Kozur et Mostler, 1989)); *E. dolichoacus* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986; *E. mariannae* Afanasieva et Amon, 2017) и субтреугольные *Tortentum* sp. и *Ruzhencevispongius* sp. Также встречаются немногочисленные *Helioentactinia venusta* Afanasieva, 2023, *Pluristratoentactinia lusikae* Afanasieva, 2018, *Microporosa permica* (Kozur et Mostler, 1989) и единичные экземпляры *Holdsworthella permica* Kozur, 1981, *Latentifistula astricta* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986, *Aleksialeks distinctus* Afanasieva, 2023, *Apophysiacus praepycnoclada* (Nazarov et Ormiston, 1993), *Polyentactinia fiscina* Nazarov et Ormiston, 1989 и *Tetragregnon* sp.

На западном крыле разреза Донское преобладают сферические *Copicyntra*, в том числе *C. phymatodonta*, *Helioentactinia* sp., игольчатые *Entactinia dolichoacus* и ставраксонные *Quinqueremis arundinea* (обр. 5/41), *Latentifistula* sp. Самыми многочисленными являются сферические *Paratriposphaera strangulata* (Nazarov et Ormiston, 1985) (обр. 5/44) с двумя основными иглами, реже встречаются *Entactinia meyeri*. Немногочисленны *Polyentactinia fiscina* Nazarov et Ormiston, 1989, *Tetragregnon* sp., *Paratriposphaera crassiclathrata* (обр. 5/31), единичными экземплярами представлены треугольные *Ruzhencevispongius plumatus* Nazarov et Ormiston, 1985. Эта ассоциация несколько беднее и содержит вид *Paratriposphaera strangulata*, отсутствующий на восточном крыле и впервые появляющийся на Южном Урале еще в сакмарском ярусе.

Несмотря на некоторые различия в видовом составе, которые, скорее всего, объясняются сильным влиянием степени сохранности легко подвергающихся растворению скелетов, радиоляриевые ассоциации обоих крыльев разреза Донское, по существу, принадлежат единому комплексу слоев *Paratriposphaera* (ранее *Entactinosphaera*) *crassiclathrata* – *Quinqueremis arundinea*, выделенных Б. Б. Назаровым (1988). На восточном крыле их нижняя граница установлена по появлению *Quinqueremis arundinea* в средней части слоя 7, а на западном – в середине слоя 22. Комплекс радиолярий основания иргинского яруса разреза Актасты

Восточное крыло

Западное крыло

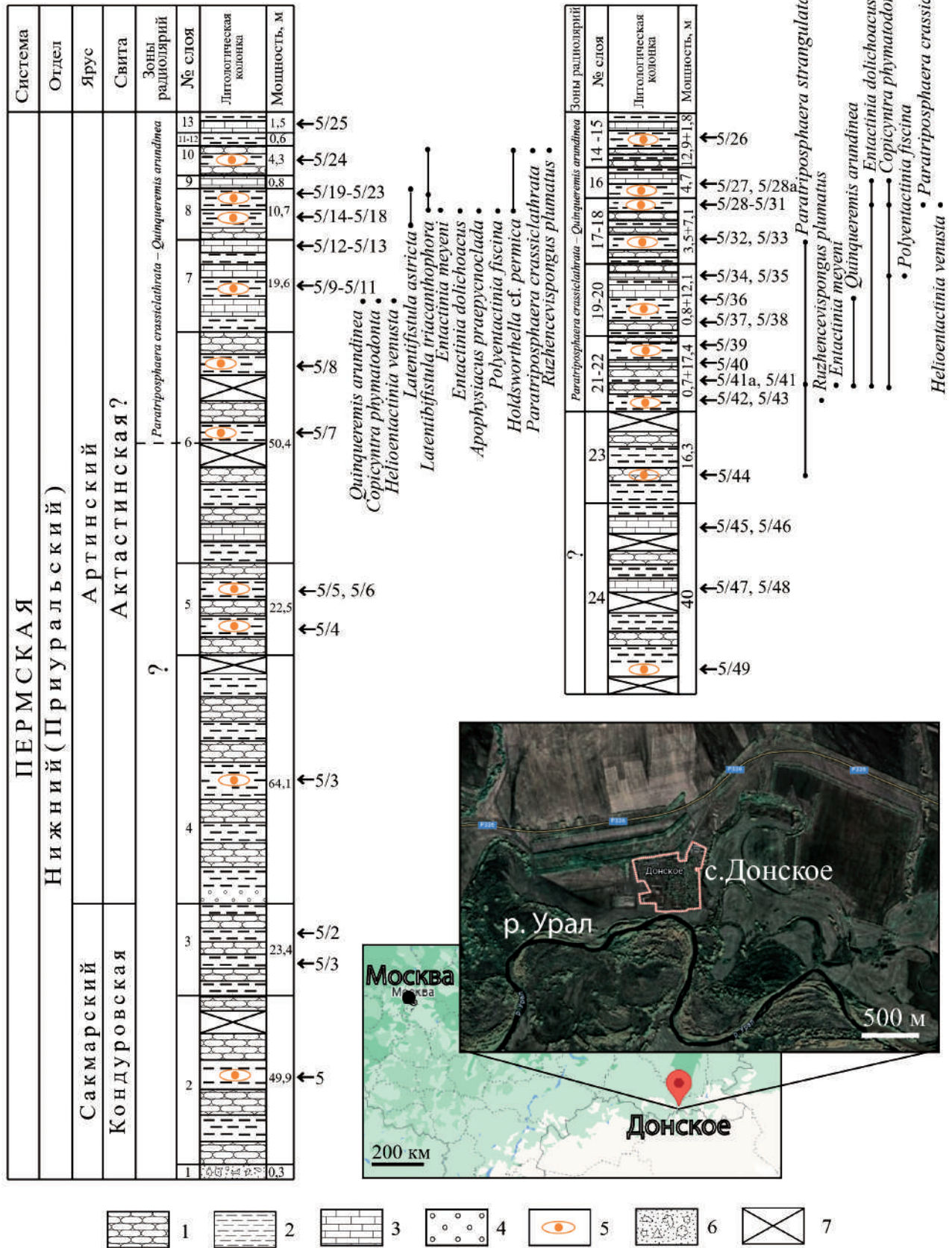


Рис. 1. Стратиграфические колонки с распределением радиолярий по восточному и западному крыльям и географическое положение разреза Донское: 1 – песчаники; 2 – аргиллиты; 3 – известняки; 4 – оолитовые песчаники; 5 – линзы известняков; 6 – конгломераты; 7 – закрытые интервалы

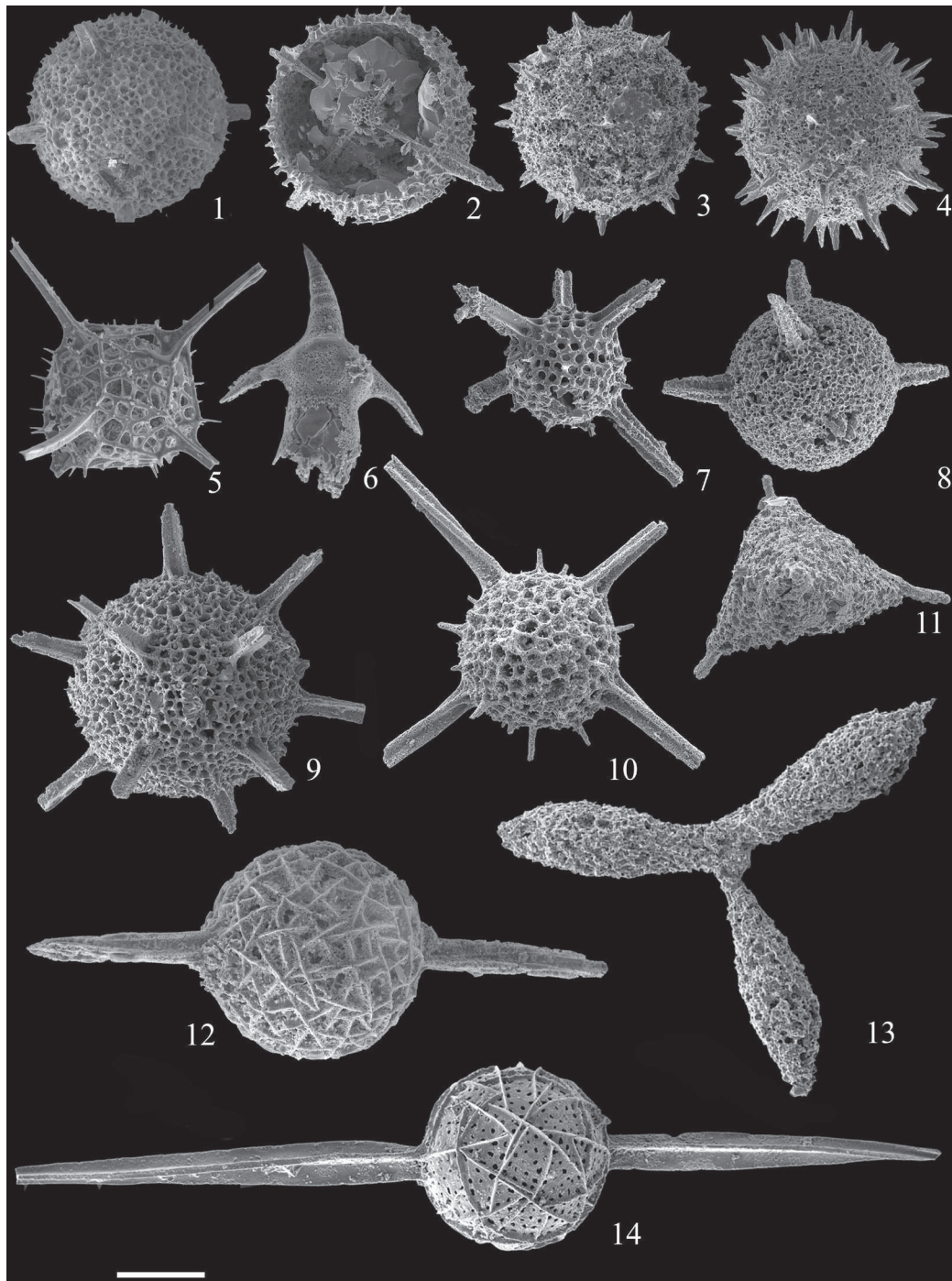


Рис. 2.

1 – *Helioentactinia parvispina* Afanasieva, 2023: экз. КП МГУ № 2.3/1, сл. 8, обр. 5/17; 2 – *Aleksialeks distinctus* Afanasieva, 2023: экз. КП МГУ № 1.15/2, сл. 8, обр. 5/21; 3, 4 – *Copicyntra phymatodonta* Nazarov et Ormiston, 1985: 3 – экз. КП МГУ № 1.4/3, сл. 7, обр. 5/11, общий вид скелета, 4 – экз. № 1.16/4, сл. 22, обр. 5/41; 5 – *Polyentactinia fiscina* Nazarov et Ormiston, 1989: экз. КП МГУ № 2.20/5, сл. 19, обр. 5/35; 6 – *Holdsworthella permica* Kozur, 1981: экз. КП МГУ № 2.12/6, сл. 10, обр. 5/24; 7 – *Entactinia mariannae* Afanasieva et Amon, 2017: экз. КП МГУ № 1.6/7, сл. 8, обр. 5/21; 8 – *Pluristratoentactinia lusikae* Afanasieva, 2018: экз. КП МГУ № 1.3/8, сл. 7, обр. 5/11; 9 – *Helioentactinia venusta* Afanasieva, 2023: экз. КП МГУ № 1.11/9, сл. 8, обр. 5/21; 10 – *Apophysiacus praepycnoclada* (Nazarov et Ormiston, 1993): экз. КП МГУ № 2.2/10, сл. 8, обр. 5/17; 11 – *Tetratormentum* cf. *condensum* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986: экз. КП МГУ № 1.12/11, сл. 8, обр. 5/21; 12 – *Paratriposphaera crassiclathrata* (Nazarov et Ormiston, 1985): экз. КП МГУ № 2.17/1, сл. 10, обр. 5/24; 13 – *Latentifistula astricta* Nazarov in Isakova et Nazarov, 1986: экз. КП МГУ № 1.5/14, сл. 8, обр. 5/21; 14 – *Paratriposphaera strangulata* (Nazarov et Ormiston, 1985): экз. КП МГУ № 1.19/4, сл. 22, обр. 5/41.

Россия, Южный Урал, Оренбургская область, разрез Донское; пермская система, приуральский отдел, артинский ярус. Из коллекции Б. Б. Назарова. Длина масштабной линейки – 100 мкм

в Мугоджарах (Афанасьева и др., 2016) весьма сходен на родовом уровне с комплексом Донского, но представлен в основном другими видами, в нем также отсутствуют представители рода *Paratriposphaera*.

Литература

- Амон Э. О., Чувашов Б. И.* Радиоларии в стратиграфии сакмарского яруса (нижняя пермь) Южного Урала // Литосфера. – 2004. – № 1. – С. 41–64.
- Афанасьева М. С.* Атлас радиоларий палеозоя Русской платформы. – М. : Научный мир, 2000. – 480 с.
- Афанасьева М. С.* Новые раннепермские виды радиоларий Южного Урала и Западных Мугоджар // Палеонтологический журнал. – 2020. – № 6. – С. 3–12.
- Афанасьева М. С.* Новый род *Alexialeks* gen. nov. и новые виды радиоларий ранней перми Южного Урала России // Палеонтологический журнал. – 2023. – № 1. – С. 13–31.
- Афанасьева М. С., Амон Э. О.* Радиоларии. – М. : Изд-во ПИН РАН, 2006. – 320 с.
- Афанасьева М. С., Амон Э. О., Черных В. В.* Радиоларии пограничных отложений ассельского и сакмарского ярусов (нижняя пермь) разреза Кондуровский (западный склон Южного Урала) // Бюлл. МОИП. Отдел геологический. – 2014. – Т. 89. – № 4. – С. 64–82.
- Афанасьева М. С., Амон Э. О.* Новые роды и виды радиоларий из нижнепермских отложений Южного Урала и Северных Мугоджар // Палеонтологический журнал. – 2016. – № 3. – С. 3–13.
- Исакова Т. Н., Назаров Б. Б.* Стратиграфия и микрофауна позднего карбона – ранней перми Южного Урала. – М. : Наука, 1986. – 184 с.
- Назаров Б. Б.* Радиоларии палеозоя // Практическое руководство по микрофауне СССР. Справочник для палеонтологов и геологов. Т. 2. – Л. : Недра, 1988. – 231 с.
- Назаров Б. Б., Ормистон А. Р.* Новые виды радиоларий из перми Южного Урала и Невады // Палеонтологический журнал. – 1989. – № 2. – С. 13–21.
- Назаров Б. Б., Руденко В. С.* Некоторые билатерально-симметричные радиоларии позднего палеозоя Южного Урала // Вопросы микропалеонтологии. – 1981. – Вып. 24. – С. 129–139.
- Afanasiyeva M. S., Zamilatskaya T. Y.* The paleobiogeography of the northeast Pericaspian Basin and pre-Uralian Depression in Artinskian time based on Radiolaria and Foraminifera // Micropaleontology, special issue. – 1993. – Vol. 6. – Pp. 61–65.
- Afanasiyeva M. S., Chernykh V. V., Sungatullina G. M.* et al. Radiolarians, conodonts, and palynomorphs from the Sakmarian–Artinskian boundary beds (Lower Permian) in the Dal'ny Tulkas Section, South Urals, Russia // Paleontological Journal. – 2022. – Vol. 56. – No. 9. – Pp. 975–1025.
- Afanasiyeva M. S., Amon E. O., Agarkov Y. V., Boltovskoy D. S.* Radiolarians in the geological record // Paleontological Journal. – 2005. – Vol. 39.
- Amon E. O., Braun A., Chuvashov B. I.* Lower Permian (Artinskian) Radiolaria from the Sim type section, southern Urals // Geologica et Palaeontologica. – 1990. – Vol. 24. – Pp. 115–137.
- Kozur H., Mostler H.* Entactinaria subordo nov., a new radiolarian suborder // Geologisch und Paläontologische Mitteilungen Innsbruck. – 1982. – Bd. 11/12. – Pp. 399–414.
- Kozur H., Mostler H.* Radiolarien und Schwammskleren aus dem Unterperm des Vorurals // Geologisch und Paläontologische Mitteilungen Innsbruck. – 1989. – SdB. 2. – Pp. 147–275.
- Nazarov B. B., Ormiston A. R.* A new superfamily of stauraxon polycystine Radiolaria from the Late Paleozoic of the Soviet Union and North America // Senckenbergiana lethaea. – 1983. – Vol. 64. – Pp. 363–379.
- Nazarov B. B., Ormiston A. R.* Radiolaria from the Late Paleozoic of the southern Urals, USSR and West Texas, USA // Micropaleontology. – 1985. – Vol. 31. – No. 1. – Pp. 1–54.
- Nazarov B. B., Ormiston A. R.* Origin and biostratigraphic potential of the stauraxon polycystine Radiolaria // Marine Micropaleontology. – 1986. – Vol. 11. – No. 1–3. – Pp. 33–54.
- Nazarov B. B., Ormiston A. R.* New biostratigraphic important Paleozoic Radiolaria of Eurasia and North America // Radiolaria of giant and subgiant fields in Asia. Nazarov Memorial Volume. – 1993. – Pp. 22–60.

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ВНУТРЕННЕМ СТРОЕНИИ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ МЕЗОЗОЙСКИХ РАДИОЛЯРИЙ ИЗ РОДОВ *PARVICINGULA* И *TAKEMURAELLA*

А. В. Исаева^{1,2}, Ю. А. Гатовский²

¹Геологический институт РАН, Москва, alexandra-isaeva22@rambler.ru

²Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва

NEW DATA ON INTERNAL STRUCTURES OF SOME MESOZOIC RADIOLARIAN SPECIES OF GENUSES *PARVICINGULA* AND *TAKEMURAELLA*

A. V. Isaeva^{1,2}, Yu. A. Gatovsky²

¹Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, alexandra-isaeva22@rambler.ru

²Lomonosov Moscow State University, Moscow

Аннотация. Изучено внутреннее строение некоторых мезозойских видов радиолярий из родов *Parvicingula* и *Takemuraella* с помощью сканирующего электронного микроскопа и компьютерной микротомографии для уточнения их таксономического положения. В результате предлагается рассматривать морфологию элементов внутреннего строения на родовом и видовом уровне.

Ключевые слова. Мезозой, радиолярии, *Parvicingula*, *Takemuraella*, морфология, компьютерная томография.

Abstract. In this study internal structures of multiple species of Mesozoic radiolarians are examined by applying scanning electron microscopy and computer micro-tomography to elaborate taxonomic position of these species. As the result of this study, we propose to use the morphological traits of internal radiolarian structures as characteristics of genus and species level.

Key words. Mesozoic, radiolarians, *Parvicingula*, *Takemuraella*, morphology, Computer Tomography.

В ходе исследования были изучены радиолярии из баженовской свиты скв. Средне-Балыкская, глубина 2947,55 м (юго-западная часть Западной Сибири). Баженовская свита – толща высокоуглеродистых пород на территории Западной Сибири общей площадью более 1 млн км² и относящаяся к верхнеюрскому–нижнемеловому периодам (титон–берриас). Биостратиграфическое расчленение отложений проводится по аммонитам, двустворкам (бухии и иноцерамы) и радиоляриям (Решение ... , 2004; Постановление ... , 2006; Панченко и др., 2015; Вишневская и др., 2020). Использование радиолярий для изучения этих отложений началось в 80-х годах прошлого столетия (Козлова, 1983; Бладучан и др., 1986).

Первоначально радиолярии изучались в шлифах, но т. к. в шлифах скрыты многие детали строения скелетов, исследователи начали применять методы химического выделения радиолярий из пород. Это было необходимо для более полного понимания морфологических признаков скелетов радиолярий. В последующем выделенные скелеты радиолярий стали исследоваться с помощью сканирующей электронной микроскопии (СЭМ). Компьютерную микротомографию (КТ) скелетов радиолярий начали применять сравнительно недавно (Teshima et al., 2010; Вишневская, 2019; Вишневская и др., 2020).

Для биостратиграфии необходимо правильное таксономическое определение радиолярий, которое обычно основывается на внешних морфологических признаках скелетов. Основное внимание в этом исследовании было уделено радиоляриям близких родов *Parvicingula* Pessagno, 1977 и *Takemuraella* (Takemura, 1986), т. к. их представители обладают высокой морфологической изменчивостью во времени и широким географическим распространением, за счет чего используются во всех мезозойских стратиграфических схемах. Виды этих родов используются в зональной стратиграфической схеме расчленения отложений баженовского горизонта (Вишневская и др., 2020).

Нами радиолярии были выделены с помощью 10 % раствора уксусной кислоты из пород, представленных карбонатными конкрециями в глинисто-кремнистых аргиллитах. После химической обработки скелеты радиолярий отбирались вручную под оптическим микроскопом МБС-10. Получено более 300 экземпляров скелетов радиолярий хорошей и средней сохранности из родов *Parvicingula* и *Takemuraella*, из которых более 200 экземпляров исследовано с помощью СЭМ. С помощью компьютерных микротомографов SkyScan1172,

NEOSCAN__80 и SkyScan2214 отснято 36 экземпляров радиолярий. Для проведения съемки на КТ образцы помещались на изготовленные из пластика ABC столики диаметром 2 × 5 мм, на которые заранее был нанесен ультрафиолетовый клей. При осуществлении этого этапа исследования авторы руководствовались методикой, описанной в работе Сары Качович и др. (Kachovich et al., 2020). В результате съемки построено более 40 3D моделей, которые затем анализировались по стандартной палеонтологической методике.

Внутреннее строение радиолярий сравнительно мало изучено. Тем не менее попытки его исследования предпринимались в работах А. Такемуры, М. Г. Петрушевской, П. Думитрики и других исследователей (Dumitrica, 1970; Петрушевская, 1986; Takemura, 1986).

А. Такемура (Takemura, 1986) отмечал, что исследование внутреннего строения радиолярий в оптическом микроскопе с проходящим светом, применяемое ранее другими авторами, «либо крайне трудно осуществимо, либо невозможно», т. к. оптический микроскоп не позволяет полноценно исследовать объемные структуры, особенно структуры цефалисов (апикальная часть скелета насселлярий). В этой же работе он выделяет 11 основных типов строения цефалисов, основываясь на работах других исследователей, а также на результатах собственного изучения радиолярий, полученных при съемке с помощью СЭМ. Им предлагается собственная классификация радиолярий класса Nassellaria на уровне семейств, созданная исходя из выделенных им типов внутреннего цефалического строения. В числе описанных вариаций строения скелетов радиолярий – тип строения *Yamatoum* Takemura, 1986, к которому по предложенной классификации относятся радиолярии из рода *Takemuraella*. Этот тип внутреннего строения исследователь считает характерным для семейства Amphipyndaceae Riedel, 1967. Род *Parvicingula* он относит к семейству Theoperidae Haeckel, 1886 emend. Riedel, 1967. В современной литературе (O’Dogherty et al., 2009) роды *Parvicingula* и *Takemuraella* относятся к семейству Parvicingulidae Pessagno 1977, поэтому классификацию, предложенную А. Такемурой, можно признать спорной.

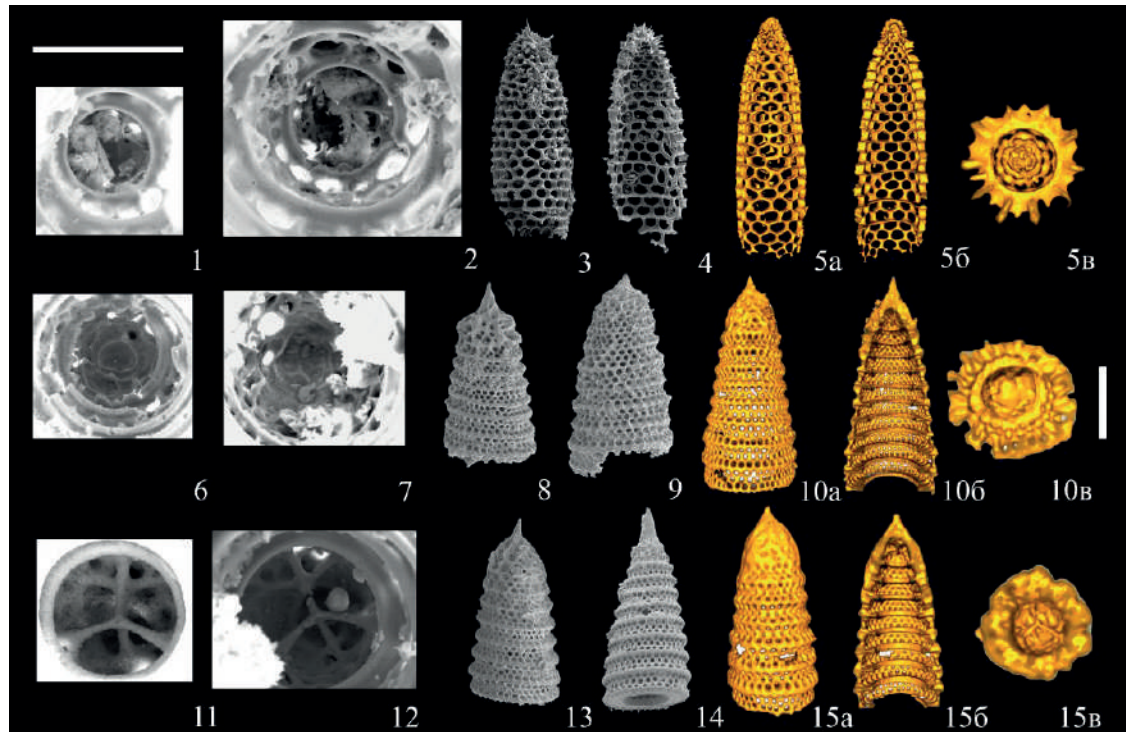


Рис. 1. Фотографии СЭМ и 3D модели цефалисов (1, 2, 5в–7, 10в–12, 15в) и полных скелетов (3–5б, 8–10б, 13–15б) радиолярий из родов *Parvicingula* и *Takemuraella*:
 1–5а–в – *Takemuraella* sp. A; 6, 8 – *Parvicingula* cf. *bluefordae* Hull, 1995; 7, 9 – *Parvicingula* cf. *grantensis* Pessagno et Whalen, 1982; 10а–в – *Parvicingula* *rothwelli* Pessagno, 1977; 12, 14 – *Parvicingula* ex gr. *jonesi* Pessagno, 1977; 11, 13 – *Parvicingula* *vera* Pessagno et Whalen, 1982; 15а–в – *Parvicingula* sp. Масштабная линейка – 200 мкм

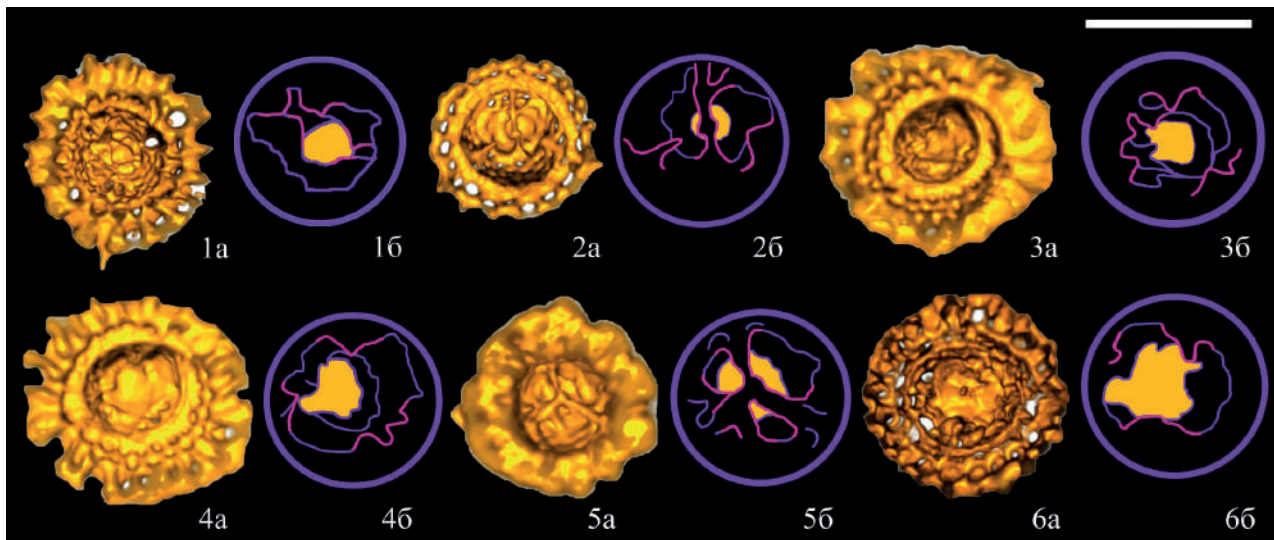


Рис. 2. Внутреннее устройство апикальной части некоторых видов из рода *Parvicingula*:

1а, б – *Parvicingula* aff. *grantensis* Pessagno et Whalen, 1982; 2а, б – *Parvicingula* sp.; 3а, б – *Parvicingula* cf. *elegans* Pessagno et Whalen, 1982; 4а, б – *Parvicingula* cf. *rothwelli* Pessagno, 1977; 5а, б – *Parvicingula* sp.; 6а, б – *Parvicingula* *khabakovi* (Zhamoida, 1963). Элементы строения: цефалис (желтый); внутренние элементы строения апикальной части скелета (розовый); септа, отделяющая 3 начальные камеры (сиреневый). Масштабная линейка – 50 мкм

Большая часть исследователей, изучавших внутреннее строение радиолярий, склоняются к мнению, что морфологический тип внутренних элементов скелетов является признаком высокого таксономического уровня от семейства и выше.

В ходе нашего исследования было обнаружено, что внутреннее строение цефалисов вариативно даже на межродовом и межвидовом уровнях (рис. 1). Например, при исследовании на СЭМ и КТ морфотипов радиолярий из рода *Parvicingula* было установлено, что внутреннее строение морфотипа-А: виды *P. cf. bluefordae* Hull, 1995; *P. cf. grantensis* Pessagno et Whalen, 1982; *P. rothwelli* Pessagno, 1977 (рис. 1, фиг. 6–10в), сильно отличается от строения цефалиса морфотипа-В: виды *Parvicingula vera* Pessagno et Whalen, 1982; *P. ex gr. jonesi* Pessagno, 1977) (рис. 1, фиг. 11–15в). Более того, строение цефалисов морфотипа-А у представителей рода *Parvicingula* сходно со строением цефалисов радиолярий *Takemuraella* sp. А (рис. 1, фиг. 1–5в).

Действительно, элементы внутреннего строения присутствуют у всех исследуемых радиолярий, но выражены они в разной степени. Например, у одних видов *Parvicingula* присутствуют все элементы внутреннего строения (срединная балка, внутренние апикальные и боковые иглы и т. д.), в то время как у других видов того же рода все вышеперечисленные элементы редуцированы или отсутствуют (рис. 2). Возможно, это явление связано с особенностями формирования скелетов населяющих на ранних стадиях развития, т. к., согласно Петрушевской (1986), скелеты радиолярий даже одного и того же вида могут начинать свое формирование различными способами.

Другими важными морфологическими характеристиками рассматриваемых родов является количество пост-абдоминальных камер, рядов пор и их взаимное расположение. В ходе исследования удалось установить: (1) точный диапазон количества пост-абдоминальных камер для радиолярий *Takemuraella* sp. А: от 8 до 14; (2) характерное количество пор на одном сегменте от 2 до 4; (3) расположение пор в шахматном порядке для каждой камеры.

Таким образом, в результате проведенных исследований было показано, что использование признаков внутреннего строения радиолярий для разделения их на уровне семейств не всегда корректно, т. к. эти признаки изменчивы даже на родовом и видовом уровнях.

Для получения более однозначных выводов и подтверждения полученных результатов исследование строения скелетов радиолярий нуждается в большем объеме фактического материала, что планируется осуществить в обозримом будущем.

Литература

- Брадучан Ю. В., Гурари Ф. Г., Захаров В. А.* и др. Баженовский горизонт Западной Сибири (стратиграфия, палеогеография, экосистема, нефтеносность). – Новосибирск : Наука, 1986. – 216 с.
- Вишневская В. С.* Ревизия раннемеловых радиолярий вида *Willriedellum salymicum* Kozlova // Палеонтологический журнал. – 2019. – № 4. – С. 14–19.
- Вишневская В. С., Амон Э. О., Гатовский Ю. А.* Радиоляриевая биостратиграфия баженовского горизонта (верхняя юра – нижний мел) Западной Сибири // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2020. – Т. 28. – № 6. – С. 105–124.
- Козлова Г. Э.* Распространение радиолярий в баженовской свите Западной Сибири / ред. В. А. Захаров // Палеобиогеография и биостратиграфия юры и мела Сибири. – М. : Наука, 1983. – С. 47–55.
- Панченко И. В., Балушкина Н. С., Барабошкин Е. Ю.* и др. Комплексы палеобиоты в абалакско-баженовских отложениях центральной части Западной Сибири // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2015. – Т. 10. – № 2. – С. 1–29.
- Петрушевская М. Г.* Радиоляриевый анализ. – Л. : Наука, 1986. – 206 с.
- Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 36. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. – 64 с.
- Решение 6-го Межведомственного стратиграфического совещания по рассмотрению и принятию уточненных стратиграфических схем мезозойских отложений Западной Сибири (Новосибирск, 2003 г.). – Новосибирск : СНИИГТиМС, 2004. – 114 с.
- Dumitrica P.* Cryptocephalic and cryptothoracic Nassellaria in some Mesozoic deposits of Romania // Revue Roumaine de Géologie, Géophysique et Géographie. Série de Géologie. – 1970. – Vol. 14. – Pp. 45–124.
- Kachovich S., Aitchison J. C.* Micro-CT study of middle Ordovician spumellaria (radiolarians) from western Newfoundland, Canada // Journal of Paleontology. – 2020. – Vol. 94. – No. 3. – Pp. 417–435.
- O'Dogherty L., Carter E. S., Dumitrica P.* et al. Catalogue of Mesozoic Radiolarian Genera. Pt 2. Jurassic-Cretaceous // Geodiversitas. – 2009. – Vol. 31. – No. 2. – Pp. 271–356.
- Panchenko I. V., Balushkina N. S., Baraboshkin E. Yu.* et al. Complexes of paleobiota in abalak-bazhenov deposits in the central part of Western Siberia // Petroleum geology. Theoretical and applied studies. – 2015. – Vol. 10. – No. 2. – Pp. 1–29.
- Takemura A.* Classification of Jurassic nassellarians (Radiolaria) // Palaeontographica. Abteilung A-Palaeozoologie-Stratigraphie. – 1986. – Vol. 195. – Pp. 29–74.
- Teshima Y., Matsuoka A., Fujiyoshi M.* et al. Enlarged Skeleton Models of Plankton for Tactile Teaching // Computers Helping People with Special Needs. 12th International Conference. Proceedings. – 2010. – Pt II. – Pp. 523–526.

**РАДИОЛЯРИИ ВЕРХНЕГО ОРДОВИКА
ИЗ КРЕМНИСТО-ВУЛКАНОГЕННЫХ ПОРОД
ГОР УЛУГ-ТАУ, КИРГИЗИЯ**

О. Т. Обут¹, М. Л. Куйбида², Ю. С. Бискэ³, А. А. Перфилова¹, И. Ю. Сафонова¹

¹Новосибирский государственный университет, Новосибирск, obutot@ipgg.sbras.ru

²Институт геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН, Новосибирск

³Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург

**LATE ORDOVICIAN RADIOLARIANS
FROM SILICEOUS-VOLCANOGENIC ROCKS
OF THE ULUG-TAU MOUNTAINS, KYRGYZSTAN**

O. T. Obut¹, M. L. Kuymbida², Yu. S. Biske³, A. A. Perfilova¹, I. Yu. Safonova¹

¹Novosibirsk State University, Novosibirsk, obutot@ipgg.sbras.ru

²Sobolev Institute of Geology and Mineralogy, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

³St. Petersburg State University, St. Petersburg

Аннотация. Статья посвящена результатам исследования новой ассоциации катийских (верхний ордовик) радиолярий из кремнистых пород аккреционного комплекса гор Улуг-Тау, Алайский хребет, Западная Киргизия.

Ключевые слова. Радиолярии, верхний ордовик, Алайский хребет, Западная Киргизия.

Abstract. The paper presents new data on an association of Katian (Late Ordovician) radiolarians from siliceous rocks of an accretion complex of the Ulug-Tau Mountains, Alai Range, Western Kyrgyzstan.

Key words. Radiolarians, Late Ordovician, Alai Range, Western Kyrgyzstan.

Радиолярии в кремнисто-вулканогенных толщах нижнего и среднего палеозоя на западе Южного Тянь-Шаня упоминаются в публикациях еще с конца прошлого века (Ахмеджанов и др., 1979; Тесленко и др., 1983; Назаров, 1988; Куренков, Аристов, 1995 и др.). В северных предгорьях Алайского хребта (р. Араван) Б. Б. Назаров (1988) обнаружил среднеордовикский комплекс с *Inanigutta* cf. *akdjimensis* (Nazarov, 1975), *I.* aff. *complanata* (Nazarov, 1975), *Inanibigutta* cf. *inconstans* (Nazarov, 1975), *Haplentactinia* sp. Присутствие ниже-среднеордовикских радиолярий отмечалось также в офиолитовых фрагментах Восточного Карачатыра (Тесленко и др., 1983; Ванина, 1987) и Сарталинского аллохтона (Куренков, Аристов, 1995). Здесь же, в правобережье р. Ходжагаир, широко распространены кремнисто-глинистые породы (кремни, кремнистые сланцы, аргиллиты и алевролиты) с ниже- и среднедевонскими ассоциациями радиолярий, включающими представителей *Entactinia additiva?* Foreman, 1963, *Entactinosphaera* aff. *echinata* (Hinde, 1899), *Astroentactinia* spp. и *Palaeoscenidium* sp. (Клишевич и др., 1977; Назаров, 1988).

В 2018 г. нами были проведены полевые работы по изучению вулканогенно-осадочных толщ гор Улуг-Тау, близ г. Кызыл-Кия, Баткенская область Киргизии (рис. 1). Согласно (Стратифицированные ... , 2015), на этой территории вскрываются отложения ходжагаирской свиты средне-позднедевонского возраста. В тектоническом блоке, вскрытом в составе меланжа, в 6 км к юго-западу от вершины горы Улуг-Тау, наблюдается разрез кремнистых отложений. На микропалеонтологические исследования были отобраны 11 образцов зеленовато-серых и серых, местами красноватых кремней с хорошо выраженной ленточной текстурой и слоистых кремнистых аргиллитов из интервала разреза мощностью около 26 м. Применение методики химического препарирования пород раствором плавиковой кислоты (HF 5–10 %) позволило получить коллекцию радиолярий (рис. 2), представленную более 100 экземплярами хорошей и удовлетворительной степени сохранности (десятки экземпляров из каждого образца). Кроме того, в некоторых образцах встречены обломки конических элементов конодонтов.

Ассоциация радиолярий представлена преимущественно сферическими формами из семейств *Inaniguttidae* Nazarov et Ormiston, 1984, *Entactiniidae* Riedel, 1967 и *Secuicollactidae*



Рис. 1. Месторасположение изученного разреза Улуг-Тау, вблизи г. Кызыл-Кия

Nazarov et Ormiston, 1984, а также единичными иглистыми Ceratoikiscidae Holdsworth, 1969 (рис. 1). По численности наиболее представительны виды из семейств Inaniguttidae и Secuicollactidae.

Установленная ассоциация включает виды, характерные для биозоны радиолярий *Secuicollacta ornata* – *Protoceratoikiscum* cf. *chynocrystallum*, выделенной ранее в интервале позднего ордовика (вторая половина катия – хирнант) (Aitchison et al., 2017). Представители рода *Wiradjuri* Perera et Aitchison, 2023 были найдены из катийских отложений: Австралии (Webby, Bloom, 1986; Goto et al., 1992; Noble, Webby, 2009; Perera, Aitchison, 2023), США (Renz, 1990), Китая (Wang, Zhang, 2011; Zhang et al., 2018) и Горного Алтая (Obut, Semenova, 2011; Obut, 2023). Виды *Protoceratoikiscum chynocrystallum* Goto, Umeda et Ishiga, 1992 и *Secuicollacta ornata* Goto, Umeda et Ishiga, 1992 обнаружены в катии Австралии (Goto et al., 1992; Noble, Webby, 2009; Perera, Aitchison, 2023) и Горного Алтая (Obut, Semenova, 2011; Obut, 2023). Вид *Inanigutta complanata* (Nazarov, 1975) широко распространен в верхней части среднего и в верхнем ордовике Казахстана (Назаров, Попов, 1980), а также описан из катийских отложений Австралии (Goto et al., 1992; Noble, Webby, 2009; Perera, Aitchison, 2023) и Горного Алтая (Obut, Semenova, 2011; Obut, 2023). Таким образом, кремнистые отложения из разреза в районе горы Улуг-Тау можно датировать катийским веком позднего ордовика.

Хорошая степень сохранности скелетов радиолярий позволяет предполагать, что седиментация кремнистых толщ происходила на относительно небольших глубинах (не более 500 м). Как предполагалось предыдущими исследователями, данные толщи, вероятно, сформировались на ранней стадии эволюции Туркестанского палеоокеана, существовавшего с начала ордовика до серпуховского века раннего карбона (Куренков, Аристов, 1995).

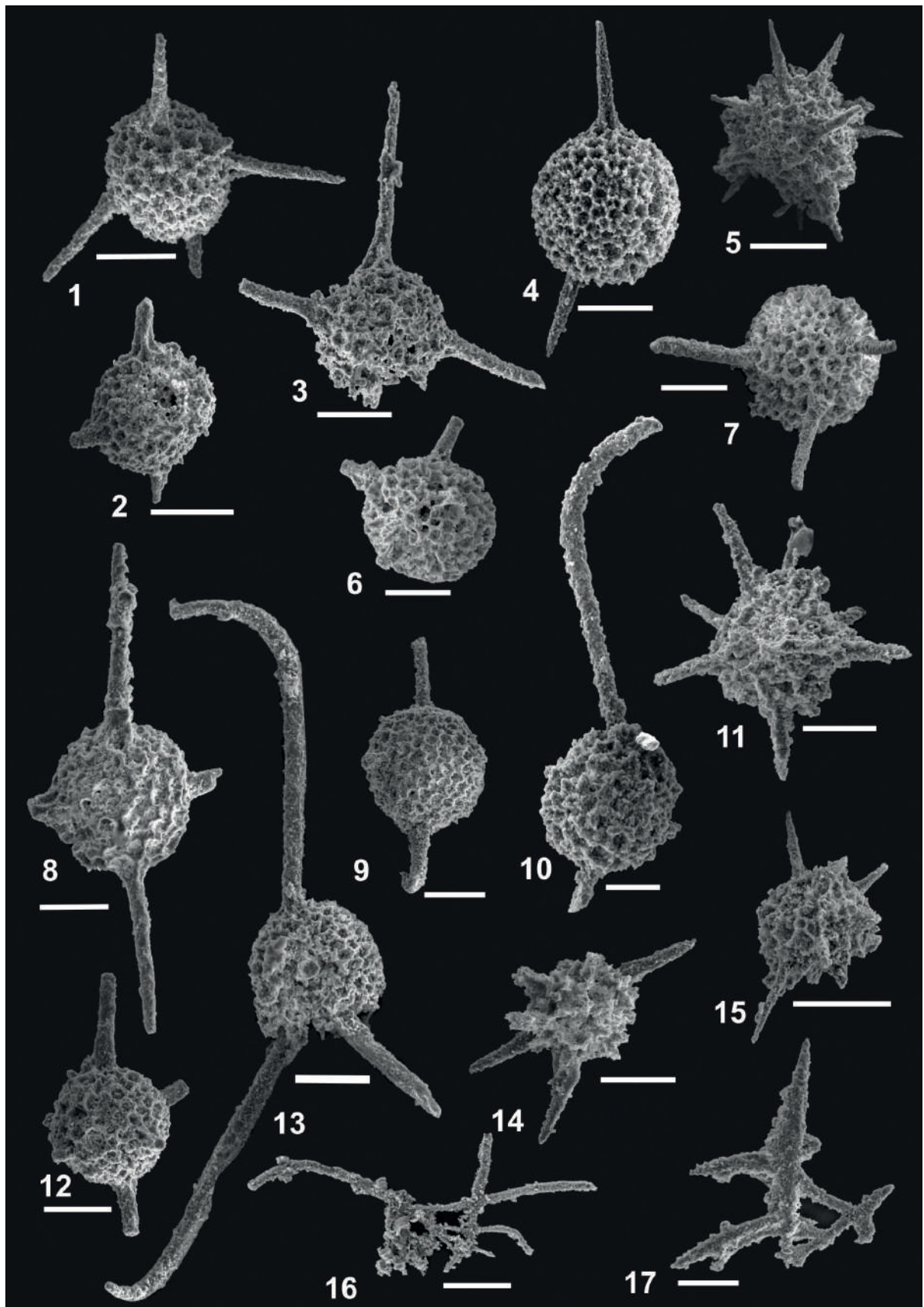


Рис. 2. Ассоциация радиолярий верхнего ордовика из кремнистых пород катийского яруса в разрезе Улуг-Тая, Киргизия:

1, 3, 7, 12 – *Inanigutta* cf. *complanata* (Nazarov, 1975); 2, 6 – *Inanigutta* sp.; 4 – *Inanigutta* sp. A; 5, 11, 15 – *Secuicollacta* cf. *ornata* Goto, Umeda et Ishiga, 1992; 8 – *Inanigutta* cf. *I. elongata* (Nazarov, 1975); 9, 10, 13 – *Wiradjuri* *subulata* (Webby et Bloom, 1986); 14 – *Secuicollacta* sp.; 16, 17 – *Protoceratoikiscum* cf. *chynocrystallum* Goto, Umeda et Ishiga, 1992. Масштабная линейка – 50 мкм

Аналогичные комплексы радиолярий были описаны из отложений верхнего ордовика разных регионов мира: из средней части катийского яруса Нового Южного Уэльса Австралии (Webby, Bloom, 1986; Noble, Webby, 2009), сандбия–катия Орогена Лачлан в Юго-Восточной Австралии (Goto, Ishiga, 1991; Goto et al., 1992), техтенской свиты (катийский ярус) Горного Алтая (Obut, Semenova, 2011; Obut, 2023), катийского яруса формации Хансон Крик, Невада, США (Dunham, Murphy, 1976; Renz, 1990), Казахстана (Назаров, 1975, 1988; Назаров, Попов, 1980) и провинции Гансу, Северный Китай (Perera, Aitchison, 2022).

Присутствие сходных радиоляриевых комплексов в катийских отложениях Западной Лаврентии и Восточной Гондваны, а также их находки в блоках складчатого обрамления Сибирской платформы (Алтае-Саянская складчатая область) и в аккреционном комплексе герцинид Алайского хребта (Западная Киргизия) подтверждают высказанные ранее предположения о наличии приэкваториальных течений Панталасса в позднем ордовике (Herrmann et al., 2004; Pohl et al., 2016) и воздействии циркуляции вод Северного Палео-Тетиса (Pohl et al., 2016), позволивших открыть пути миграции из окраинных морей Восточной Гондваны к морским акваториям, окружавшим Сибирский континент (Палео-Азиатский океан и Туркестанский океан).

Работы выполнены в рамках гранта РФФ № 21-77-20022.

Литература

Ахмеджанов М. А., Абдуллаев Р. Н., Борисов О. М. Нижний палеозой Среднего и Южного Тянь-Шаня. – Ташкент : ФАН, 1979. – 151 с.

Ванина Л. В. О тектонической позиции нижнепалеозойских отложений в герцинидах Южного Тянь-Шаня на примере Восточного Карачатгыра и смежных районов Алайского хребта / ред. В. Т. Королев // Каледониды Тянь-Шаня. – Фрунзе : Илим, 1987. – С. 119–139.

Клишев В. Л., Назаров Б. Б., Гуцин С. Н., Клишев И. А. Возраст и условия образования кремнистых толщ Алайского хребта // Советская геология. – 1977. – № 6. – С. 116–122.

Куренков С. А., Аристов В. А. О времени формирования коры Туркестанского палеоокеана // Геотектоника. – 1995. – № 6. – С. 22–31.

Назаров Б. Б. Радиолярии нижнего–среднего палеозоя Казахстана. – М. : Наука, 1975. – 202 с.

Назаров Б. Б. Практическое руководство по микрофауне СССР. Т. 2. Радиолярии палеозоя. – Л. : Недра, 1988. – 232 с.

Назаров Б. Б., Попов Л. Е. Стратиграфия и фауна кремнисто-карбонатных толщ ордовика Казахстана (радиолярии и беззамковые брахиоподы) / отв. ред. Х. С. Розман // Тр. ГИН. Вып. 331. – М. : Наука, 1980. – 190 с.

Стратифицированные образования Кыргызстана / А. В. Дженчураева, И. Л. Захаров, Ю. В. Жуков, О. Ф. Гетман, Р. А. Мансумова, А. В. Неевин, Л. П. Ногаева, Р. Е. Риненберг; отв. ред. Р. Д. Дженчураева. – Бишкек : Изд-во КРСУ, 2015. – 338 с.

Тесленко И. Л., Мамбетов А. М., Журавлева И. Т. и др. Дедебулакская биогермная гряда и история ее развития / ред. О. А. Бетехтина, И. Т. Журавлева // Среда и жизнь в геологическом прошлом. – Новосибирск : Наука, 1983. – С. 124–138.

Aitchison J. C., Suzuki N., Caridroit M. et al. Paleozoic eadiolarian biostratigraphy / eds. T. Danelian, M. Caridroit, P. Noble, J. C. Aitchison // Catalogue of Paleozoic radiolarian genera. Geodiversitas. – 2017. – Vol. 39. – Pp. 503–531.

Dunham J. B., Murphy M. A. An occurrence of well-preserved radiolarian from Upper Ordovician (Caradocian), Eureka County, Nevada // Journal of Paleontology. – 1976. – Vol. 50. – Pp. 882–887.

Goto H., Ishiga H. Study of Late Ordovician radiolarians from the Lachlan Fold Belt, Southeastern Australia // Geology Research Report, Shimane University. – 1991. – Vol. 10. – Pp. 57–62.

Goto H., Umeda M., Ishiga H. Late Ordovician radiolarians from the Lachlan Fold Belt, Southeastern Australia // Memories of Faculty of Science, Shimane University. – 1992. – Vol. 26. – Pp. 145–170.

Herrmann A. D., Haupt B. J., Patzkowsky M. E. et al. Response of late Ordovician paleoceanography to changes in sea level, continental drift, and atmospheric CO₂: potential causes for long-term cooling and glaciation // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Paleoecology. – 2004. – Vol. 210. – Pp. 385–401.

Noble P. J., Webby B. D. Katian (Ordovician) radiolarians from the Malongulli Formation, New South Wales, Australia, a re-examination // Journal of Paleontology. – 2009. – Vol. 83. – Pp. 548–561.

Obut O. T. Early Paleozoic plankton evolution in the Paleo-Asian ocean: insights from new and reviewed fossil records from the Gorny Altai, West Siberia // Paleontological Research. – 2023. – Vol. 27 (1). – Pp. 3–13.

Obut O. T., Semenova A. M. New data on Upper Ordovician radiolarians from the Gorny Altai (SW Siberia, Russia) / eds. J. C. Gutierrez-Marco, I. Rabano, D. Garcia-Bellido // Ordovician of the World Cuadernos del Museo Geominero. – Madrid : Instituto Geologico y Minero de Espana, 2011. – No. 14. – Pp. 403–407.

Perera S., Aitchison J. C. Late Sandbian (Sa2) radiolarians of the Pingliang Formation from the Guanzhuang section, Gansu Province, China // *Journal of Paleontology*. – 2022. – Vol. 96. – Pp. 19–45.

Perera S., Aitchison J. C. Micro-CT analysis of Katian radiolarians from the Malongulli Formation, New South Wales, Australia, and implications for skeletogenesis // *Journal of Paleontology*. – 2023. – Pp. 1–19. – DOI: 10.1017/jpa.2023.13

Pohl A., Nardin E., Vandenbroucke T., Donnadieu Y. High dependence of Ordovician Ocean surface circulation on atmospheric CO₂ levels // *Palaeogeography, Paleoclimatology, Paleoecology*. – 2016. – Vol. 458. – Pp. 39–51.

Renz G. W. Late Ordovician (Caradocian) radiolarians from Nevada // *Micropaleontology*. – 1990. – Vol. 36. – Pp. 367–377.

Wang Y., Zhang Y. D. Radiolarian fauna of the Wufeng Formation (Upper Ordovician) in Lunshan Area, Jiangsu and its geological significance // *Acta Micropalaeontologica Sinica*. – 2011. – Vol. 28. – Pp. 251–260.

Webby B. D., Bloom W. The first well-preserved radiolarians from Ordovician of Australia // *Journal of Paleontology*. – 1986. – Vol. 60. – Pp. 145–157.

Zhang Z., Luo H., Zhang Y. D. Radiolaria faunas of the Wufeng Formation (Upper Ordovician) at Lunshan, Jiangsu Province and Yihuang-1 Well, Yichangm Hubei Province, China // *Acta Micropalaeontologica Sinica*. – 2018. – Vol. 35. – Pp. 170–180.

БИОСТРАТИГРАФИЯ МЕЛОВЫХ ВУЛКАНОГЕННО-КРЕМНИСТЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОКА РОССИИ ПО РАДИОЛЯРИЯМ

Т. Н. Палечек

Геологический институт РАН, Москва, tpalechek@yandex.ru

BIOSTRATIGRAPHY OF THE CRETACEOUS VOLCANIC-SILICEOUS SEDIMENTS OF THE NORTH-EAST OF RUSSIA BY RADIOLARIANS

T. N. Palechek

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, tpalechek@yandex.ru

Аннотация. Приведены палеонтологические данные по расчленению и корреляции меловых разрезов Корякского нагорья и п-ова Камчатка на основе радиолярий.

Ключевые слова. Радиолярии, верхний мел, Корякское нагорье, Камчатка.

Abstract. Paleontological data on the subdivision and correlation of the Cretaceous sections of the Koryak Highlands and the Kamchatka Peninsula based on radiolarians are presented.

Key words. Radiolarians, Upper Cretaceous, Koryak Highland, Kamchatka.

Северотихоокеанский регион является одним из наиболее сложных в геологическом отношении и остается до сих пор одним из наименее разработанных в плане региональной стратиграфии регионов. При проведении картировочных работ до сих пор встречаются ситуации так называемых «белых пятен», где возраст тех или иных подразделений определен лишь до системы и зачастую со знаком вопроса. Чрезвычайно сильная дислоцированность образований, сложные тектонические соотношения, значительная фациальная изменчивость, отсутствие находок макрофауны стали причиной того, что возраст вулканогенно-кремнистых пород Корякского нагорья и п-ова Камчатка вплоть до 80-х годов прошлого века оценивался в пределах от протерозоя до позднекрейдовского времени включительно (Терехова, Эпштейн, 1980). Их строение, возраст и происхождение остаются дискуссионными и в настоящее время. Изучение радиолярий из различных фрагментов тектоно-стратиграфических разрезов Корякского нагорья и п-ова Камчатка (Вишневская, 2001; Palechek, 2022; Палечек, 2023) показало большие трудности создания по ним зональных схем. Во многом это обусловлено тем, что в тектоно-стратиграфических разрезах часто оказываются тектонически сближенными как бореальные, так и тетические радиоляриевые комплексы (Вишневская, 2001; Palechek, 2022), а палеомагнитные данные редко сохраняют элементы первичной намагниченности и не всегда могут нам дать достоверный ответ. Сближенное расположение комплексов, образованных в различных геодинамических обстановках, предполагает крупные тектонические сокращения. Ярким доказательством масштабности подобных сокращений служит сближенное

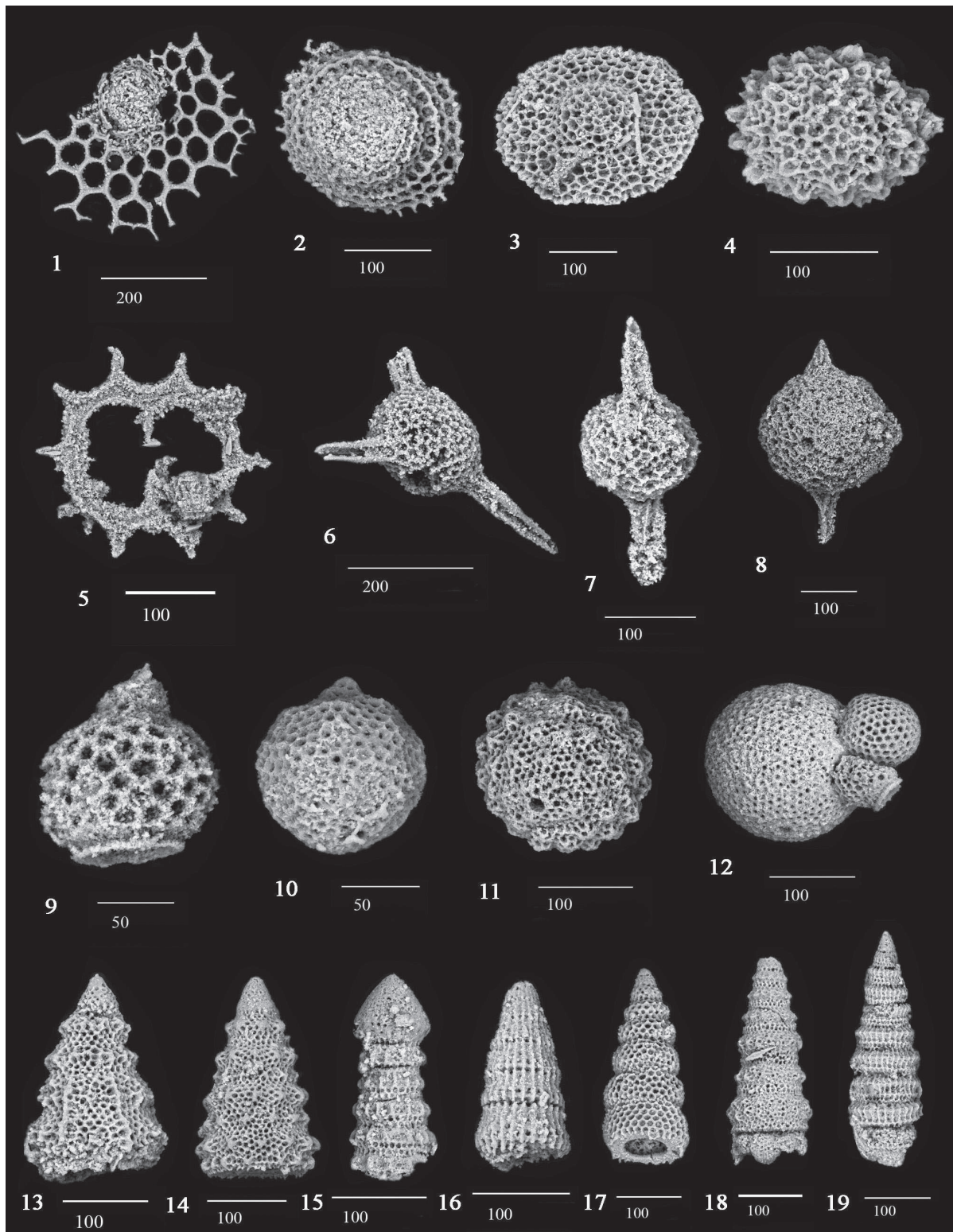


Рис. 1. Альб-сеноманские радиоларии п-ова Камчатский Мыс (Восточная Камчатка); масштабная линейка в мкм:

1 – *Petasiforma foremanae* Pessagno, 1969; 2 – *P. cf. glascocksensis* (Pessagno, 1973); 3 – *Dactylioshaera maxima* (Pessagno, 1977); 4 – *Praeconocaryomma* sp.; 5 – *Acanthocircus hueyi* (Pessagno, 1976); 6 – *Triactomma cellulosa* Foreman, 1973; 7 – *Acaeniotyle longispina* (Squinabol, 1914); 8 – *Dorypyle communis* (Squinabol, 1903); 9 – *Rhopalosyringium majuroensis* Schaaf, 1981; 10 – *Cryptamphorella conara* (Foreman, 1969); 11 – *Holocryptocanium tuberculatum* Dumitrica, 1970; 12 – *H. barbui* Dumitrica, 1970; 13 – *Schaafella* ex gr. *tochilinae* Vishnevskaya, 1991; 14 – *Xitus asymbatos* (Foreman, 1968); 15 – *Pseudodictyomitra pseudomacrocephala* (Squinabol, 1903); 16 – *Archaeodictyomitra simplex* Pessagno, 1977; 17 – *Stichomitra communis* Squinabol, 1903; 18 – *Xitus subitus* Vishnevskaya, 1991; 19 – *Pseudodictyomitra pentacolaensis* Pessagno, 1977

расположение разновозрастных кремнистых пород, образованных в различных палеоклиматических зонах, например, в районе Усть-Бельских гор северо-западной части Корякского нагорья (Palechek, 2022).

Анализ выделенных позднемеловых радиоляриевых ассоциаций из различных тектоно-стратиграфических комплексов Алганского (северо-западная часть Корякского нагорья) и Олюторского террейнов (юго-восточная часть Корякского нагорья) показал существенную разницу в таксономическом составе, количественном содержании радиолярий, их морфологических особенностях. В разрезах кампана Алганского террейна преобладают таксоны арктической (северо-бореальной) области, свидетельствующие о тесных связях с бассейнами Палеоарктики и Западной Сибири. В Олюторском террейне, напротив, резко доминируют южно-бореальные комплексы калифорнийской провинции, на которые приходится до 90 % всех форм, свидетельствующие о тесной связи с Палеопацификой в позднемеловое время (Палечек, 2023).

Благодаря проведенному микропалеонтологическому анализу в альбе–сеномане на Восточной Камчатке (п-ов Камчатский Мыс) описан представительный комплекс радиолярий (рис. 1), на основании которых в сеномане установлены слои с *Rhopalosyringium majuroensis*–*Holocryptocanium tuberculatum* (рис. 2).

В верхнем кампане для Алганской зоны (район Усть-Бельских и Алганских гор) выделены слои с *Prunobrachium articulatum*, которые были впервые прослежены в разрезах северо-западной части Корякского нагорья, п-ова Камчатка и о. Шикотан (рис. 2). Эти слои установлены в различных местонахождениях на Северо-Востоке России: в Усть-Бельских и Алганских горах Корякского нагорья, на Камчатском перешейке, на п-ове Камчатский Мыс, Шипунском полуострове и в Леховских горах, а также на о. Шикотан (Курильские острова) (Палечек, 2018, 2023).

Совместно с *P. articulatum* практически во всех изученных разрезах присутствует *Phaseli-forma carinata* Pessagno, являющаяся индекс-видом подзоны начала позднего кампана Северной Калифорнии (Pessagno, 1976).

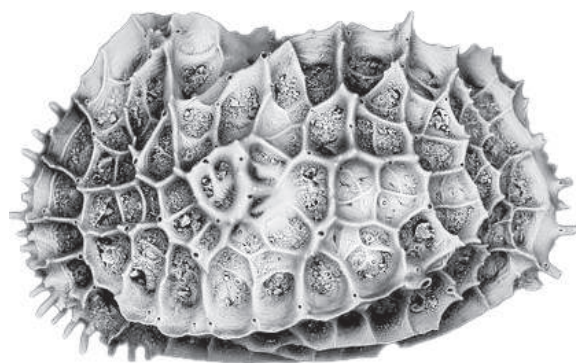
Для Олюторской зоны в сантоне–маастрихте установлены иные, отличные от северо-западной части Корякского нагорья, подразделения по радиоляриям (рис. 2).

Работа выполнена по теме государственного задания ГИН РАН.

Литература

- Вишневецкая В. С. Радиоляриевая биостратиграфия юры и мела России. – М. : ГЕОС, 2001. – 376 с.
- Палечек Т. Н. Тектоно-стратиграфия мезозойских комплексов Корякско-Камчатской складчатой области // Автореф. дисс. д-ра геол.-минерал. наук. – М., 2023. – 49 с.
- Палечек Т. Н. Распространение и стратиграфический потенциал мезозойских радиолярий семейства Prunobrachidae // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2018. – Т. 26. – № 4. – С. 116–129.
- Терехова Г. П., Эпштейн О. Г. К вопросу о строении и возрасте верхнемеловых кремнисто-вулканогенных толщ северо-восточной части Корякского нагорья // Биостратиграфия и корреляция мезозойских отложений Северо-Востока СССР. – Магадан, 1980. – С. 115–128.
- Palechek T. N. Jurassic and Cretaceous Radiolarians of Ust-Belsky and Algan Mountains, Koryak Highland, Chukotka // Stratigraphy and Geological Correlation. – 2022. – Vol. 30. – No. 7. – Pp. 587–702.
- Pessagno E. A. Radiolarian zonation and Stratigraphy of the Upper Cretaceous portion of the Great Valley sequence, California Coast Ranges // Micropaleontology Press. Spec. Publ. – 1976. – Vol. 2. – Pp. 1–95.

ОСТРАКОДЫ



**ПАЛЕОНТОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
ПОГРАНИЧНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПЕРМИ И ТРИАСА
РАЗРЕЗА АСТАШИХА (НИЖЕГОРОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

Я. А. Гимаева¹, М. А. Наумчева^{2,3}, А. С. Бакаев^{2,3,4}, В. К. Голубев^{2,3}

¹ *Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, lilypadalyson@gmail.com*

² *Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва, m.zhokina@gmail.com*

³ *Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань*

⁴ *Удмуртский государственный университет, Ижевск, alexandr.bakaev.1992@mail.ru*

**PALEONTOLOGICAL CHARACTERISTICS
OF THE PERMIAN-TRIASSIC BOUNDARY DEPOSITS
OF THE ASTASHIKHA SECTION (NIZHNY NOVGOROD REGION)**

I. A. Gimaeva¹, M. A. Naumcheva^{2,3}, A. S. Bakaev^{2,3,4}, V. K. Golubev^{2,3}

¹ *Lomonosov Moscow State University, Moscow, lilypadalyson@gmail.com*

² *Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, m.zhokina@gmail.com*

³ *Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan*

⁴ *Udmurt State University, Izhevsk, alexandr.bakaev.1992@mail.ru*

Аннотация. Асташихинская пачка вохминской свиты в стратотипе (с. Асташиха, р. Ветлуга, Нижегородская область) охарактеризована раннетриасовым (вохминским) комплексом остракод зоны *Darwinula mera* – *Gerdalia variabilis* и позднепермским комплексом рыб надзоны *Toyemia*. Новые палеонтологические данные свидетельствуют о том, что асташихинская пачка охватывает самые древние слои вохминского горизонта, и демонстрируют асинхронность пермо-триасового кризисного события в разных группах континентальной биоты Восточно-Европейской платформы.

Ключевые слова. Граница перми и триаса, вохминский горизонт, вохминская свита, асташихинская пачка, остракоды, Actinopterygii, биостратиграфия.

Abstract. The Astashikha Member of the Vokhma Suita in the stratotype (village of Astashikha, Vetluga River, Nizhny Novgorod Region) is characterized by the Early Triassic (Vokhmian Regional Stage) ostracods assemblage of the *Darwinula mera* – *Gerdalia variabilis* Assemblage Zone and the late Permian fish assemblage of the *Toyemia* Assemblage Superzone. New paleontological data indicate that the Astashikha Member is the oldest layers of the Vokhmian and demonstrate the asynchrony of the Permian-Triassic crisis event in different groups of the continental biota of the East European Platform.

Key words. PTB, Vokhmian Regional Stage, Vokhma Suita, Astashikha Member, Ostracoda, Actinopterygii, biostratigraphy.

Введение. Стратотип асташихинской пачки вохминской свиты – один из ключевых разрезов пограничных отложений перми и триаса на Восточно-Европейской платформе (Граница перми ... , 1998). Данный разрез располагается на правом берегу р. Ветлуга у с. Асташиха Воскресенского района Нижегородской области. Выходящие здесь на дневную поверхность коренные отложения представлены снизу вверх глинисто-песчаной (5,5 м), глинистой (6,5 м) и песчаной (7,5 м) пачками (рис. 1). Верхняя, песчаная пачка всеми исследователями сопоставляется с рябинской пачкой (слоями) вохминской свиты вохминского горизонта нижнего триаса (Блом, 1968, 1974; Лозовский, 1983; Строк и др., 1984; Граница перми ... , 1998 и др.). В отношении возраста нижележащих отложений консенсуса нет до сих пор. Г. И. Блом (1968, 1974) глинистую пачку сопоставлял с вятским горизонтом верхней перми. В. Р. Лозовский (1983) обнаружил в ней вохминских остракод и на этом основании выделил в самостоятельные асташихинские слои (пачку) вохминского горизонта, считая их самыми древними нижнетриасовыми отложениями на Русской плите (Граница перми ... , 1998). Позже в качестве самых нижних слоев вохминского горизонта, стратиграфически подстилающих асташихинскую пачку, стала рассматриваться недубровская пачка, установленная в бассейне р. Юг в Вологодской области (Уточненная ... , 2011). М. П. Арефьев на основании изотопно-геохимических данных границу перми и триаса позиционирует в терминальных слоях асташихинской пачки (Арефьев и др., 2017; Кулешов и др., 2019). К сходному стратиграфическому заключению приходит Лозовский, который коррелирует нижнюю границу триаса Международной

стратиграфической шкалы с границей асташихинской и рябинской пачек (Лозовский и др., 2016). Все слои разреза Асташиха намагничены в эпоху прямой полярности и соответствуют ортозоне N₃P-T (Fetisova et al., 2022).

В 2016, 2019 и 2020 гг. мы провели дополнительные биостратиграфические исследования стратотипа асташихинской пачки, а также разрезов Знаменское и Прудовка, расположенных в 0,8 км ниже и 4,6 км выше по течению реки соответственно. Разрез Асташиха был изучен в трех искусственных обнажениях (канавках): 1917, 1918, 1919 (рис. 1). Основной материал происходит из обн. 1918 (WGS 84: 56,921° с. ш., 45,336° в. д.); обн. 1917 находится в 140 м южнее, а обн. 1919 – в 150 м севернее обн. 1918. В результате исследований получены новые данные по распределению остракод в данном разрезе, впервые в асташихинской пачке обнаружены остатки рыб. В разрезе Прудовка биостратиграфическим методом определена нижняя граница вохминского горизонта (Арефьев и др., 2017). На основе литостратиграфической корреляции эта граница прослежена в разрезе Асташиха в основании слоя 7 обн. 1917.

Материал и методы. Остракодовый материал происходит из обнажений 1917 (1 обр.) и 1918 (11 обр.) и представлен более 1000 экземплярами раковин и отдельных створок хорошей сохранности. Остатки рыб обнаружены в слое 8 обн. 1918 (обр. 1633-16А) и представлены изолированными зубами (10 шт.) и чешуями (2 шт.).

Отмывка образцов производилась путем кипячения породы с содой и последующим отмыванием в сите с ячейей 0,1 мм. Экземпляры фотографировались на сканирующих электронных микроскопах Tescan Vega 2 и Tescan Vega 3 в Палеонтологическом институте РАН.

Остракоды. Анализ распределения остракод в разрезе Асташиха позволил выделить два комплекса в асташихинской пачке (рис. 1).

Комплекс I установлен в слое 11 обн. 1917 и характеризуется *Darwinula acmayica* Schleifer, 1966, *D. obesa* Schleifer, 1966, *Gerdalia analoga* Starozhilova, 1968, *G. secunda* Starozhilova, 1968, *Suchonellina lacrima* (Starozhilova, 1968). Отличительная черта комплекса – бедный видовой состав (5 видов на 103 экземпляра) и отсутствие видов, характерных для верхней половины разреза. Все виды этого комплекса проходят выше по разрезу, *Darwinula obesa* и *D. acmayica* известны из более древних отложений (Наумчева, Голубев, 2019).

Комплекс II распространен в слоях 3–16 обн. 1918, характеризуется большим разнообразием (до 12 видов на 100–140 экземпляров из каждого образца): *Darwinula obesa*, *D. acmayica*, *D. aceris* Mishina, 1966, *D. cf. dubia* Starozhilova, 1968, *D. decora* Mishina, 1966, *D. media* Mishina, 1969, *D. laciniosa* Mandelstam, 1947, *D. liassica* Brodie, 1843, *Darwinula* sp., *Gerdalia ampla* Mishina, 1969, *G. secunda*, *G. longa* Belousova, 1961, *G. dactyla* Belousova, 1961, *G. variabilis* Mishina, 1966, *G. analoga*, *G. artaformis* (Mandelstam, 1969), *G. arta* Lubimova, 1956, *Gerdalia* sp., *Suchonellina perelubica* (Starozhilova, 1968), *S. mera* (Mishina, 1966), *S. lacrima*. Нижняя граница слоев с комплексом II проводится по массовому появлению ряда видов, в частности *Darwinula cf. dubia*, *D. liassica*, *Gerdalia artaformis*. Кроме того, в комплексе появляются виды *Darwinula media*, *D. decora*, *Gerdalia arta*, *Suchonellina perelubica*. Такие виды, как *Suchonellina mera*, *Darwinula obesa* и *D. acmayica*, известны из более древних отложений и распространены в пределах всего вохминского горизонта. Виды *Gerdalia artaformis*, *G. arta* и *Darwinula media* отмечались и в более молодых оленёкских отложениях. Остальные виды существовали на протяжении всего раннего триаса, а некоторые известны и в верхней перми.

Таксономический состав фауны остракод разреза Асташиха (рис. 2) указывает на принадлежность вмещающих отложений к комплексной зоне *Darwinula mera* – *Gerdalia variabilis*. Комплекс I по своему обедненному составу и присутствию таких видов, как *Gerdalia secunda* и *G. analoga*, может быть соотнесен с комплексом остракод слоев *Gerdalia longa*, выделенных в нижней части указанной зоны в бассейне р. Ока (Наумчева, Голубев, 2019). Комплекс II по наличию *Darwinula media*, *Gerdalia arta*, *G. artaformis* может быть сопоставлен с комплексом слоев с *Darwinula prisca*, соответствующих средней части зоны *Darwinula mera* – *Gerdalia variabilis* (Наумчева, Голубев, 2019).

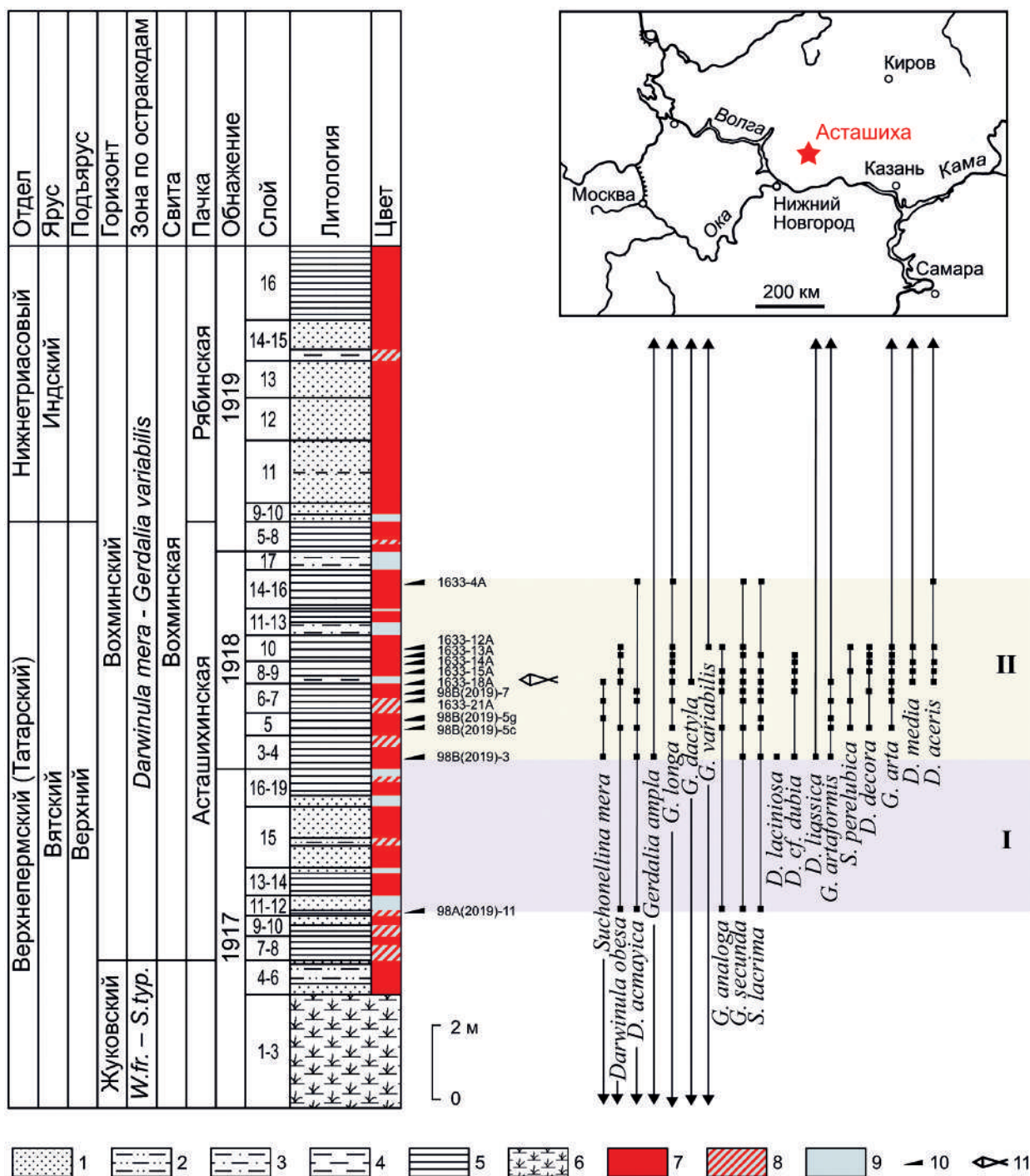


Рис. 1. Распространение остракод в разрезе Асташиха (Нижегородская область):

1 – песчаник; 2 – алевролит песчаный; 3 – алевролит; 4 – глина алевроитовая; 5 – глина; 6 – осыпь; 7 – красноцветы; 8 – пестроцветы; 9 – сероцветы; 10 – остракоды; 11 – рыбы, W.fr. – S.typ. – зона *Wjatkellina fragiloides* – *Suchonella tyrica*; римскими цифрами показано распространение комплексов I и II

Рыбы. Комплекс остатков лучеперых рыб (остатков других рыб не обнаружено) местонахождения Асташиха включает изолированные чешуи и зубы. Зубы остроконические, тонкие, немного изогнутые, с острым гладким акродиновым колпачком, занимающим менее $\frac{1}{4}$ длины зуба (рис. 2, экз. 16, 17). Они морфологически сходны с зубами большинства базальных актиноптеригий (Richter, Smith, 1995; Stamberg, 2020), распространенных с середины девона и до наших дней.

Чешуя мелкая и прямоугольная (рис. 2, экз. 18). Характерная морфология чешуи позволяет определить ее как *Toyemia* cf. *blumentalis* A. Minich (Evenkiidae, Scanilepiformes). Данный вид впервые появляется в терминальных северодвинских отложениях (местонахождение Мутовино, Вологодская область) и прослеживается вверх по разрезу до жуковского горизонта верхневятского подъяруса включительно (местонахождение Быковка, Владимирская область), являясь характерным представителем вятской ихтиофауны (Вакаев, Коган, 2022). Данный

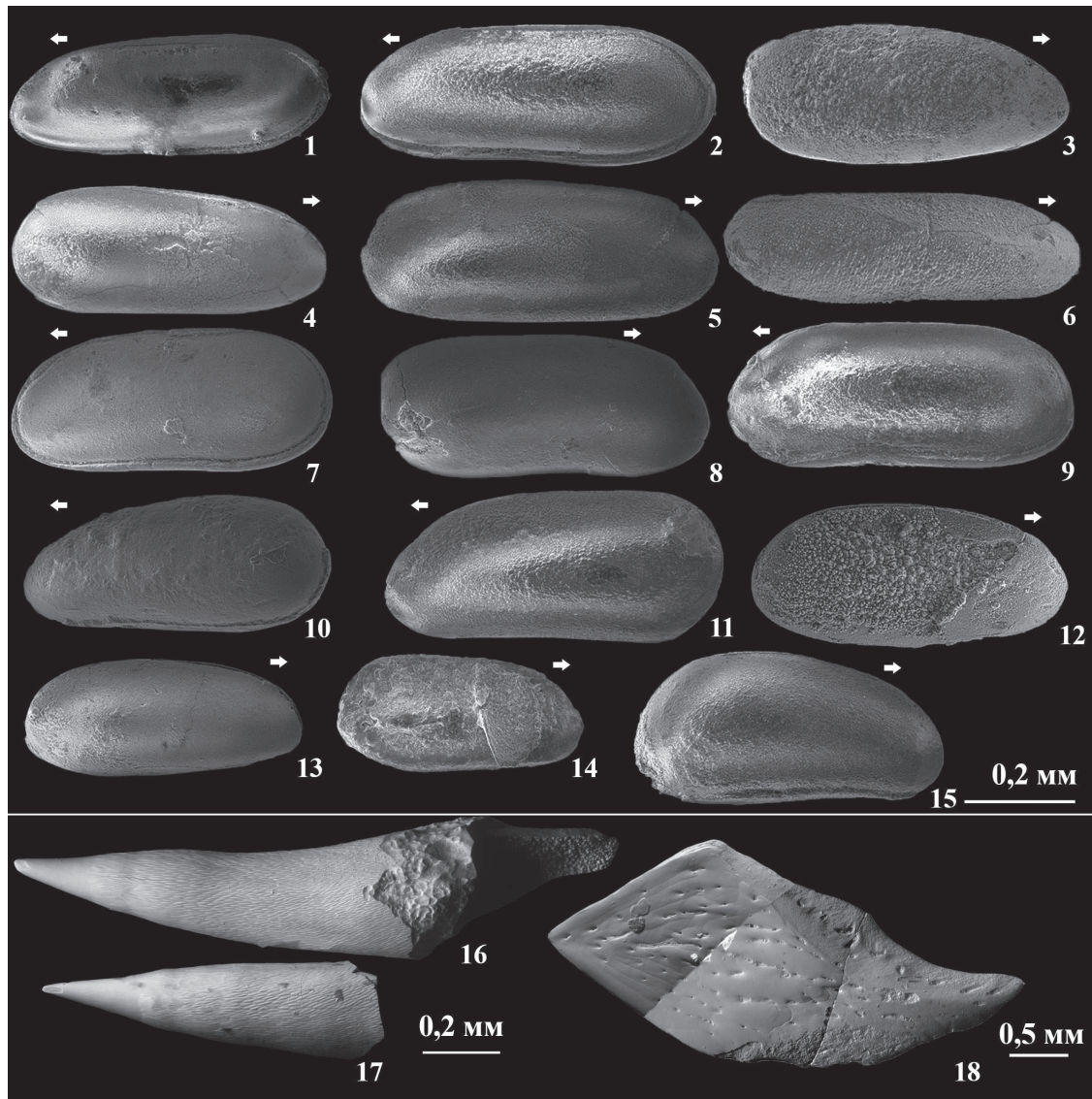


Рис. 2. Остатки остракод (1–15) и рыб (16–18) из разреза Асташиха, Нижегородская область; вохминский горизонт, вохминская свита, асташихинская пачка

Экз. 1–9, 11–18 происходят из обн. 1918, слои с *Darwinula prisca*: 1 – *Gerdalia artaformis* Mandelstam, 1969, экз. ПИН, № 5519/98В-5с-11; 2 – *G. arta* Lubimova, 1956, экз. ПИН, № 5519/1633-12А-М2-1; 3 – *G. analoga* Starozhilova, 1968, экз. ПИН, № 5519/98В-5с-73; 4 – *G. longa* Belousova, 1961, экз. ПИН, № 5519/1633-18А-19; 5 – *G. secunda* Starozhilova, 1968, экз. ПИН, № 5519/1633-18А-115; 6 – *G. variabilis* Mishina, 1966, экз. ПИН, № 5519/1633-12А-М10-3; 7 – *Suchonellina lacrima* (Starozhilova, 1968), ПИН, № 5519/98В-3-15-2; 8 – *S. mera* (Mishina, 1966), экз. ПИН, № 5519/98В-5г-6-1; 9 – *S. perelubica* (Starozhilova, 1968), экз. ПИН, № 5519/21А-М8-1; 10 – *Darwinula actayica* Schleifer, 1966, экз. ПИН, № 5519/98А-11-3-2, обн. 1917, слои с *Gerdalia longa*; 11 – *Darwinula decora* Mishina, 1966, экз. ПИН, № 5519/1633-12А-М3-1; 12 – *D. media* Mishina, 1969, экз. ПИН, № 5519/1633-15А-21; 13 – *D. aceris* Mishina, 1969, экз. ПИН, № 5519/1633-18А-7; 14 – *D. cf. dubia* Starozhilova, 1968, экз. ПИН, № 5519/1633-13А-М2-2; 15 – *D. obesa* Schleifer, 1966, экз. ПИН, № 5519/1633-15А-8; 16–18 – сл. 8: 16 – зуб лучеперой рыбы, экз. ПИН, № 5778/1; 17 – зуб лучеперой рыбы, экз. ПИН, № 5778/2; 18 – *Toyemia* cf. *blumentalis* A. Minich, 2009, чешуя ювенильной особи с наружной стороны, экз. ПИН, № 5778/3. Стрелка показывает направление переднего конца раковин остракод

вид характеризует верхнепермскую рыбную надзону *Toyemia* и из вохминского горизонта ранее не был известен. «Вохминский» ихтиокомплекс представлен только одним видом лучеперых рыб – *Blomolepis vetlugensis* Selezneva (Perleididae, Perleidiformes), который описан по ископаемым остаткам из рябинской пачки разреза Знаменское (Селезнева, Лозовский, 1986). Этот вид также обнаружен нами в местонахождении Федурники в вохминском горизонте Владимирской области (образцы 1531-В и 1307-1).

Заключение. Асташихинская пачка в стратотипе охарактеризована смешанной фауной. Она принадлежит нижнетриасовой остракодовой зоне *Darwinula mera* – *Gerdalia variabilis* и верхнепермской рыбной надзоне *Toyemia*. Это свидетельствует о том, что асташихинская пачка охватывает самые древние слои вохминского горизонта. Стратиграфически она древнее или синхронна недубровской пачке, которая также содержит обедненный комплекс остракод зоны *Darwinula mera* – *Gerdalia variabilis* вохминского горизонта, но, к сожалению, не охарактеризована остатками рыб.

Нижняя граница зоны *Darwinula mera* – *Gerdalia variabilis* отвечает пермо-триасовому кризису в сообществе остракод, а верхняя граница надзоны *Toyemia* – пермо-триасовому кризису в сообществе рыб. Новые палеонтологические данные по разрезу Асташиха указывают, что кризис в сообществе остракод произошел раньше, чем в сообществе рыб, демонстрируя таким образом асинхронность пермо-триасового кризисного события в разных группах континентальной биоты Восточно-Европейской платформы.

Если хемотратиграфические (изотопно-геохимические) данные о позднепермском (чансинском) возрасте асташихинской пачки истинны, то в качестве биостратиграфического маркера нижней границы триаса на Русской плите может рассматриваться верхняя граница надзоны *Toyemia*.

Все вышеперечисленные выводы требуют дополнительного подтверждения. Для этого в первую очередь необходимо провести раскопки рыбного слоя и собрать представительную коллекцию остатков рыб из асташихинской пачки.

Работа выполнена за счет средств субсидии, выделенной Казанскому федеральному университету для выполнения государственного задания (проект № FZSM-2023-0023) в сфере научной деятельности.

Литература

Арефьев М. П., Голубев В. К., Наумчева М. А. Предварительная корреляция пограничных отложений перми и триаса в бассейнах Юга и Ветлуги / ред. А. С. Алексеев // Палеострат-2017. Годичное собрание (научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН (Москва, 30 января – 1 февраля 2017 г.). Тезисы докладов. – М. : Палеонтологический ин-т им. А. А. Борисяка РАН, 2017. – С. 6–7.

Блом Г. И. Каталог местонахождений фаунистических остатков в нижнетриасовых отложениях Среднего Поволжья и Прикамья. – Казань : Изд-во Казанского ун-та, 1968. – 375 с.

Блом Г. И. Стратотипы нижнего триаса Московской синеклизы и Волжско-Камской антеклизы. – М. : Недра, 1974. – 216 с.

Граница перми и триаса в континентальных сериях Восточной Европы (Материалы к Международному симпозиуму «Верхнепермские стратотипы Поволжья»). – М. : ГЕОС, 1998. – 246 с.

Кулешов В. Н., Арефьев М. П., Покровский Б. Г. Изотопные особенности ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) континентальных карбонатов из отложений рубежа перми и триаса северо-востока Русской плиты: палеоклиматические и биотические причины, хемотратиграфия // Литология и полезные ископаемые. – 2019. – № 6. – С. 568–591.

Лозовский В. Р. О возрасте слоев с *Lystrosaurus* в Московской синеклизе // ДАН СССР. – 1983. – Т. 272. – № 6. – С. 1433–1437.

Лозовский В. Р., Балабанов Ю. П., Карасев Е. В. и др. Терминальная пермь Европейской России: вязниковский горизонт и недубровская пачка и граница перми и триаса // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2016. – Т. 24. – № 4. – С. 38–54.

Наумчева М. А., Голубев В. К. Комплексы остракод пограничных отложений перми и триаса Московской синеклизы // Региональная геология и металлогения. – 2019. – № 80. – С. 21–29.

Селезнева А. А., Лозовский В. Р. Первая находка Perleididae в нижнем триасе Восточно-Европейской платформы // Палеонтологический журнал. – 1986. – № 2. – С. 113–116.

Строк Н. И., Горбаткина Т. Е., Лозовский В. Р. Верхнепермские и нижнетриасовые отложения Московской синеклизы. – М. : Недра, 1984. – 140 с.

Уточненная субрегиональная стратиграфическая схема триасовых отложений запада, центра и севера Восточно-Европейской платформы (Польско-Литовская, Московская и Мезенская синеклизы, Вятско-Камская впадина) / ред. В. Р. Лозовский, С. М. Шик. – М. : ПИН РАН, 2011. – 32 с.

Bakaev A. S., Kogan I. Squamation of the Permian actinopterygian *Toyemia Minich*, 1990: evenkiid (Scanilepiformes) affinities and implications for the origin of polypteroid scales // *Bulletin of Geosciences*. – 2022. – Vol. 97. – No. 2. – Pp. 235–259.

Fetisova A. M., Veselovskiy R. V., Arefiev M. P., Golubev V. K. Magnetostratigraphy of the Permian-Triassic red beds of Vetluga River (central part of the East European Platform) / ed. D. K. Nurgaliev // *Sedimentary Earth systems: stratigraphy, geochronology, petroleum resources, climate and environmental changes. Kazan Golovkinsky Young Scientists' Stratigraphic Meeting 2022* (Kazan, Dzhizak, October 17–19, 2022). Abstract volume. – Kazan : Kazan University Press, 2022. – Pp. 10.

Richter M., Smith M. M. A microstructural study of the ganoine tissue of selected lower vertebrates // *Zoological Journal of the Linnean Society*. – 1995. – Vol. 114. – Pp. 173–212.

Štamberg S. Teeth of actinopterygians from the Permo-Carboniferous of the Bohemian Massif with special reference to the teeth of Aeduellidae and Amblypteridae // *Bulletin of Geosciences*. – 2020. – Vol. 95. – No. 4. – Pp. 369–389.

ПРОБЛЕМЫ ТАКСОНОМИИ ПОЗДНЕКАЙНОЗОЙСКИХ DINAROCYTHERINI KRISTIĆ, 1987 (CRUSTACEA, OSTRACODA, LIMNOCYTHERINAE) ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

В. А. Коновалова¹, Ю. Н. Савельева²

¹ Томский государственный университет, Томск, konovalova@ggf.tsu.ru

² Филиал «Апрелевское отделение ФГБУ «ВНИГНИ», Апрелевка, ju.saveljeva@vnigni.ru

TAXONOMY PROBLEMS OF LATE CENOZOIC DINAROCYTHERINI KRISTIĆ, 1987 (CRUSTACEA, OSTRACODA, LIMNOCYTHERINAE) FROM WESTERN SIBERIA

V. A. Konovalova¹, Yu. N. Savelieva²

¹ Tomsk State University, Tomsk, konovalova@ggf.tsu.ru

² FGBU «VNIGNI», Aprelevka Branch, Moscow Region, ju.saveljeva@vnigni.ru

Аннотация. На основании сравнительно-морфологического анализа и обзора литературных данных проведена ревизия пяти видов западносибирских Limnocytherinae и обосновывается их отнесение к роду *Scordiscia* Kristić et Schornikov, 1993, входящему в состав трибы Dinarocytherini Kristić, 1987.

Ключевые слова. Limnocytherinae, Dinarocytherini, *Scordiscia*, поздний кайнозой, Западная Сибирь.

Abstract. On the basis of a comparative morphological analysis and the literature review, of five species within Western Siberian Limnocytherinae the were revised. Their assignment to the genus *Scordiscia* Kristić et Schornikov, 1993 within the tribe Dinarocytherini Kristić, 1987 is approved.

Key words. Limnocytherinae, Dinarocytherini, *Scordiscia*, Late Cenozoic, Western Siberia.

На территории Западной Сибири в составе позднекайнозойских остракод были описаны виды с различной морфологией раковины, отнесенные к одному роду – *Limnocythere* Brady, 1867, входящему в состав подсемейства Limnocytherinae Sars, 1925 (Казьмина, 1975). Ранее В. А. Коноваловой были ревизованы часть видов данного подсемейства (Коновалова, 2012). В настоящей работе эти исследования продолжены.

Подсемейство Limnocytherinae на сегодняшний день включает три трибы: Limnocytherini Klie, 1938, Leucocytherini Danielopol et Martens, 1990 и Dinarocytherini Kristić, 1987. Из отложений миоцена–плейстоцена Западной Сибири установлены пять видов, принадлежащих к роду *Scordiscia* Kristić et Schornikov, 1993, входящему в состав трибы Dinarocytherini: *S. dorsotuberculata* (Negadaev-Nikonov, 1957), *S. vara* (Liepin in Lyubimova et al, 1960), *S. grinfeldi* (Liepin in Lyubimova et al, 1960), *S. scharapovae* (Schweyer, 1949), *S. sp.* (рисунок, фиг. 4–15).

Использование электронного сканирующего микроскопа позволило уточнить детали строения замка, скульптуры поверхности раковин западносибирских лимноцитерид и выяснить их таксономическую принадлежность. Фотографирование производилось на сканирующем микроскопе Tescan Vega 3 (ПИН РАН). Коллекции № 84 М. И. Мандельштама «Остракоды четвертичных отложений Западной Сибири», № 38 П. Любимовой и М. И. Мандельштама «Остракоды мел-третичных отложений Западной Сибири» хранятся в палеонтологических коллекциях филиала ФГБУ «ВНИГНИ» «Апрелевское отделение «ВНИГНИ», г. Апрелевка, Московская область. Коллекция № 119-5 В. А. Коноваловой «Четвертичные остракоды Западной Сибири» хранится в лаборатории микропалеонтологии геолого-географического факультета Томского государственного университета (ЛМП ГГФ ТГУ).

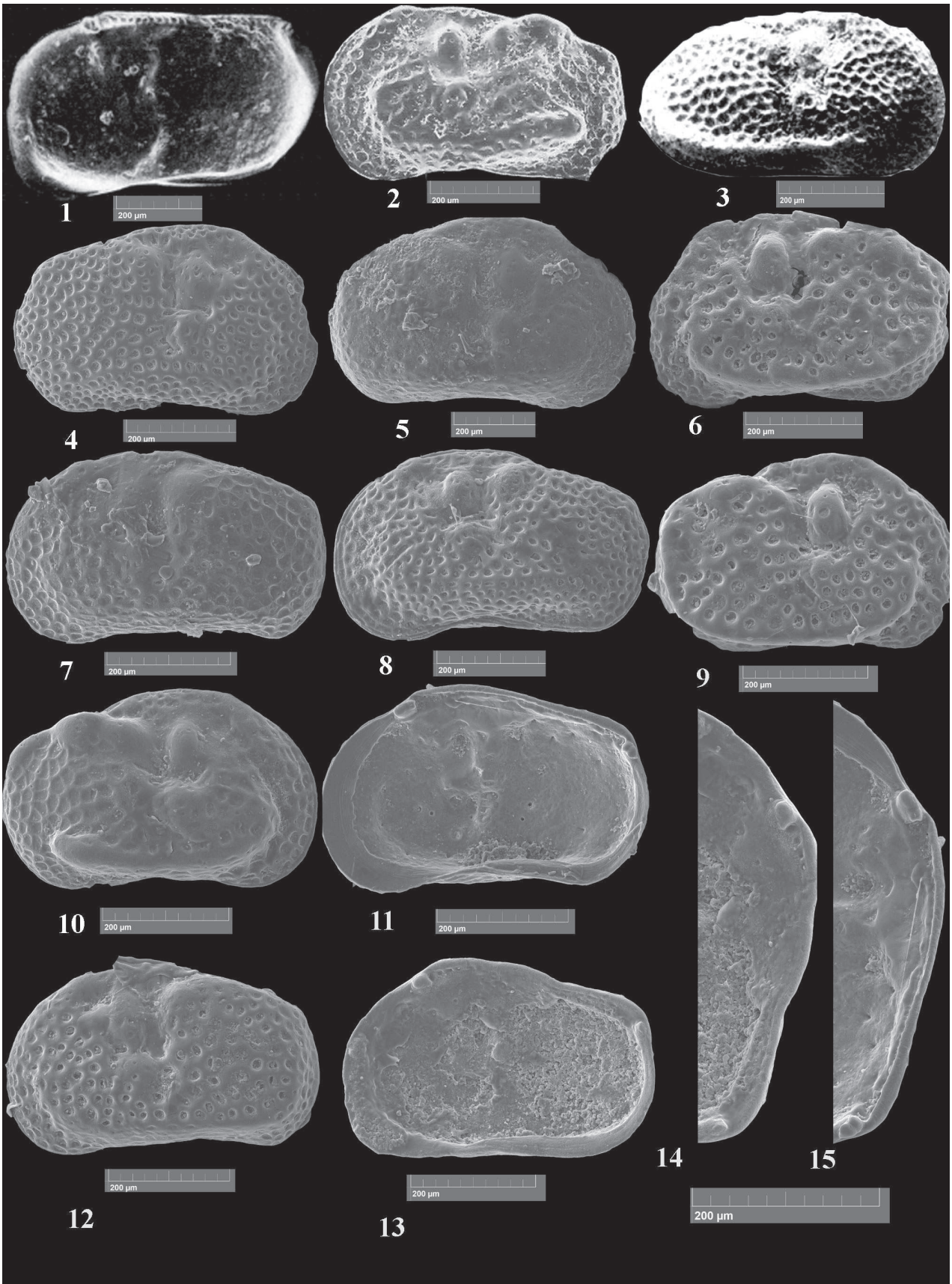
У всех изученных видов оказалась характерная плоско-выпуклая раковина трапециевидной формы с грубой ячеистой скульптурой по всей поверхности, брюшным ребром и буграми, развитыми в дорзальной области. Порово-канальная зона более развита на переднем конце и бесструктурная пластинка в 2 раза шире, чем на заднем конце. Число поровых каналов на переднем конце – 12. Главным отличием также является и строение замочного аппарата. При увеличении замка видно, что дистальные зубы не насечены, а гладкие или задние зубы слегка расчленены.

Первоначально подсемейство *Dinarocytherinae*, выделенное Н. Кристич в 1987 г., включало два рода: *Dinarocythere* и *Chinocythere* Wojie, 1978. Позднее Д. Даниелопол с соавторами предложил заменить ранг подсемейства *Dinarocytherinae* на ранг трибы, считая, что для выделения подсемейства недостаточно оснований, а особенности строения замка дают возможность сохранить таксон только в качестве трибы, в которую можно объединить пять родов: *Elkocythereis* Dickinson et Swain, 1967, *Denticulocythere* Carbonel (in Carbonel et Ritzkovski, 1969), *Chinocythere*, *Dinarocythere* и *Scordiscia* Kristic et Schornikov, 1993 (Danielopol et al., 1989; Meisch, 2000; Kristić, 2006; Karanovic, 2012). Таксономическое положение двух родов *Elkocythereis* и *Chinocythere* на данный момент дискуссионно (Interim Register of Marine and Nonmarine Genera (IRMNG)).

Триба *Dinarocytherini* объединяет группу хорошо кальцинированных *Limnocytherinae*, имеющих прочный замок амфидонтного, лододонтного или меродонтного типа, с хорошо развитыми кардинальными зубами на правой створке и ясно выраженным зубчатым срединным валиком на левой створке. Среди поверхностных пор, кроме нормальных, присутствуют и ситовидные поры. Краевые поровые каналы короткие и редкие. Поверхность створок с обычно сильно развитыми глубокими ячейками. На раковинах часто есть бугорки и ребра. Родовые таксоны этой трибы, кроме особенностей замка, отличаются от других *Limnocytherinae*, имеющих антимеродонтный замок (*Limnocytherini*) и близкий к антимеродонтному (*Leucocytherini*), также формой раковины они относительно короче, чем у других лимноцитерин. Кроме того, створки самок более квадратные; самцы немного длиннее и имеют прямоугольную форму. Известны с эоцена до плейстоцена включительно (Kristić, 2006).

Западносибирские лимноцитерины, которые в настоящий момент отнесены к данному роду, ранее В. А. Коноваловой были отнесены к роду *Denticulocythere* (Коновалова, 2009). Таксономический состав этих двух родов долгое время подвергался длительной ревизии (Кармишина, 1970, 1975; Kristić, Schornikov, 1993; Martens, 2000; Дікань, 2006 и др.). Некоторые виды *Scordiscia*, в том числе рассматриваемые здесь *S. dorsotuberculata*, *S. grinfeldi* и *S. scharapovae*, ранее были помещены в род *Limnocythere*, затем упомянуты в составе рода *Denticulocythere* (Негадаев-Никонов, 1974; Зубович, 1977, 1978). Позднее, Г. И. Кармишина (1970) поместила эти виды и некоторые другие в род *Prolimnocythere* Karmischina, 1970. Поэтому сначала мы обсудим род *Scordiscia* в общем объеме трибы *Dinarocytherini*.

Род *Scordiscia* был установлен Н. Кристич и Е. И. Шорниковым в 1993 г. с типовым видом *Scordiscia scordica* Kristić, 1993 из отложений плейстоцена Сербии (Kristić, Schornikov, 1993). **Диагноз рода:** раковина толстостенная, маленькая, трапециевидно-прямоугольная,



правоперекрывающая (рисунок, фиг. 2). Со спинной стороны плоско-выпуклые, с наибольшей выпуклостью у заднего края и в заднебрюшной части. Скульптура состоит из бугорков, расположенных в дорзальной области, брюшного ребра и ячеек, покрывающих всю поверхность раковины. Замок правой створки состоит из гладких краевых зубов и S-образно изогнутого валика, расположенного между этими зубами (рисунок, фиг. 11, 13–15). Передняя половина валика находится выше линии краевых зубов, а в задней половине находится площадка с маленькими углублениями, которые приспособлены к зубчикам желобка левой створки. В левой створке дистальные гнезда связаны желобком с маленькими зубчиками. На переднем конце 10–12 краевых прямых простых, широко расставленных поровых каналов (Kristić, 1993, 2006).

Род *Denticulocythere* Carbonnel et Ritzkowski, 1969 был установлен Дж. Карбонелом и С. Ритковски в 1969 г. с типовым видом *Denticulocythere asymetrica* Carbonnel et Ritzkowski, 1969 из олигоценовых глин Эксдорфа (Германия) сначала как подрод рода *Limnocythere* (Carbonnel, Ritzkowski, 1969). Позднее К. Н. Негадаев-Никонов (1974) повысил этот подрод до ранга рода. **Диагноз рода:** раковина не толстостенная, прямоугольно-овальная, маленькая, левоперекрывающая.

Раковины обеих створок при виде со спинной стороны равномерно выпуклые. Скульптура ячеисто-бугристая, более развита в задней половине раковины, отмечается наличие двух вертикальных депрессий и двух бугорков между ними. Характерна зазубренность среднего отдела замка на обеих створках. Передние и задние зубы на правой створке разделены на три и два зубца соответственно (рисунок, фиг. 1). Это отражено в строении соответствующих им ямок на левой створке. На переднем конце не более 13 прямых простых поровых каналов (Carbonnel, Ritzkowski, 1969).

Виды рода *Dinarocythere* имеют хорошо скульптурированную, относительно толстостенную левоперекрывающую раковину (рисунок, фиг. 3). Широкая срединная вертикальная депрессия и крупные низкие бугорки в ней характерны для *Limnocytherinae*. Замок правой створки имеет воспринимающую бороздку с мелкими ямками по краям и терминальные крупные зубы на обоих концах. На левой створке замок представлен валиком с мелкими зубчиками по краям

Виды рода *Scordiscia* Kristić et Schornikov, 1993 из отложений миоцена–плейстоцена Западной Сибири

Фиг. 1 – *Denticulocythere asymetrica* Carbonnel et Ritzkowski. Паратип № 638-81 в коллекции Геологического института Геттингена, правая створка с внутренней стороны. Германия, Эксдорф, гл. 45,0 м, формация Меланиентон. Нижний олигоцен (Carbonnel, Ritzkowski, 1969, табл. 3, фиг. 12). Фиг. 2 – *Scordiscia scordica* Kristić. Паратип № O-583, левая створка с внешней стороны. Музей естественной истории, Белград. Сербия, Кикинда, скв. К-59, гл. 25,1 м. Плейстоцен. (Kristić, Schornikov, 1993, фиг. 1.1). Фиг. 3 – *Dinarocythere costata* Kristić. Правая створка самки. Сербия, Парачин, фация Мутница, средний миоцен (Kristić, 1987, табл. 1, фиг. 1). Фиг. 4, 5, 7 – *Scordiscia vara* (Lieber in Lyubimova et al., 1960): 4 – голотип № 84-4 в коллекции ВНИГНИ, правая створка с внешней стороны. Западная Сибирь, р. Миасс. Четвертичные отложения; 5 – экз. № 119-5/86 ЛМП ГГФ ТГУ, правая створка с внешней стороны; 7 – экз. № 119-5/87 ЛМП ГГФ ТГУ, левая створка с внешней стороны. Западная Сибирь, Томская область, скв. Кожевниковская 44, обр. 20, гл. 20,0 м. Верхний неоплейстоцен. Фиг. 6, 9, 13, 14 – *Scordiscia grinfeldi* (Lieber in Lyubimova et al., 1960): 6 – экз. № 119-5/43-2 ЛМП ГГФ ТГУ, левая створка с внешней стороны; 9 – экз. № 119-5/43 ЛМП ГГФ ТГУ, правая створка с внешней стороны: Западная Сибирь, Томская область, с. Красноярка, II н. т. р. Кия, обр. К-9-99, кровля слоя 3; средний неоплейстоцен; 13 – экз. № 38-83 в коллекции ВНИГНИ, правая створка с внутренней стороны; 14 – замок правой створки экз. № 38-83; Западно-Сибирская равнина. Байкальский район (долина р. Тобол), дер. Сорокина; верхний плиоцен-четвертичные отложения. Фиг. 8, 11, 15 – *Scordiscia scharapovae* (Schweyer): 8 – экз. № 119-5/88 ЛМП ГГФ ТГУ, раковина с левой стороны. Рудный Алтай, скв. 7, инт. 49,0–52,3 м, обр. 14. Новостаничная свита, миоцен; 11 – экз. № 119-5/89 ЛМП ГГФ ТГУ, правая створка с внутренней стороны; 15 – замок правой створки экз. № 119-5/89. Предгорья Алтая, р. Алей, с. Большевик, т. н. 2274. Верхнекочковская подсвита, эоплейстоцен. Фиг. 10 – *Scordiscia dorso-tuberculata* (Negadaev-Nikonov). Экз. № 119-5/42-1 ЛМП ГГФ ТГУ, правая створка с внешней стороны. Западная Сибирь, Томская область, с. Красноярка, II н. т. р. Кия, обр. К-9-99, кровля слоя 3. Средний неоплейстоцен. Фиг. 12 – *Scordiscia* sp. Экз. № 119-5/90 ЛМП ГГФ ТГУ, левая створка с внешней стороны. Западная Сибирь, Кемеровская область, с. Курск-Смоленка, III н. т. р. Серта, обр. 15-Q, слой 4. Средний неоплейстоцен

и двумя крупными терминальными ямками на обоих концах. Поровые каналы на переднем конце прямые и простые, немногочисленные (Kristić, 1987).

Таким образом, на сегодняшний день, по нашему мнению, достаточно оснований для отнесения рассмотренных западносибирских видов к роду *Scordiscia*. В последнее время уделяется внимание поиску новых морфологических признаков для потенциального применения в систематике Limnocytheridae (Danielopol et al., 2018). Одним из таких признаков является исследование ситовидных поверхностных пор: их наличие, расположение и форма. У видов рода *Scordiscia* отмечается наличие как простых, так и ситовидных поверхностных пор. Возможно, дальнейшие исследования покажут потенциал этого признака и дополнят характеристику данного рода.

Авторы выражают благодарность за помощь в фотографировании остракод старшему научному сотруднику кабинета прикладной аналитики ПИН РАН (Москва) Р. А. Ракитову.

Литература

Дікань Н. І. Систематика четвертинних остракод України (довідник-визначник). – Київ : ИГН НАН України, 2006. – 429 с.

Зубович С. Ф. О возможностях разграничения плиоценовых и плейстоценовых отложений Белоруссии при помощи ископаемых остракод // О границе между неогеном и антропогеном. – Минск : Наука и техника, 1977. – С. 241–251.

Зубович С. Ф. Остракоды среднего плейстоцена Белоруссии и Литвы. – Минск : Наука и техника, 1978. – 167 с.

Казьмина Т. А. Стратиграфия и остракоды плиоцена и раннего плейстоцена юга Западно-Сибирской равнины. – Новосибирск : Наука, 1975. – 108 с.

Кармишина Г. И. К систематике и филогении ископаемых остракод родов Limnocythere Brady и Prolimnocythere (gen. n.) // Вопросы геологии Южного Урала и Поволжья. Вып. 6. Ч. II. – Саратов : Изд-во СГУ, 1970. – С. 110–126.

Кармишина Г. И. Остракоды плиоцена юга европейской части СССР. – Саратов : Изд-во СГУ, 1975. – 376 с.

Коновалова В. А. Проблема выделения комплексов пресноводных остракод верхнего неоплейстоцена–голоцена юго-востока Западно-Сибирской равнины // Вестник Томского государственного ун-та. – Томск, 2009. – № 327. – С. 229–233.

Коновалова В. А. К ревизии четвертичных Limnocytheridae Sars, 1925 (Ostracoda) Западной Сибири // Современная микропалеонтология. Тр. XV Всероссийского микропалеонтологического совещания (12–16 сентября 2012 г., Геленджик). – М., 2012. – С. 231–235.

Негадаев-Никонов К. Н. Остракоды континентального плейстоцена юга европейской части СССР. – Кишинев : Штиинца, 1974. – 215 с.

Практическое руководство по микрофауне СССР. Т. 3. Остракоды кайнозоя. – Л. : Недра, 1989. – 235 с.

Carbonnel G., Ritzkowski S. Ostracodes lacustres de l'Oligocène (Melanienton) de la Hesse (Allemagne) // Archives des Sciences Genève. – 1969. – Bd. 22. – Heft 1. – Pp. 55–82.

Danielopol D. L., Martens K., Casale L. M. Revision of the genus Leucocythere Kaufmann, 1892 (Crustacea, Ostracoda, Limnocytheridae), with the description of a new species and two new tribes // Bulletin van het Koninklijk Belgisch Instituut Voor Natuurwetenschappen. – 1989. – Vol. 59. – Pp. 63–94.

Danielopol D. L., Cabral M. C., Lord A. et al. Sieve-type pore canals in the Timiriaseviinae – A contribution to the comparative morphology and the systematics of Limnocytheridae (Ostracoda) // Zootaxa. – 2018. – Vol. 4495 (1). – Pp. 1–64.

Elkocythereis Dickinson & Swain, 1967 // Interim Register of Marine and Nonmarine Genera (IRMNG). – URL: <https://www.irmng.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1233111> (дата обращения: 13.09.2023).

Chinocythere Bojie, 1978 // Interim Register of Marine and Nonmarine Genera (IRMNG). – URL: <https://www.irmng.org/aphia.php?p=taxdetails&id=1444907> (дата обращения: 13.09.2023).

Karanovic I. Recent freshwater ostracods of the world. – Berlin-Heidelberg : Springer, 2012. – 608 p.

Kristić N. Three new ostracode genera from the lacustrine Miocene // Bulletin XCII de l'Academie serbe des Sciences et Arts, Classe mathematiques et sciences naturelles. – 1987. – No. 27. – Pp. 129–140.

Kristić N. Pliocene ostracodes of the Paludinian Beds in the Pannonian Plain, Serbian Pt. – Beograd, 2006. – 409 p.

Kristić N., Schornikov E. I. Scordiscia, a new genus of Limnocytheridae / eds. K. G. McKenzie, P. J. Jones // Ostracoda in the Earth and life sciences: Proc. 11th Intern. Symp. on Ostracoda. Rotterdam : A. A. Balkema, 1993. – Pp. 249–257.

Martens K. Factors affecting the divergence of mate recognition systems in the Limnocytherinae // Hydrobiologia. – 2000. – Vol. 419. – Pp. 83–101.

Meisch C. Freshwater Ostracoda from Western and Central Europe // J. Schwoerbel and P. Zwick: Subwasserfauna von Mitteleuropa 8/3. Spektrum Akademischer Verlag. – Heidelberg, 2000. – 522 p.

БИОФАЦИАЛЬНЫЙ И БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОСТРАКОД В ВЕРХНЕМ ДЕВОНЕ СЕВЕРО-ЗАПАДА ОКРАИНЫ КУЗНЕЦКОГО БАСЕЙНА

Б. М. Попов

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,
Новосибирск, popovbm@ipgg.sbras.ru*

UPPER DEVONIAN BIOFACIAL AND BIOSTRATIGRAPHIC ANALYSIS OF OSTRACODS OF THE NORTHWEST MARGIN OF THE KUZNETSK BASIN

B. M. Popov

*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, popovbm@ipgg.sbras.ru*

Аннотация. Статья посвящена анализу верхнедевонских остракод из трех разрезов на р. Томь. В результате проведенного биостратиграфического анализа в исследуемом районе выделены биостратоны в ранге слоев с фауной. Особенности биофациального распределения остракод позволили выделить характерные ассоциации и установить их приуроченность к определенным частям бассейна со среднефранского по раннефаменское время.

Ключевые слова. Остракоды, биофациальный анализ, биостратиграфия, девонская система, франский ярус, фаменский ярус, р. Томь, Кузнецкий бассейн, Западная Сибирь.

Abstract. The article is devoted to the analysis of Upper Devonian ostracods from three sections on the Tom River. Biostratigraphic analysis allowed define biostratons identified in the rank of Beds with ostracods. The features of the biofacial distribution of ostracods allowed us to identify associations and establish their matching with certain parts of the basin from the Middle Frasnian to the Lower Famennian time.

Key words. Ostracods, biofacial analysis, biostratigraphy, Devonian System, Frasnian Stage, Famennian Stage, Tom River, Kuznetsk Basin, West Siberia.

Материалом исследований послужила обширная коллекция остракод, насчитывающая около 3000 экземпляров раковин и створок остракод из трех разрезов на р. Томь северо-западной окраины Кузнецкого бассейна (рис. 1).

Образцы для исследований отбирались в ходе многолетних изучений этих разрезов Н. К. Бахаревым и коллективом сотрудников ИНГГ СО РАН. Основная часть образцов собрана в ходе полевых работ с 1981 по 2012 г. Предварительные определения остракод были сделаны Н. К. Бахаревым (Бахарев, 2008; Ключевые ... , 2004; Middle–Upper ... , 2011). Изучение новых образцов и исследования на сканирующем электронном микроскопе позволили уточнить определения остракод и выделить биостратоны (Попов, 2021). В ходе полевых работ 2022 г. автором произведен дополнительный отбор образцов, который позволил уточнить стратиграфическое положение ранее выделенных слоев с остракодами. Также удалось провести корреляцию с другими частями бассейна и впервые сделать биофациальный анализ по остракодам.

Исследуемые типовые разрезы франского и фаменского ярусов расположены на правом и левом берегах р. Томь. На левом берегу р. Томь, напротив с. Колмогорово расположен терригенно-карбонатный разрез Б-8153, представленный пожарищевской свитой и соответствующий средней части франского яруса (рис. 1, 2). В результате биостратиграфического анализа комплекса остракод в разрезе (слои 3а–12) встречены слои с *Bairdia vassinoensis* (Попов, 2019, 2021). Характерными остракодами являются: *Amphissites* sp.; *Bairdia vassinoensis* Polenova, 1960; *Uchtovia cyrlinae* Polenova, 1960; *Microcheilinella peculiaris* Rozhdestvenskaya et Nechaeva in Rozhdestvenskaya, 1972; *Paraschmidtella isiliensis* Polenova, 1960; *Bairdiocypris accuratus* Polenova, 1960.

На правом берегу р. Томь, выше дер. Колмогорово и ниже устья руч. Ниж. Пещерка, расположен разрез Б-8152 (Глубокинский риф) (рис. 1, 2). Он представлен массивными известняками глубокинской свиты (средний фран) и терригенно-карбонатной соломинской свитой (верхний фран) (Ключевые разрезы ... , 2004, см. рис. 1, 2). В глубокинской свите обнаружены представители только вида *Bairdia* sp., тогда как в соломинской свите (слои 4–13) встречен

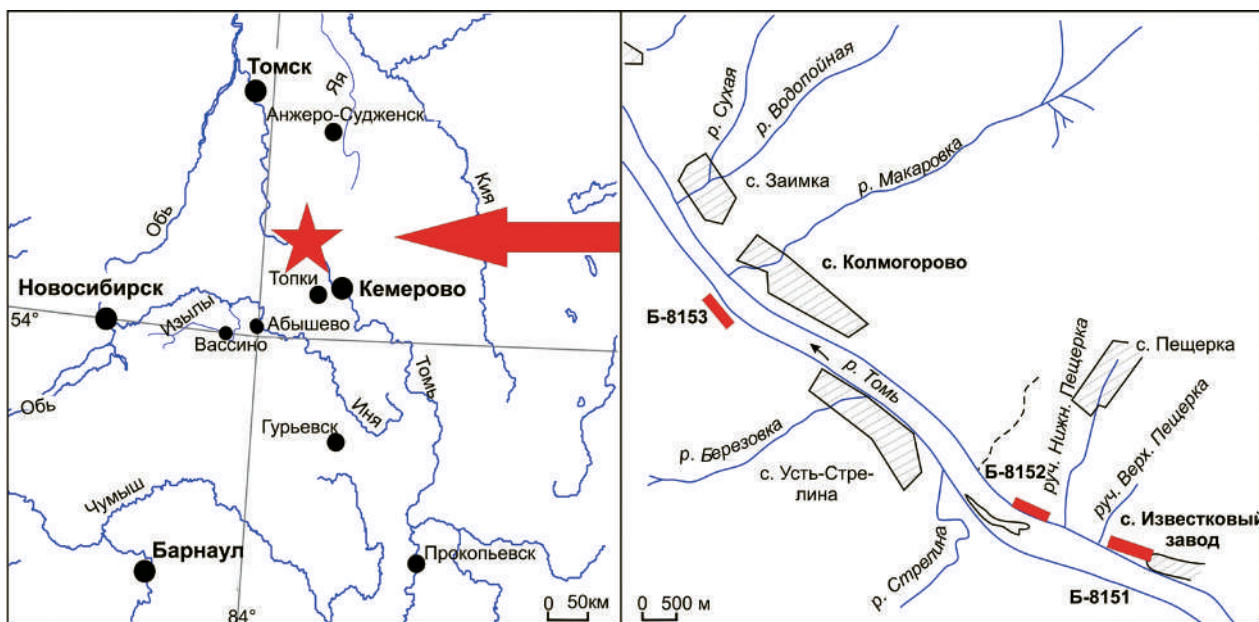


Рис. 1. Географическое положение разрезов Б-8151, Б-8152, Б-8153

достаточно представительный комплекс остракод и выделяются слои с *Hollinella valentinae* (Попов, 2019, 2021). Определены характерные остракоды: *H. valentinae* Egorov, 1953; *Amphissites irinae* Glebovskaja et Zaspelova in Egorov, 1953; *Bairdiocypris* sp.

На правом берегу по течению р. Томь вблизи пос. Известковый завод расположен терригенно-карбонатный разрез Б-8151 (рис. 1, 2). Уникальность разреза заключается в том, что здесь по фаунистическим находкам зафиксирована граница франского и фаменского ярусов (Ключевые разрезы ... , 2004; Middle–Upper ... , 2011). Разрез представлен непрерывной последовательностью отложений глубокинской (средний фран), соломинской (верхний фран) свит и косоутесовскими и митихинскими (нижний фамен) слоями (рис. 2). В глубокинской свите найдены лишь три таксона остракод: *Bairdiocypris accuratus* Polenova, 1960; *Bairdia* sp., *Amphissites* sp. В соломинской свите (слои 13–24) прослежен стратон с *Hollinella valentinae* (Попов, 2019, 2021). Характерные остракоды (с более разнообразным составом, чем в разрезе Б-8152): *H. valentinae*; *Amphissites klarae* Egorov, 1953; *A. irinae* Glebovskaja et Zaspelova in Egorov, 1953; *Bairdiocypris* sp., *Ampuloides* aff. *verrucosa* Polenova, 1952; *Arcyzona* sp. и *Tricornina* sp. В косоутесовских и митихинских слоях (слои 26–32) в результате биостратиграфического анализа выделены слои с *Acratia (Cooperuna) granuliformis* (Попов, 2019, 2021). Характерные остракоды: *A. (C.) granuliformis* Demidenko, 1976; *Bairdia samoilovae* Demidenko, 1976; *Cryptophyllus* sp.; *Moorites* sp.

В результате проведенного биостратиграфического анализа в исследуемом районе подтверждены ранее выделенные биостратоны: слои с *Bairdia vassinoensis*, слои с *Hollinella valentinae* и слои с *Acratia (Cooperuna) granuliformis* (рис. 3). Кроме того, выявлено, что слои с остракодами имеют разный корреляционный потенциал. Проведено сравнение с тремя частями (северо-западная, западная и северо-восточная части Кузнецкого бассейна) западной части Алтае-Саянской складчатой области. Настоящее исследование позволило установить, что слои с *Bairdia vassinoensis* прослеживаются также в западной и северо-восточной частях, а слои с *Hollinella valentinae* только в северо-восточной части. Полученные биостратиграфические данные по остракодам дополняют региональную стратиграфическую схему западной части Алтае-Саянской складчатой области.

На основе данных, полученных в результате количественного подсчета раковин остракод, на родовом уровне произведен биофациальный анализ. Вариации количественного состава

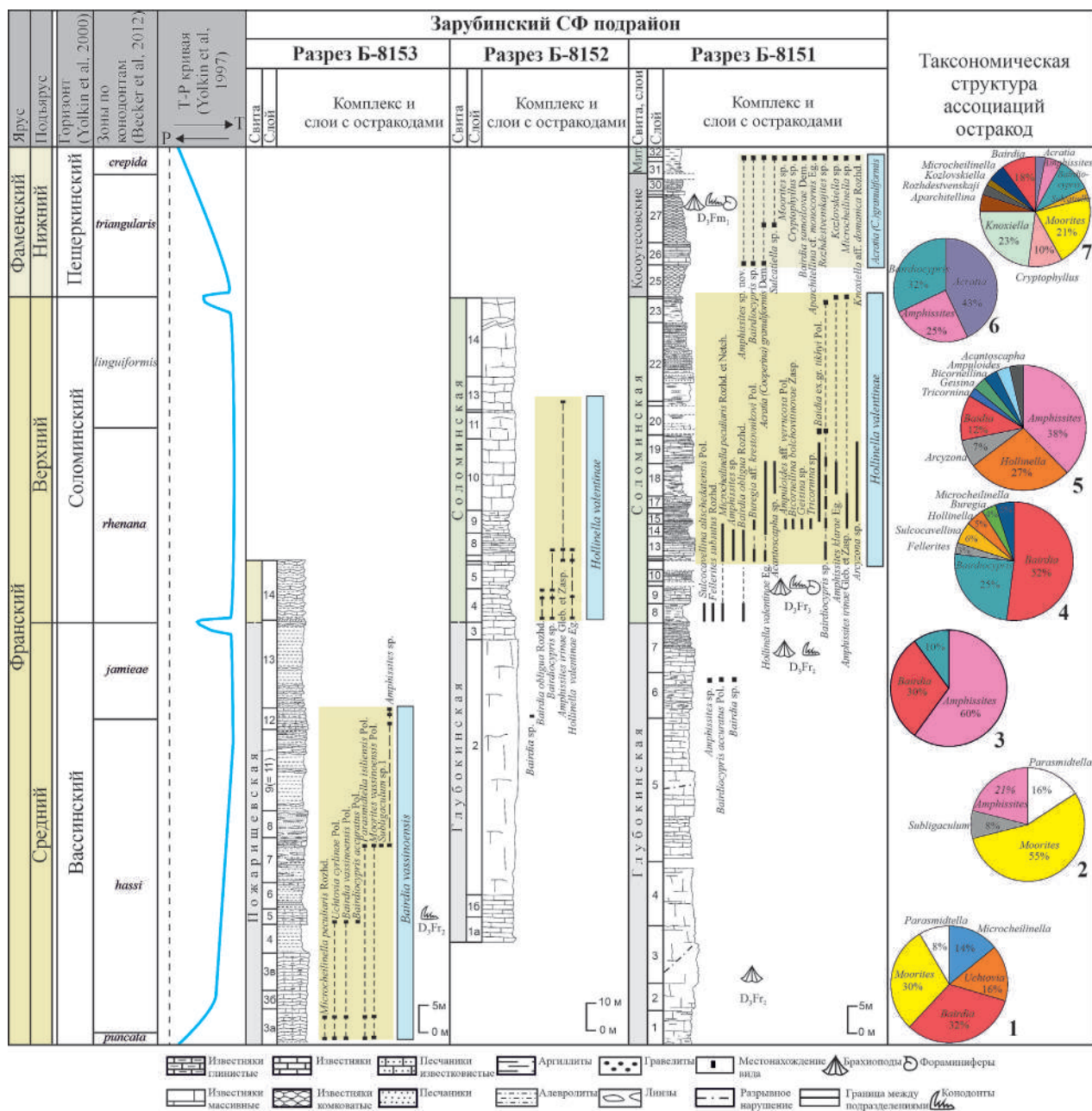


Рис. 2. Расчленение разрезов верхнего девона северо-западной окраины

Кузнецкого бассейна по остракодам (литологические колонки по Yolkin et al., 2000 с дополнением):

1 – ассоциация *Bairdia–Moorites* (разрез Б-8153; слои 3а–5); 2 – ассоциация *Moorites–Amphissites* (разрез Б-8153; слои 7–12); 3 – ассоциация *Amphissites–Bairdia* (разрез Б-8151; слой 6); 4 – ассоциация *Bairdia–Bairdiocypris* (разрез Б-8152, слой 4; разрез Б-8151, слои 8–13); 5 – ассоциация *Amphissites–Hollinella* (разрез Б-8151, слои 14–24); 6 – ассоциация *Bairdiocypris–Acratia* (разрез Б-8151, слой 26); 7 – ассоциация *Knoxiella–Moorites* (разрез Б-8151, слой 32)

и фациальные особенности вмещающих толщ позволили выделить палеоэкологические ассоциации остракодов из трех разрезов на р. Томь (рис. 2). На среднефранском этапе выделены ассоциации *Bairdia–Moorites* (разрез Б-8153; слои 3а–5), *Moorites–Amphissites* (разрез Б-8153; слои 7–12), *Amphissites–Bairdia* (разрез Б-8151; слой 6). На верхнефранском этапе выделены ассоциации *Bairdia–Bairdiocypris* (разрез Б-8152, слой 4; разрез Б-8151, слои 8–13), *Amphissites–Hollinella* (разрез Б-8151, слои 14–24).

В фаменском ярусе в косоутесовских слоях выделяется ассоциация *Acratia–Bairdiocypris* (разрез Б-8151, слой 26); в митихинских слоях – *Knoxiella–Moorites* (разрез Б-8151, слой 32).

Система	Отдел	Ярус	Подъярус	Горизонт	Зоны по конодонтам (Becker et al., 2012)	Западная часть Алтае-Саянской складчатой области		Северо-Западная часть Кузнецкого бассейна
						Слои с остракодами (Попов, 2019 с дополнением)		Слои с остракодами (Попов, 2021)
ДЕВОНСКАЯ	Верхний	Франский	Верхний	Соломинский	<i>crepida triangularis</i>	<i>Acratia (Cooperuna) granuliformis</i>		<i>Acratia (Cooperuna) granuliformis</i>
					<i>linguiformis</i>	<i>Hollinella valentinae</i>	<i>Pribylites domanicus</i>	<i>Hollinella valentinae</i>
	Средний	Вассинский	Нижний	<i>rhenana</i>	<i>Bairdia vassinoensis</i>		<i>Bairdia vassinoensis</i>	
				<i>jamieae</i>				
				<i>hassi</i>				
	Нижний	Вассинский	Нижний	<i>punctata</i>	<i>Bairdia kynovensis</i>		?	
				<i>transitans</i>				

Рис. 3. Биостратиграфическая схема по остракодам для западной части Алтае-Саянской складчатой области

В зависимости от изменения фациальных обстановок и вариаций трансгрессивно-регрессивных (Т-Р) циклов (Yolkin et al., 1997) прослежены изменения вариации систематического состава остракодовых ассоциаций и доминирующих родов (рис. 2). В разрезе Б-8152 для ассоциации *Bairdia–Moorites* характерным типом пород являются известняки темно-серые тонкослоистые с глинистым материалом. Доминант в данной ассоциации *Bairdia* (32 %), субдоминант – *Moorites* (32 %). В результате нарастания трансгрессии в среднефранское время доминирующие остракоды изменились. Выше по разрезу ассоциация *Moorites–Amphissites* встречается в темно-серых глинистых известняках, где доминирует *Moorites* (55 %), а роль субдоминанта перешла к *Amphissites* (31 %).

В разрезе Б-8151 ассоциация *Amphissites–Bairdia* характерна для глинистых грязно-серых известняков с прослоями аргиллитов. Доминант – *Amphissites* (60 %), субдоминант – *Bairdia* (30 %). Эта ассоциация отвечает максимальной трансгрессии, достигнутой к концу среднего франа (Yolkin et al., 1997). Верхнефранская ассоциация *Bairdia–Bairdiocypris* встречается в серых известняках, которые переслаиваются с аргиллитами. Доминантом является *Bairdia* (52 %), субдоминант – *Bairdiocypris* (25 %) в начале и на пике следующей трансгрессивной фазы (Yolkin et al., 1997). Выше по разрезу наблюдается чередование известняков с глинистыми прослоями и известняками крупнозернистыми, в которых встречается ассоциация *Amphissites–Hollinella*. Вид доминант *Amphissites* (38 %), субдоминант *Hollinella* (27 %) на высоком стоянии уровня моря и в начале регрессивной фазы (Yolkin et al., 1997).

Раннефаменский этап характеризуется началом регрессивной фазы. В грязно-серых до черных слабоглинистых детритовых известняках встречается ассоциация *Acratia–Bairdiocypris*. Доминантом является *Acratia* (43 %), субдоминант – *Bairdiocypris* (32 %). Выше в глинисто-детритовых серых известняках выделена ассоциация *Knoxiella–Moorites*. В данной ассоциации доминантом является *Knoxiella* (23 %), субдоминантом – *Moorites* (21 %).

В результате проведенного биофациального анализа отмечена закономерность, в которой род *Bairdia* доминирует с начала трансгрессии и при ее нарастании, в то время как в регрессивную фазу утрачивает свое лидерство в комплексах.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ 22-27-00703.

Литература

- Бахарев Н. К.* Остракоды девона Салаира и Кузбасса // *Новости палеонтологии и стратиграфии. Приложение к журналу «Геология и геофизика».* – 2008. – Т. 49. – Вып. 10, 11. – С. 85–87.
- Ключевые разрезы Рудного Алтая, Салаира и Кузбасса / Н. К. Бахарев, Н. В. Сенников, Е. А. Елкин, Н. Г. Изох и др.; ред. Е. А. Елкин. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, 2004. – 104 с.
- Понов Б. М.* Биостратиграфические данные по остракодам из опорных разрезов среднего и верхнего девона окраин Кузнецкого бассейна (юго-восток Западной Сибири) // *Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири.* – 2019. – Вып. 2 (38). – С. 3–15.
- Понов Б. М.* Биостратиграфическое значение остракод верхнего девона северо-западной части окраины Кузнецкого бассейна (р. Томь, юго-восток Западной Сибири) // *Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири.* – 2021. – Вып. 4 (48). – С. 12–23.
- Middle–Upper Devonian and Lower Carboniferous biostratigraphy of the Kuznetsk Basin / N. K. Bakharev, N. G. Izokh, O. T. Obut, J. A. Talent // *Field Excursion Guidebook. Intern. conf. «Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Lower Carboniferous».* – Novosibirsk : Publishing House of SB RAS, 2011. – 98 p.
- Yolkin E. A., Gratsianova R. T., Bakharev N. K.* et al. Devonian sea-level fluctuations on the south-western margin of the Siberian continent // *Courier Forschungsinstitut Senckenberg.* – 1997. – Bd. 199. – Pp. 83–98.
- Yolkin E. A., Gratsianova R. T., Izokh N. G.* et al. Devonian standart boundaries within the shelf belt of the Siberian Old Continent (southern part of western Siberia, Mongolia, Russian Far East) and in the South Tien Shan // *Courier Forschungsinstitut Senckenberg.* – 2000. – Bd. 225. – Pp. 303–318.

ОСТРАКОДЫ И КОРРЕЛЯЦИЯ ВЕРХНЕГО ОРДОВИКА ЮГА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Н. И. Степанова

Институт земной коры СО РАН, Иркутск, nistepanova2014@yandex.ru

OSTRACODS AND UPPER ORDOVICIAN CORRELATION OF SOUTH OF THE SIBERIAN PLATFORM

N. I. Stepanova

Institute of the Earth's Crust, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Irkutsk, nistepanova2014@yandex.ru

Аннотация. В статье кратко описаны отложения верхнего ордовика юга Сибирской платформы, их палеонтологическая характеристика и корреляция.

Ключевые слова. Сибирская платформа, верхний ордовик, свита, корреляция, остракоды, конодонты.

Abstract. The article briefly describes the Upper Ordovician deposits of the southern Siberian Platform, their paleontological characteristics and correlation.

Key words. Siberian Platform, Upper Ordovician, formation, correlation, ostracods, conodonts.

Южная часть Сибирской платформы характеризуется фациально изменчивыми отложениями ордовика с неравномерным распространением фауны, нередко отсутствующей в отдельных фациях или представленной специфичными сообществами. Изучению ордовика этой части платформы посвящен ряд исследований, основные результаты которых учтены при составлении нового варианта региональной стратиграфической схемы ордовикских отложений Сибирской платформы (Каныгин и др., 2017). В данной работе предпринята попытка подчеркнуть роль микропалеонтологических исследований при стратиграфическом расчленении и корреляции разнофациальных отложений верхнего ордовика юга Сибирской платформы в пределах Ангарской и Верхнеленской структурно-фациальных зон (СФЗ).

Верхнеордовикские отложения представлены в Ангарской структурно-фациальной зоне породами братской свиты и макаровской в Верхнеленской СФЗ (рис. 1). В целом строение свит определяют красноцветные разномерные алевролиты с различным содержанием песчаников, аргиллитов и мергелей, иногда с характерными зеленовато-голубоватыми пятнами. В породах отмечаются глиптоморфозы по каменной соли, трещины усыхания, знаки ряби, примесь кальцита и вверх по разрезу – доломита. В основании братской свиты участками распространена пачка (мощность от первых метров до 20,0–30,0 м) красно- и пестроцветных песчаников,



Рис. 1. Схема распространения остракод в разрезах братской и макаровской свит (верхний ордовик) на юге Сибирской платформы (рис. 2, 4, 5 по Степановой, 2013 с изменениями). Обн. ВК745* – номера обнажений и слоев по Каныгину и др., 1989:

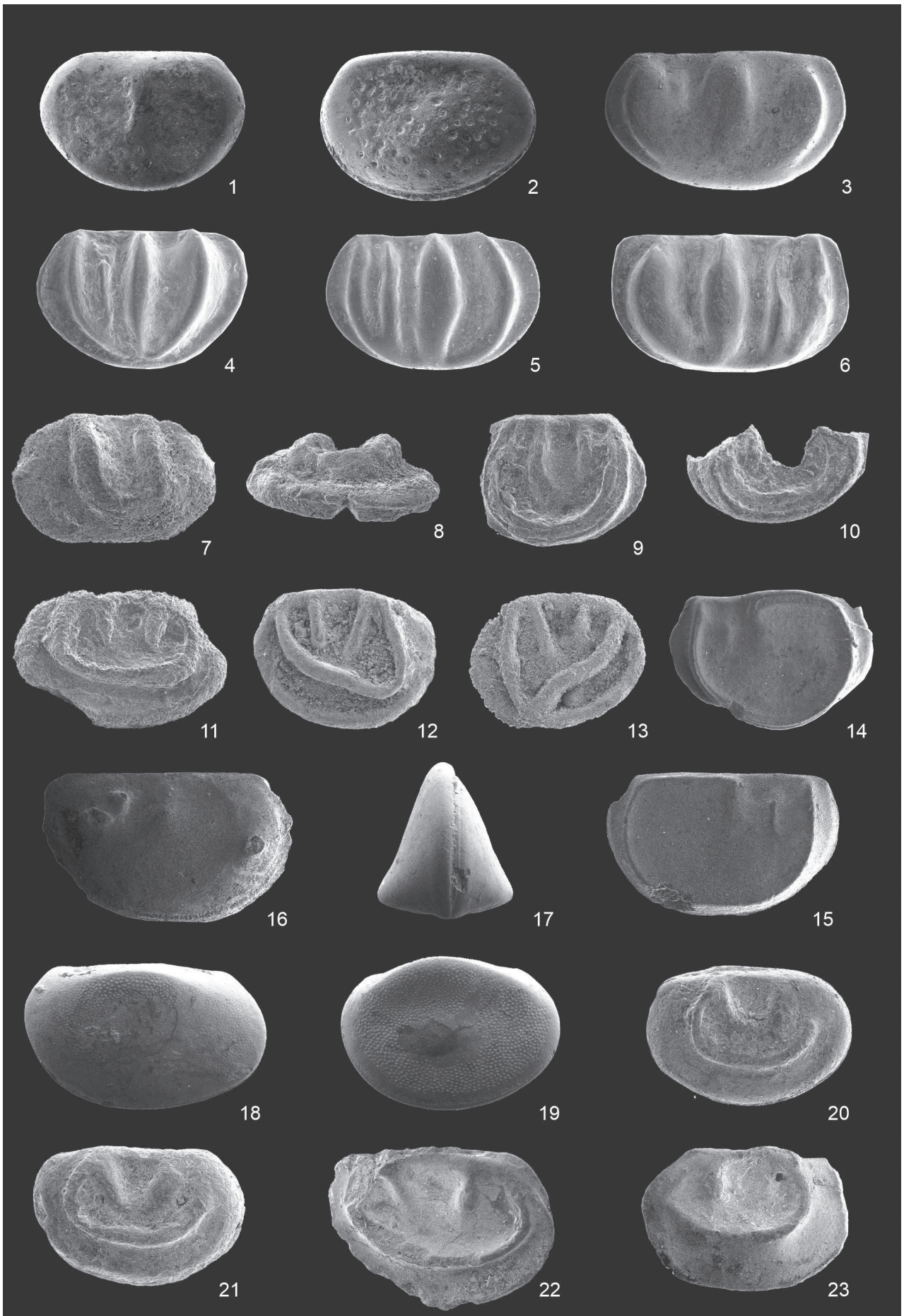
1 – известняки; 2 – доломиты; 3 – мергели доломитовые; 4 – мергели известковистые; 5 – гравелиты, конгломераты; 6 – песчаники; 7 – алевролиты; 8 – аргиллиты; 9 – песчаники известковистые; 10 – аргиллиты известковистые; 11 – детрит; 12 – глиптоморфозы по каменной соли

алевролитов с гравийными зернами кварца, в низах макаровской свиты наблюдаются прослойки и линзы известковистых разнозернистых песчаников, известняков. Изменения литологического состава свиты особенно заметны в скв. 89, где преобладают доломитовые мергели.

Палеонтологические остатки распределены в породах очень неравномерно, обнаруживаются в основании нижних подбит, вверх по разрезу практически полностью исчезают. В братской свите ассоциации фауны немногочисленны, встречаются редкие беззамковые брахиоподы, ракообразные, единичные трилобиты и остракоды. Вследствие малочисленности и плохой сохранности, часто в виде неопределимых ядер, нередко могут быть определены представители какой-либо одной группы, особенно в случае ограниченного материала по керну. Так, в скв. Н-3 братская свита охарактеризована только конодонтами *Drepanodistacodus victrix* Mosk., *Scandodus dulkumaensis* Mosk., *S. serratus* Mosk. (здесь и далее определения В. И. Бялого). Остракоды *Parajonesites?* sp., *Primitia* sp. найдены в нижнебратской подбите в обн. 1 на р. Кута вместе с конодонтами *Drepanodistacodus victrix* Mosk., *Scandodus serratus* Mosk. и др. Перечисленные виды конодонтов широко распространены на Сибирской платформе и позволяют относить породы братской свиты к баксанскому горизонту. Остракоды представлены единичными экземплярами, из-за плохой сохранности установлена лишь родовая принадлежность. Собственно, зональный вид баксанского горизонта *Parajonesites notabilis* V. Ivan. определен Г. Р. Колосницыной вместе с *Glandites laticornis* V. Ivan. (Огиенко и др., 1974) из братской свиты в обн. 1747 на р. Туба. К сожалению, повторить эти находки на территории пока не удалось. Остракоды *Bodeniella aechminiformis* (V. Ivan.) в братской свите приведены С. А. Князевым (1978) в широтном течении р. Ангара, где впоследствии найдены редкие *Leperditella* sp., *Laccochilina* sp., Aechminidae и конодонты *Acanthodina regalis* Mosk., *Acanthodus comptus* Mosk., *A. elegans* Mosk., *Drepanodistacodus victrix* Mosk., *Scandodus sibiricus* Mosk. (Каныгин и др., 1984). На правом берегу р. Кова в скв. 1 выявлены остракоды *Angarallina anonyma* (V. Ivan.), *Bugariktella annae* Meln., *Primitia* sp. и конодонты *A. elegans* Mosk. (Степанова, 2005).

Разрезы макаровской свиты характеризуются более разнообразными комплексами фауны. Ранее на р. Лена в обн. ВК745 были известны остракоды *Macronotella formosa* V. Ivan., *Schmidtella dorsicostata* V. Ivan., цефалоподы *Ormoceras tuberculum* Bal., *Vaginoceras ventrolobatum* Bal. (Иванова, 1960; Каныгин и др., 1989), мшанки, пеллециподы, гастроподы, брахиоподы. По распространению здесь конодонтов «*Amorphognathus*» cf. *inaequalis* Rhodes, *Microcoelodus tunguskaensis* Mosk., *Pseudooneotodus* cf. *mitratus* (Mosk.), *Ptiloconus anomalus* (Mosk.), *Stereoconus bicostatus* Mosk. (Каныгин и др., 1989) разрез макаровской свиты в обн. ВК745 был отнесен к киренско-кудринскому горизонту (средний ордовик), и, соответственно, отложения баксанского уровня в бассейне р. Лена не обнаружены. Возможно, на такой вывод повлияло обстоятельство, что в данном обнажении наблюдается изолированный «висячий» разрез макаровской свиты без контакта с подстилающими образованиями. В отсутствие данных по керну скважин, вскрывающих последовательность отложений среднего–верхнего ордовика в данном районе в составе криволицкой, чертовской и макаровской свит, соотношения их были неясны, не исключалось замещение криволицкой и чертовской свит на отдельных участках макаровской (Каныгин и др., 1989, 2007).

Уточнение стратиграфического положения макаровской свиты Верхнеленской СФЗ стало возможным позднее, когда здесь был установлен комплекс большей частью новых видов остракод (Степанова, 2005, 2012): *Fidelitella insueta* Step., *Fuscinites symmetricus* Step., *F. lenaticus* Step., *F. proximus* Step., *Lenatina parva* Step., *L. deflexa* Step., *L. indigena* Step., *Parenthatia distincta* Step., *Tajurina costulata* Step., *Parajonesites?* sp., *Bugariktella annae* Meln. (рис. 2). Часть видов из этой ассоциации была выявлена в макаровской свите в скв. 2Б на р. Ниж. Тунгуска. Важными явились находки в разрезе макаровской свиты по скв. 89 конодонтов *Drepanodistacodus victrix* Mosk., *Scandodus serratus* Mosk., *Phragmodus?* *inflexus* Stauf., датирующих отложения баксанским горизонтом. Разрезы макаровской свиты в обн. ВК745 и скв. 2Б, где нет руководящих видов конодонтов, были датированы и сопоставлены по остракодам. Определенное значение для сопоставления разрезов собственно макаровской свиты имеют



хорошо опознаваемые в полевых условиях цефалоподы *Ormoceras tuberculum* Bal., *Vaginoceras ventrolobatum* Bal., распространенные только в данной свите, в братской свите Ангарской СФЗ они неизвестны. Это справедливо и в отношении мшанок *Stigmatella foordi* (Nich.), *S. floriformis* Modz. из макаровской свиты.

Таким образом, наиболее важными для корреляции отложений братской и макаровской свит представляются две группы микрофауны – остракоды и конодонты. Несмотря на обедненный систематический состав в сравнении с типовым комплексом зоны *Parajonesites notabilis* (Каныгин, 1985), выявленная ассоциация остракод с учетом распространения конодонтов позволяет относить нижнюю подсвиту макаровской свиты к баксанскому горизонту и коррелировать с соответствующей подсвитой братской (Степанова, 2013).

По-видимому, формирование своеобразной ассоциации остракод с *Macronotella formosa* обусловлено условиями мелководного палеобассейна, близкого к полузамкнутому лагунному с повышенной соленостью, существовавшего на территории Верхнеленской СФЗ. Вид *M. formosa* встречается в Ньюско-Джербинской СФЗ (среднее течение р. Лена), где развиты красноцветные терригенно-карбонатные отложения, в настоящее время слабо изученные и относящиеся к макаровской свите. В разрезе отмечаются знаки ряби, глиптоморфозы по галиту, которые могут свидетельствовать о некотором сходстве условий осадконакопления в палеобассейнах этих соседствующих регионов. Дальнейшее изучение причин формирования и уточнение распространения этого эндемичного комплекса остракод, ограниченно пока югом Сибирской платформы, вероятно, позволит обосновать выделение его в слои с *M. formosa* в пределах этой области.

Работа выполнена в рамках научно-исследовательского проекта ИЗК СО РАН «Фундаментальные проблемы формирования осадочных бассейнов, залежей углеводородов и подземной гидросферы Восточной Сибири» (№ 0280-2021-0008).

Литература

Абушик А. Ф., Иванова В. А., Кочеткова Н. М. и др. Новые палеозойские остракоды Русской и Сибирской платформ, Урала и Печорской гряды // Новые виды древних растений и беспозвоночных СССР. Ч. 2. – М.: Госгеолтехиздат, 1960. – С. 280–336.

Рис. 2. Остракоды из макаровской и братской свит (юг Сибирской платформы)

Экземпляры фиг. 1–7, 12–15, 17–21 происходят из обн. ВК745, р. Лена, макаровская свита: фиг. 1, 14, 20, 21 из сл. 1б; фиг. 2–6, 12, 13, 15, 17–19 из сл. 1в. Экземпляр фиг. 8 происходит из обн. 1, р. Кута в 2 км ниже дер. Максимова, братская свита, сл. 6. Экземпляры фиг. 9–11 происходят из басс. р. Ниж. Тунгуска, р. Прав. Норигонда, скв. 2Б, макаровская свита, гл. 13,7 м. Экземпляр фиг. 16, 22–23 происходит из басс. р. Таюра: 16 – р. Королевка, макаровская свита, обр. 1693; 22 – р. Бол. Жилинная в 13 км выше устья, чертовская свита, обр. 2927/1; 23 – водораздел рек Таюра и Мал. Жилинная в 16 км выше устья, макаровская свита, обр. 2677 (размеры всех фиг. в мм).

Фиг. 1, 2 – *Macronotella formosa* V. Ivan., 1960: 1 – № 803/36, l = 1,2, h = 0,9, левая створка; 2 – № 803/37, l = 1,33, h = 0,85, правая створка. Фиг. 3 – *Fidelitella insueta* Step., 2012: № 803/20, l = 2,0, h = 1,3, левая створка. Фиг. 4 – *Fuscinites symmetricus* Step., 2012: № 803/22, l = 1,58, h = 1,0, левая створка. Фиг. 5 – *Fuscinites lenaicus* Step., 2012: № 803/24, l = 1,6, h = 1,05, левая створка. Фиг. 6 – *Fuscinites proximus* Step., 2012: № 803/25, l = 1,6, h = 0,85, правая створка. Фиг. 7, 8 – *Bugariktella annae* Meln., 1979: 7 – № 803/14; l = 0,75, h = 0,5, левая створка, сл. 2е-з; 8 – 803/14б; l = 0,56, h = 0,35, левая створка с брюшного края. Фиг. 9, 10 – *Parajonesites?* sp.: 9 – № 803/6, l = 0,5, h = 0,35, левая створка; 10 – № 803/6, l = 0,5, h = 0,35, фрагмент правой створки. Фиг. 11 – *Lenatina parva* Step., 2012; № 803/84, l = 0,5, h = 0,32, левая створка. Фиг. 12 – *Lenatina deflexa* Step., 2012: № 803/9, l = 0,85, h = 0,63, левая створка. Фиг. 13 – *Lenatina indigena* Step., 2012: № 803/12, l = 0,75, h = 0,55, правая створка. Фиг. 14, 15 – *Parenthatia distincta* Step., 2012: 14 – № 803/27, левая створка, l = 1,9, h = 1,25, левая створка; 15 – № 803/29, l = 1,55, h = 0,9, правая створка удлиненного экземпляра. Фиг. 16 – *Novoglandites vigens* Step., 2012: № 803/39, l = 2,5, h = 1,6, левая створка текноморфа. Фиг. 17–19 – *Schmidtella dorsicostata* V. Ivan., 1955: 17 – № 803/112, h = 0,84, d = 0,74, целая раковина с переднего края; 18 – № 803/105, l = 1,73, h = 1,04, правая створка удлиненного экземпляра; 19 – № 803/110, l = 1,38, h = 0,97, правая створка. Фиг. 20, 21 – *Jonesites? dissimilis* Step., 2012: 20 – № 803/2, l = 0,8, h = 0,5, левая створка; 21 – № 803/3, l = 0,7, h = 0,45, левая створка. Фиг. 22, 23 – *Tajurina costulata* Step., 2012: 22 – № 803/78, l = 0,8, h = 0,55, левая створка; 23 – № 803/19, l = 0,9, h = 0,6, левая створка

Каныгин А. В. Зональное расчленение ордовика Сибири по остракодам // Микрофауна фанерозоя Сибири и смежных районов. – Новосибирск : Наука, 1985. – С. 4–10.

Каныгин А. В., Москаленко Т. А., Дивина Т. А. и др. Ордовик западной части Иркутского амфитеатра. – М. : Наука, 1984. – 159 с.

Каныгин А. В., Москаленко Т. А., Ядренкина А. Г. и др. Ордовик Сибирской платформы // Фауна и стратиграфия Ленской фашиальной зоны. – Новосибирск : Наука, 1989. – 216 с.

Каныгин А. В., Ядренкина А. Г., Тимохин А. В. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири // Ордовик Сибирской платформы. – Новосибирск : Изд-во «Гео», 2007. – 269 с.

Каныгин А. В., Ядренкина А. Г., Тимохин А. В. и др. Региональная стратиграфическая схема ордовикских отложений Сибирской платформы (новая версия) // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2017. – № 5с. – С. 4–58.

Князев С. А. Ордовикские отложения широтного течения Ангары // Геология и геофизика. – 1978. – № 10. – С. 54–62.

Огиенко Л. В., Бялый В. И., Колосницына Г. Р. Биостратиграфия кембрийских и ордовикских отложений юга Сибирской платформы. – М. : Недра, 1974. – 207 с.

Степанова Н. И. Новые данные о распространении остракодов в среднем ордовике юга Сибирской платформы // Эволюция жизни на Земле. Материалы III Международного симпозиума. – Томск : ТГУ, 2005. – С. 160–162.

Степанова Н. И. Новые виды остракодов из макаровской свиты (верхний ордовик) юго-востока Сибирской платформы // Новости стратиграфии и палеонтологии. Приложение к журналу «Геология и геофизика». – 2012. – Т. 53. – Вып. 18. – С. 21–39.

Степанова Н. И. Литостратиграфия и зональное расчленение ордовикских отложений юго-востока Сибирской платформы по остракодам // Геология и геофизика. – 2013. – № 7. – С. 921–939.

РАЗНАЯ СКОРОСТЬ ЭВОЛЮЦИИ ПОЛОВ И ВИДООБРАЗОВАНИЕ У ОСТРАКОД (НА ПРИМЕРЕ НЕКОТОРЫХ *GLYPTOCYTHERE* BRAND ET MALZ ИЗ СРЕДНЕЙ ЮРЫ ЕВРОПЫ)

Е. М. Тесакова^{1,2}

¹ Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, ostracon@rambler.ru

² Геологический институт РАН, Москва

SPECIATION IN OSTRACODS DUE TO DIFFERENT RATES OF SEX EVOLUTION (ON THE EXAMPLE OF SOME MIDDLE JURASSIC *GLYPTOCYTHERE* BRAND ET MALZ OF EUROPE)

Е. М. Tesakova^{1,2}

¹ Lomonosov Moscow State University, Moscow, ostracon@rambler.ru

² Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

Аннотация. В средней юре Европы остракоды филолинии *Glyptocythere interrete* (bj_1^1) → *G. tuberodentina* (bj_2^2) → *G. losoviensis* (bj_2^2) → *G. aspera* (bj_2^2 - bt_1^1) → *G. bathonica* (bt_1^2) развивались по полному циклу морфогенеза с акселеративной (пераморфоз) и децелеративной (педоморфоз) фазами и с опережающей эволюцией самцов. Разная скорость эволюции полов привела к межвидовым и внутривидовым гетерохрониям, что ускорило образование видов.

Ключевые слова. Остракоды, половой диморфизм, эволюция, гетерохронии, видообразование, средняя юра, ВЕП.

Abstract. The European Middle Jurassic ostracod lineage *Glyptocythere interrete* (bj_1^1) → *G. tuberodentina* (bj_2^2) → *G. losoviensis* (bj_2^2) → *G. aspera* (bj_2^2 - bt_1^1) → *G. bathonica* (bt_1^2) developed with a full cycle of morphogenesis with accelerative (peramorphosis) and decelerative (paedomorphosis) phases, and with advanced development of males. The different rates of evolution of the sexes led to interspecific and intraspecific heterochronies, which accelerated the speciation.







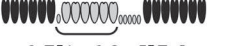
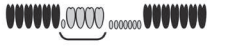
Key words. Ostracods, sexual dimorphism, evolution, heterochronies, speciation, Middle Jurassic, East European Platform.

Остракоды раздельнополы и характеризуются половым диморфизмом, что позволяет различать раковины самок и самцов в ископаемом состоянии. Возможность исследовать направленность и скорость эволюции у полов по отдельности приводит к лучшему пониманию

**Пути эволюции размерных параметров (длины) и скульптурных паттернов в филолинии
G. interrete → *G. tuberodentina* → *G. losoviensis* → *G. aspera* → *G. bathonica***

Полная филолиния	Длина, мм		Эволюция размеров	Скульптурный паттерн			Эволюция скульптуры
	самцы	самки		поздние ювенилии	самцы	самки	
<i>G. bathonica</i>	0,84–0,88	0,74–0,88	акселерация	ребра	ребра	ребра	педоморфоз
<i>G. aspera</i>	0,76–0,85	0,71–0,79	эффект лилипутов	сетка	ребра	сетка	
<i>G. losoviensis</i>	0,92–0,95	?		сетка(?)	сетка	сетка(?)	пераморфоз
<i>G. tuberodentina</i>	1,00–1,09	0,72–0,86	акселерация	ребра	сетка	ребра	
<i>G. interrete</i>	0,77–0,84	0,66–0,75		ребра(?)	ребра	ребра	

Примечание. Читать таблицу следует снизу вверх, соблюдая стратиграфическую последовательность видов.

	самцы	самки
<i>G. bathonica</i>	 7[4:2+9:3]8-9	 7[1+4:2+5:3]8-9
<i>G. aspera</i>	 7[4:2+9:3]8-9	 7[1+4:2+5:3]8-9
<i>G. losoviensis</i>	 6[4:2+?]6	?
<i>G. tuberodentina</i>	 6-7[4:2+18-20]7-8	 6-7[1+6:2+5]7-8
<i>G. interrete</i>	?	 6[1+4:2+5-7]7




Рис. 1. Строение замка самцов и самок некоторых глиптоцифер (правые створки)

Обозначения для *зубных схем* (сверху): 1 – крупные краевые зубы, рассеченные на части (число секций), сверху подразделенные надвое; 2 – крупные ямки желобка, комплементарные зубцам валика противоположной створки, слившихся попарно; наличие скобки снизу говорит об утолщенной передней части валика/желобка; 3 – мелкие ямки желобка, комплементарные зубчикам валика, слившихся по трое; заливка серым говорит о точном числе структур, белым – об отсутствии информации в литературных источниках; 4 – мелкие одиночные ямки желобка. *Зубные формулы* (снизу): числа за скобками – количество секций, на которые насечены передний и задний краевые зубы/ямки; в квадратных скобках – число ямок/зубчиков желобка/валика (одиночных или слившихся попарно, по трое); линией подчеркнуты ямки/зубчики, находящиеся в передней расширенной части желобка/валика

механизмов видообразования и увидеть новые таксоны там, где раньше определялись виды «с широкой изменчивостью и большим стратиграфическим охватом», что значительно снижало возможности остракод для детальной биоистратиграфии. Для решения этой задачи требовалось выявить диморфные признаки у видов одной филогенетической линии и проследить их развитие в онтогенезе и в геологическом времени.

Автором изучены представители стратиграфически важного рода *Glyptocythere* Brand et Malz, 1962 (Brand, Malz, 1966; Brand, Mönning, 2009), широко распространенного в верхнем байосе – нижнем бате Восточно-Европейской платформы (ВЕП), где известны: *G. strigatus* (Khabarova, 1955), *G. praerimosa* (Khab., 1955), *G. tuberosa* (Khab., 1955), *G. aspera* (Khab., 1955) и *G. bathonica* Tesakova, 2022 (Хабарова, 1955, 1961; Преображенская, 1966; Пермякова, 1970, 1975; Колпенская, 2002; Салтыков и др., 2008; Тесакова, 2022). Виды *G. aspera* и *G. bathonica* составляют доказанную филогенетическую последовательность (Тесакова, 2022). Сравнительно-морфологический и онтогенетический анализы позволили выявить родствен-



ников из числа западноевропейских глиптоцитер (Brand, Malz, 1966) и проследить их миграцию на восток в позднем байосе через Польшу и Украину. В Днепровско-Донецкой впадине (ДДВ) произошло образование аллопатрических таксонов, потомки которых расселились в морях ВЕП, а виды, описанные Т. Н. Хабаровой (1955), оказались членами четырех разных параллельных филолиний. Одна из них реконструирована полностью: *G. interrete* Brand et Malz, 1966 (bj_2^1 , нижняя часть зоны Parkinsoni) → *G. tuberodentina* Br. et Malz in Br. et Fahrion, 1962 (bj_2^2 , верхняя часть Parkinsoni) → *G. losoviensis* Permjakova, 1970 (bj_2^2 , зона Michalskii) → *G. aspera* (bj_2^2 - bt_1^1 , верхняя часть Michalskii – нижняя часть зоны Besnosovi) → *G. bathonica* (bt_1^2 , верхняя часть Besnosovi) (таблица). Первые два являются членами западноевропейской ветви этой филолинии. Украинский *G. losoviensis* – аллопатрический таксон, произошедший от *G. tuberodentina* в терминальном байосе; в ДДВ этому времени отвечает нижняя часть аммонитовой зоны Michalskii, а в Западной Европе верхняя часть подзоны Bomfordi, зона Parkinsoni (Гуляев, 2019). *G. losoviensis* стал предком восточноевропейской ветви, к которой относятся два последних члена последовательности.

Диморфными признаками в этой филолинии являются: длина раковины, Д/В (где В – максимальная высота), высота переднего и заднего концов, замок, скульптура и наличие переднего замочного ушка у самок; различить пол у ювенильных особей по этим признакам нельзя (диморфизм у глиптоцитер проявляется только на половозрелой стадии). Эти признаки у *G. aspera* и *G. bathonica* известны по материалу автора из пяти разрезов ВЕП: опорного Сокурского (Саратовская область), Плетневского карьера и трех скважин (Пензенская область) (Тесакова, 2022; настоящая работа); для остальных – по литературным данным. Информация о немецких таксонах *G. tuberodentina* и *G. interrete* содержится в (Brand, Malz, 1966), но для последнего нет данных о скульптурных паттернах ювенилий и строении замка самцов. По мнению Э. Бранда и Х. Мальца, замок у самок *G. interrete* аналогичен такому виду *G. regulariformis* Br. et Malz in Br., Fahr., 1962 (Brand, Malz, 1966, с. 529). Сведения об украинском *G. losoviensis* ограничивается описанием скульптуры, замка и размеров самцов (Пермякова, 1970), для самок и ювенилий эти параметры не приводятся. Поэтому в таблице недостающие данные о скульптурных паттернах для *G. interrete* и *G. losoviensis*

Рис. 2.

Фиг. 1–3 – *G. interrete* Brand et Malz, 1966: разрез скв. Ворддорф-4, гл. 448,2–451,3 м, нижняя часть Parkinsoni: 1 – экз. Хе 5578, лс самца (длина – 0,82 мм); 2, 3 – голотип Хе 5577, цр самки (0,67 мм): 2 – слева, 3 – со спинной стороны. Фиг. 4–8 – *G. tuberodentina* Br. et Malz in Br. et Fahrion, 1962: скв. Фурберг-148, гл. 427–430 м, верхняя часть Parkinsoni: 4 – экз. Хе 4303, цр самки со спинной стороны (0,80 мм); 5 – экз. Хе 4305, лс самца (1,04 мм), скв. Фурберг-восток-22, гл. 439 м; 6 – экз. Хе 4302, лс самки (0,81 мм); 7 – экз. Хе 4302, лс juv. (0,65 мм); 8 – экз. Хе 4302, пс juv. (0,72 мм). Фиг. 9, 10 – *G. losoviensis* Permjakova, 1970: 9 – (предположительно) голотип ИГН АН УССР № 16–21, пс самца; Харьковская область, Лозовской район, с. Краснопавловка; 10 – номер экз. неизвестен, лс самки со спинной стороны. Фиг. 11–15 – *G. aspera* (Khabarova, 1955): 11 (9) – экз. Sokur-Ya-137, лс juv. I-II; гл. 42,9 м; 12 (12) – экз. Sokur-Ya-093, лс juv. I-II; гл. 13,3 м; 13 (16) – экз. Sokur-Ya-053, лс самца; гл. 37,0 м; 14 (6) – неотип Sokur-Ya-138, цр самки слева; гл. 42,9 м; 15 (4) – экз. Sokur-Ya-147, цр самки со спинной стороны; гл. 31,5 м. Фиг. 16, 17 – *G. bathonica* Tesakova, 2022: 16 (12) – экз. PNZ-12-02, лс самца; гл. 332,6–332,8 м; 17 (6) – экз. SOK-LG-01, цр самки; обр. 12f: а – слева, б – со спинной стороны.

Glyptocythere (фиг. 1–8) происходят из Северной Германии, Фурберг, из верхнего байоса, аммонитовая зона Parkinsoni (изображения из: Brand, Malz, 1966, табл. 52, фиг. 6, 7, 8а, 9, 13b; рис. 32, 33а–б); фиг. 9, 10 – из ДДВ, из верхнего байоса, «зона Garantiana» (из: Пермякова, 1970, табл. 1, фиг. 2б; Пяткова, Пермякова, 1978, табл. 57, фиг. 1в). Экземпляры (фиг. 11–15) происходят из разреза Сокурской скв. (Саратовская область), из аммонитовой зоны Michalskii – нижней части зоны Besnosovi (биогоризонты *O. mojarowskii* и *O. scythicum*), фораминиферовой зоны *Lenticulina volganica* – *Vaginulina dainae*, остракодовой зоны *Glyptocythere aspera*; фиг. 17 – из верхней части зоны Besnosovi (биогоризонты *O. issae* – *A. excentricum*), фораминиферовой зоны *Trochammina jakovlevae*, остракодовой зоны *G. bathonica*; фиг. 16 – из разреза скв. Обвал (Пензенская область), из остракодовой зоны *G. bathonica* (по: Тесакова, 2022, табл. 11, фиг. 6, 9, 12, 16; табл. 12, фиг. 4, 6а–б, 12).

Принятые сокращения: цр – целая раковина, пс – правая створка, лс – левая створка, juv. – ювенильная особь. Длина линейки (фиг. 11–17) – 100 мкм

реконструированы автором исходя из биогенетического закона и пишутся с вопросительным знаком.

Аллометрический анализ изученных глиптоцитер (таблица) показал развитие во времени самок и самцов (как западно-, так и восточноевропейских ветвей) путем *акселерации*, но у самок она шла быстрее. *Эффект лилипутов*, спровоцированный экологическим стрессом при вселении в новый бассейн, наблюдается у аллопатрического *G. losoviensis* и первого хроно-таксона *G. aspera*, длина которого сравнялась с таковой самого мелкого (самого раннего) предка *G. interrete*. Размеры самцов второго хроно-таксона *G. bathonica* снова возросли, но немного, в то время как их самки стали самыми крупными в этой филолинии.

Замок оказался наиболее консервативным признаком (рис. 1). У самцов он имел ювенильный облик и почти не эволюционировал. Строение краевых зубов и длинного узкого срединного элемента аналогично у всех самцов филолинии. А у самок срединный элемент отличается широкой передней частью и узкой задней частью. Это позволяет легко отличать полы (даже у экземпляров плохой сохранности).

Небольшое изменение замков произошло при вселении глиптоцитер в ДДВ. У восточноевропейских самцов это выразилось в укорочении срединного элемента, в то время как у самок – в удлинении и довольно значительном. Перестройка замка произошла у *G. losoviensis* (у самцов достоверно, у самок предположительно), и в дальнейшем обновленный замок сохранялся у всех потомков.

Скульптура этой филолинии состоит из продольных и поперечных ребрышек, возникших на базе первичных ячеек. У ранних ювенилий (juv.) каждого вида были хорошо сформированы поперечные ребра (ребристый паттерн), а продольные представлены тонкими стенками ячеек (муриями) и развивались позже – сначала как перемычки между поперечными ребрами, потом как продольные ребра (рис. 2, фиг. 7, 8, 12). Такая картина наблюдалась в онтогенезе всех видов; при этом сетчатый паттерн проявился на поздних стадиях у ювенилий только двух видов (таблица; рис. 2, фиг. 11). Развитие скульптуры в онтогенезе идет от ребристой разновидности (плезиоморфный признак) к сетчатой (апоморфный признак). Впервые апоморфия наблюдается у самцов *G. tuberodentina* (рис. 2, фиг. 5), в то время как их самки (рис. 2, фиг. 6) сохраняют ребристую скульптуру; позже сетчатость проявляется у самцов и самок *G. losoviensis* (рис. 2, фиг. 9); сохраняется у самок *G. aspera* (рис. 2, фиг. 14), а самцы (рис. 2, фиг. 13) возвращаются к «детской» ребристости. Т. е. развитие от *G. interrete* (рис. 2, фиг. 1–3) к *G. losoviensis* идет по пути пераморфоза (акселерация; апоморфный признак появляется и усиливается). В то время как эволюция от *G. losoviensis* к *G. bathonica* – по пути педоморфоза (апоморфный признак ослабевает и исчезает).

Анализ аллометрических данных и скульптуры позволил выявить *межвидовые* и *внутривидовые гетерохронии*, возникшие из-за разной скорости эволюции полов (таблица). Межвидовые гетерохронии наблюдаются между самцами: *G. interrete* → *G. tuberodentina* и *G. losoviensis* → *G. aspera*; между самками: *G. tuberodentina* → *G. losoviensis* и *G. aspera* → *G. bathonica*. Внутривидовые гетерохронии произошли у *G. tuberodentina* и *G. aspera*.

Результаты. Реконструирована полная филолиния *Glyptocythere interrete* (bj_2^1) → *G. tuberodentina* (bj_2^2) → *G. losoviensis* (bj_2^2) → *G. aspera* (bj_2^2 - bt_1^1) → *G. bathonica* (bt_1^2), эволюция которой происходила следующими путями:

1. По скульптуре прослежен *полный цикл морфогенеза* (по определению Е. И. Шорникова (Шорников, Михайлова, 1990)) с выраженными акселеративной (пераморфоз) и децелеративной (педоморфоз) фазами.

Плезиоморфным признаком является ребристая скульптура, апоморфным – сетчатая. Усиление апоморфии наблюдалось от первого к третьему видам; ослабление – от четвертого к пятому.

2. Цикл морфогенеза наблюдается у обоих полов, но у самок он смещен во времени (*запаздывает*).

3. Аллометрические параметры развивались *путем акселерации* дважды – в последовательностях хроно-видов из каждого палеобассейна. При вселении глиптоцитер из Западной Европы в Восточную произошел *эффект лилипутов* (вследствие экологического стресса, который, возможно, спровоцировал также возврат к плезиоморфной скульптуре).

4. Благодаря разной скорости эволюции полов (по результатам аллометрического и морфологического анализов) выявлены *межвидовые* и *внутривидовые гетерохронии*.

5. Замок консервативнее размеров и скульптуры. Поскольку у самцов он имеет ювенильный облик, можно легко различать раковины самок и самцов у всех видов этой филолинии. Замки между хроно-видами Западной и Восточной Европы различаются плохо (или никак).

6. Скорость эволюции у полов разная – *самцы опережают самок*. В то же время *акселерация у самок происходит быстрее*.

По эволюции изученных глиптоцитер установлено пять филозон для Западной и Восточной Европы, одна из которых (зона *G. tuberodentina*) может выступить в качестве панъевропейского коррелятивного уровня (Тесакова, 2022). Но из пяти видов этой филолинии два – *G. tuberodentina* и *G. aspera* – выделяются только благодаря внутривидовым гетерохрониям и разной скорости эволюции полов.

7. Т. о. изучение эволюции полового диморфизма повышает детальность биостратиграфии.

Работа выполнена в рамках тем государственного задания № 0135-2019-0062 (ГИН РАН) и № АААА-А16-116033010096-8 (МГУ).

Литература

Гуляев Д. Б. Аммониты и инфразональная стратиграфия зоны Vesnosovi нижнего бата Русской плиты // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2019. – Т. 27. – № 1. – С. 103–125.

Колпенская Н. Н. Комплексы остракод средней–верхней юры Белгородской области (юго-западный склон Воронежской антеклизы) // Тр. НИИГеологии СГУ. Новая сер. – 2002. – Т. 11. – С. 116–122.

Пермякова М. Н. Остракоды рода *Glyptocythere* из среднеюрских отложений Днепрово-Донецкой впадины // Палеонтологический сб. Львовского ун-та. – 1970. – Вып. 1. – № 7. – С. 61–67.

Пермякова М. Н. Юрские остракоды платформенной Украины // Обоснование стратиграфических подразделений мезо-кайнозоя Украины по микрофауне. – Киев : Научная думка, 1975. – С. 30–47.

Преображенская В. Н. Стратиграфия отложений юры и низов нижнего мела территории ЦЧО. – Воронеж : Изд-во Воронежского ун-та, 1966. – 281 с.

Салтыков В. Ф., Старцева Г. Н., Трошцкая Е. А. Стратиграфия байос-батских морских отложений Нижнего Поволжья // Изв. Саратовского ун-та. Сер. Науки о Земле. – 2008. – Т. 8. – Вып. 2. – С. 56–71.

Тесакова Е. М. Позднебайосские и раннебатские остракоды Русской плиты. Ч. IV. Филолиния *Glyptocythere aspera* (Khabarova) → *G. bathonica* sp. nov. // Палеонтологический журнал. – 2022. – № 6. – С. 58–73. – DOI: 10.31857/S0031031X22060125

Хабарова Т. Н. Остракоды из отложений средней юры Саратовской области и северных районов Сталинградской области // Тр. ВНИГРИ. Новая сер. – 1955. – Вып. 84. – С. 192–197.

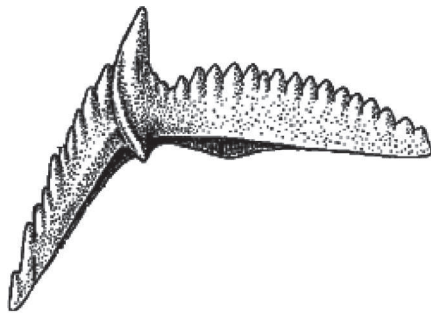
Хабарова Т. Н. О микрофауне юрских отложений Саратовской области // Тр. ВНИГРИ. Т. 3. – 1961. – Вып. 29. – С. 177–184.

Шорников Е. И., Михайлова Е. Д. Остракоды *Bythocytheridae* раннего этапа развития: сравнительная морфология, палеоэкология, пути эволюции. – М. : Наука, 1990. – 200 с.

Brand E., Malz H. Die Arten der Gattung *Glyptocythere* Brand & Malz 1962 im NW-deutschen Dogger // Senckenb. Leth. – 1966. – Vol. 47. – No. 5/6. – Pp. 481–535.

Brand E., Monnig E. Litho – und Biostratigraphie des Mittel-Jura (Dogger) in Bohrungen Norddeutschlands // Schr. Dtsch. Ges. Geowiss. – 2009. – Bd. 54. – Pp. 5–73.

КОНОДОНТЫ



КАСИМОВСКИЙ ЯРУС (ВЕРХНИЙ ПЕНСИЛЬВАНИЙ) И СОПОСТАВЛЕНИЕ ЕГО ЗОНАЛЬНЫХ ШКАЛ ПО КОНОДОНТАМ

Н. В. Горева¹, А. С. Алексеев^{2,3}

¹ Геологический институт РАН, Москва, goreva@ginras.ru

² Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, aaleks@geol.msu.ru

³ Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва

KASIMOVIAN STAGE (UPPER PENNSYLVANIAN) AND ITS GLOBAL CORRELATION ON CONODONT ZONATION

N. V. Goreva¹, A. S. Alekseev^{2,3}

¹ Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, n.v.goreva@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, aaleks@geol.msu.ru

³ Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow

Аннотация. Приведена краткая характеристика корреляции касимовского яруса, полученная в результате исследований, проведенных в последние годы. Подразделения зональной шкалы по конодонтам России использованы как инструмент сопоставления региональных шкал, для которых существует опубликованная конодонтовая характеристика: Донбасс, Мидконтинент США, Южный Китай и др.

Ключевые слова. Верхний карбон (верхний пенсильваний), касимовский ярус, конодонты, корреляция.

Abstract. A brief description of the correlation of the Kasimovian Stage, obtained as a result of studies carried out in recent years, is given. Conodont zonation distinguished in Russia was used as a tool for the correlation of regional scales of other regions: Donets Basin, Midcontinent USA, and South China.

Key words. Upper Carboniferous (Upper Pennsylvanian), Kasimovian, conodonts, correlation.

Касимовский ярус верхнего карбона (верхний пенсильваний) закреплен в глобальной шкале каменноугольной системы (Gradstein et al., 2004), хотя стратотип его нижней границы до сих пор еще не принят. Варисцийский орогенез и позднепалеозойское оледенение – два крупных события, вызвавших географическую изоляцию и трудности глобальной корреляции основных эпиконтинентальных морских бассейнов в позднекаменноугольное время. Низкое стояние уровня Мирового океана, его периодические осцилляции вызвали развитие эндемичных фаун. Глобальный анализ изменений таксономического разнообразия биоты, климатических колебаний, смены растительных сообществ и других процессов, имевших место в пенсильванскую эпоху, показал, что наиболее резкие преобразования среды в течение позднепалеозойского ледникового периода были приурочены именно к касимовскому веку (Lucas et al., 2023). Морские отложения касимовского яруса развиты в Западной и Восточной Европе, Северной Америке и Южном Китае, где для каждого региона создана своя региональная био- и хроностратиграфическая шкала. Для уточнения последовательности главных событий в касимовском интервале и разработки их календаря необходимы надежные корреляции, которые чрезвычайно затруднены и в морской последовательности возможны только по конодонтам.

В современной стратиграфической схеме Русской платформы (Решение..., 1990) касимовский ярус подразделяется на три горизонта (региояруса) – кревкинский, хамовнический и дорогомилловский. В типовой местности (Московский бассейн) основанию касимовского яруса отвечает фузулинидовая зона *Protriticites pseudomontiparus* – *Obsoletes obsoletus* и конодонтовая зона *Swadelina subexcelsa*. Стратотипы горизонтов и большинство слагающих их свит в настоящее время не сохранились или недоступны. Разрез карьера Афанасьевое (Воскресенский район, Московская область) предложен в качестве неостратотипа яруса, кревкинского горизонта и двух составляющих его свит – суворовской и воскресенской, а также ратмировской и неверовской свит хамовнического горизонта (Махлина и др., 2001). Верхняя часть дорогомилловского горизонта также претерпела изменения в связи с определением нижней границы гжельского яруса.

Корреляции ярусов верхнего карбона и их подразделений посвящено значительное число работ, но отвечающие современным требованиям точность и надежность все еще

не достигнуты. В настоящее время касимовский ярус в типовой местности подразделяется на восемь конодонтовых зон (Алексеев, 2008; Горева, Алексеев, 2010; Barrick et al., 2022). Эта шкала составила основу для корреляции с регионами, где существует зональная конодонтовая последовательность. За пределами России зональные схемы рассматриваемого интервала предложены для Донецкого бассейна, Мидконтинента США и Южного Китая (рисунок). Вопросы сопоставления схем зонального расчленения касимовского яруса рассматривались нами и раньше (Горева, Алексеев, 2008, 2010), но в последние годы появились новые важные данные о комплексах конодонтов и зонах в Северной Америке и Китае.

Донецкий бассейн. Несмотря на сравнительную географическую близость, по всем группам фауны корреляция разрезов пенсильвания Московской синеклизы и Донбасса затруднительна, т. к. эти бассейны были разграничены приподнятым участком Воронежской антеклизы. Значительное различие наблюдается между комплексами фузулинид и брахиопод, на которых исторически обосновывалось дробное расчленение касимовского яруса, существенная разница отмечается и между комплексами конодонтов.

Конодонты из верхнекаменноугольных отложений Донбасса довольно хорошо изучены (Козицкая и др., 1978; Nemyrovska, 2017a, b, 2022; Barrick et al., 2022). В Донецком бассейне нижняя граница касимовского яруса в разное время проводилась на различных уровнях свиты C_3^1 , начиная от известняка N_2 и до O_1 , и в настоящее время утверждена на уровне известняка N_4 (Poletaev et al., 2013) в наиболее регрессивной части разреза. По конодонтам основание касимовского яруса, как оно традиционно фиксируется в Подмосковье, может совпадать с интервалом известняка N_1 по первому, правда, единичному нахождению в его комплексе *Swadelina subexcelsa* (Alekseev et Goreva, 2001) – вида, широко представленного в суворовской свите кривякинского горизонта типовой местности. Более массово в этот вид присутствует в известняке N_3 . Зона *Swadelina subexcelsa* в интервале известняков N_1 – N_3 соответствует

Подмосковный бассейн		Донецкий бассейн			Южный Китай	Северная Америка. Мидконтинент				
ярус	горизонт	ярус	горизонт	известняки	ярус	ярус	горизонт			
КАСИМОВСКИЙ	дорогомилловский	калито-вский светлячнинский	торецкий	O4	хайдушанский	миссурийский	Alekseev, Goreva, 2007; Горева, Алексеев, 2010; Barrick et al., 2022	Nemyrovska, 2017b, 2022; Barrick et al., 2022	Hu et al., 2020; Barrick et al., 2022	Barrick et al., 2022
	<i>Streptognathodus firmus</i>						<i>S. firmus</i> - <i>I. kalitvensis</i>	<i>I. naraoensis</i>	<i>S. zethus</i>	
	<i>Idiognathodus toretzianus</i>						<i>I. toretzianus</i>	<i>I. eudoraensis</i>	<i>I. eudoraensis</i>	
	<i>I. mestsherenis</i>						O2	<i>I. guizhouensis</i>	<i>S. gracilis</i>	
	<i>I. cancellosus</i>	<i>I. magnificus</i>	<i>I. confragus</i>							
	<i>Idiognathodus sagittalis</i>	торецкий картанаский	N5/1	<i>I. sagittalis</i> – <i>I. neverovensis</i>			<i>Idiognathodus turbatus</i>	<i>I. cancellosus</i>		
	<i>Swadelina makhlinae</i>			N4			<i>Sw. makhlinae</i>	<i>Sw. makhlinae</i>	<i>I. turbatus</i>	
	<i>Swadelina subexcelsa</i>	ломоватский	N1				<i>Sw. subexcelsa</i>	<i>Sw. subexcelsa</i>	<i>I. eccentricus</i>	
	<i>Neognathodus roundyi</i>			ломоватский санжаринский			M6	<i>Swadelina gurkovaensis</i>	<i>Idiognathodus podolskensis</i>	<i>Sw. nodocarinata</i>
	<i>Neognathodus inaequalis</i>	<i>Sw. neoshoensis</i>								
МОСКОВСКИЙ	мячковский	ломоватский	санжаринский	M6	даланский	десмоийский	<i>Idiognathodus delicatus</i>			

Сопоставление схем зонального расчленения касимовского яруса (верхний пенсильваний) по конодонтам

санжаринскому горизонту ломоватского региояруса и отнесена в Донбассе к верхней части московского яруса (Nemirovska, 2022; Barrick et al., 2022). В Московском бассейне этот интервал соответствует суворовской свите кревьякинского горизонта касимовского яруса. В комплексе этой зоны в Донецком бассейне продолжают присутствовать виды рода *Neognathodus*, представители которого в Подмосковье, на Южном Урале и на востоке Восточно-Европейской платформы на этом уровне не встречены. Зона *Swadelina makhlinae* воскресенской свиты кревьякинского горизонта Московского бассейна соответствует самой верхней части ломоватского региояруса Донецкого бассейна. Зона включает интервал между известняками N_3^2 и N_5^1 . Нижняя граница определяется по первому появлению *Swadelina makhlinae* (Alekseev et Goreva, 2001). Следует отметить, что интервал этих двух зон отнесен в украинской схеме еще к московскому ярусу. Следующий корреляционный уровень может быть установлен приблизительно на уровне основания зоны *Idiognathodus sagittalis*, т. е. в нижней части неверовской свиты хамовнического горизонта Московского бассейна и известняка N_5^1 Донецкого бассейна. Нижняя граница зоны определяется появлением *Idiognathodus sagittalis* Kozitskaya, 1978 и *Idiognathodus neverovensis* (Goreva et Alekseev, 2006). Зона отвечает неверовской свите хамовнического горизонта Подмосковья и интервалу известняков N_5^1 – O_1 , что соответствует картанаскому горизонту торецкого региояруса Донбасса. Дорогомиловский горизонт сопоставлен с интервалом известняков O_2 – O_7 Донецкого бассейна и отвечает зонам *Idiognathodus toretzianus* и *Streptognathodus firmus*.

Северная Америка. Наиболее дробная зональная последовательность в Северной Америке установлена по разрезам Мидконтинента США (Barrick et al., 2022), где конодонты столь же многочисленны, как и в центральных районах Восточно-Европейской платформы, но их видовой состав существенно отличается. Формы, встреченные в Подмосковье в воскресенской свите кревьякинского горизонта и названные нами *Swadelina makhlinae* (Alekseev et Goreva, 2001), весьма напоминают *Swadelina nodocarinata* (Jones, 1941). Последний вид в США распространен в терминальной части десмойнского яруса. На этом основании кревьякинский горизонт касимовского яруса был сопоставлен с терминальными частями десмойнского яруса Мидконтинента США (Heckel et al., 2007). Однако в США совместно с *Swadelina nodocarinata* встречаются довольно многочисленные *Neognathodus*, не отмеченные в разрезах касимовского яруса в типовой местности. Основание миссурийского яруса США примерно соответствует подошве неверовской свиты хамовнического горизонта, где отмечается некоторый обмен видами конодонтовой фауны между Мидконтинентом и Подмосковным бассейном, происходивший во время относительно высокого стояния уровня океана. Отдельные виды, впервые описанные на Мидконтиненте, были обнаружены и в Московском бассейне, а некоторые российские виды как *Idiognathodus neverovensis* были установлены в разрезах Мидконтинента США (Rosscoe, Barrick, 2013; Goreva, Alekseev, 2019). В зоне *Idiognathodus sagittalis* в Московском бассейне отмечено присутствие *Idiognathodus turbatus* Rosscoe et Barrick, 2009 и еще ряда американских видов, что позволило сопоставить этот интервал с одноименной зоной Мидконтинента. Зона *Streptognathodus cancellosus* по присутствию *Streptognathodus cancellosus* (Gunnell, 1933) отвечает соответствующей зоне схемы США. Дорогомиловский горизонт, видимо, отвечает зонам *Streptognathodus gracilis* и *Idiognathodus eudoraensis* схемы США, хотя общие виды в этом интервале не выявлены и сходство комплексов наблюдается только в зоне *Streptognathodus zethus* и на границе гжельского яруса.

Южный Китай. Зональное расчленение верхнего карбона по конодонтам выполнено недавно на основе изучения относительно нескольких глубоководных разрезов Южного Китая, прежде всего опорного разреза Нацин (Hu et al., 2020 и др.; Barrick et al., 2022). В верхней части даланского яруса и в мапинском ярусе выделено 10 конодонтовых зон, в основном заимствованных из зональных шкал Северной Америки и Восточной Европы. Интервал зон *Swadelina subexcelsa* и *Sw. makhlinae*, отнесенных к верхней части даланского яруса,

хорошо сопоставляются с одноименными зонами Русской платформы и Донецкого бассейна по присутствию видов-индексов и сходных комплексов. Подошва касимовского яруса китайскими исследователями помещена условно в основание хайдушанского яруса и отвечает основанию зоны *Idiognathodus turbatus*. При сопоставлении российской и китайской схем наибольшее корреляционное значение имеют уровни появления *Swadelina subexcelsa*, *Sw. makhlinae* и *Idiognathodus turbatus* в основании одноименных зон.

Западная Европа. Касимовский ярус в Западной Европе соотносится с верхней частью кантабрийского и нижней частью стефанского региональных ярусов. Однако, за исключением Кантабрийской области на севере Испании, где были обнаружены касимовские конодонты и фузулиниды (Mendes, 2006), на большей части Западной Европы морские отложения отсутствуют и точная корреляция затруднена. В настоящее время нижняя часть кантабрийского яруса сопоставляется с мячковским горизонтом московского яруса, а верхняя – с кревьякинским горизонтом касимовского яруса. Такая корреляция подтвердилась и по конодонтам, которые были обнаружены в основании верхнего кантабрия в разрезе Лас Ласериас в Кантабрийских горах Испании (Mendez, 2006). В комплексе конодонтов указан *Idiognathodus sagittalis* – вид в Подмосковье, характерный для неверовской свиты хамовнического горизонта в районе Воскресенска и известняков N_5^1 – O_1 Донецкого бассейна. Новых данных в последние годы не появилось.

Таким образом, глобальная корреляция касимовского яруса по конодонтам возможна только на отдельных рубежах, выделяемых в пределах параллельно существующих зональных последовательностей. Тенденции в эволюции и морфологическое сходство позднемосковских и раннекасимовских конодонтов бассейнов Московского, Донецкого, Южного Китая и позднедемойнских и раннемиссурийских конодонтов Мидконтинента (Северная Америка) имеют определенное сходство, но видовой состав конодонтов разный. Можно выделить два уровня, отражающих заметные биотические события и наиболее пригодных для корреляции.

1. Появление новых видов *Swadelina* – *Sw. subexcelsa* и *Sw. makhlinae*, индекс-видов двух последовательных зон, характеризующих нижний (кревьякинский) горизонт в Московском бассейне и имеющих широкое географическое распространение во всех регионах Тетической провинции. Зоны установлены в Подмосковье в кревьякинском горизонте, прослежены в верхней части ломоватского регионального яруса Донецкого бассейна (известняки N_1 – N_3^3) и установлены в верхней части даланского яруса Южного Китая. В Северной Америке этот интервал отвечает зонам *Swadelina neoshoensis* и *Sw. nodocarinata*, индекс-виды которых морфологически сходны с *Sw. subexcelsa* и *Sw. makhlinae*, но существовали в иной биогеографической провинции и отнесены к другим видам.

2. Обновление комплекса в нижней пачке неверовской свиты хамовнического горизонта в Подмосковье, где появляется ряд новых видов *Idiognathodus* – *I. sagittalis*, *I. turbatus* и *I. neverovensis*. Уровень отвечает известняку N_5^1 в Донецком бассейне, где происходит подобное обновление конодонтовых комплексов. Эти виды имеют широкое распространение и, помимо Московского бассейна, установлены на Южном Урале, Донецком бассейне, в Северной Америке и Южном Китае (Goreva, Alekseev, 2019; Barrick et al., 2022).

Литература

Алексеев А. С. Каменноугольная система / ред. А. И. Жамойда, О. В. Петров // Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Задачи дальнейших исследований. Постановления Межведомственного Комитета и его комиссий. – 2008. – № 38. – С. 61–68.

Горева Н. В., Алексеев А. С. Касимовский ярус и его глобальная корреляция по конодонтам // Проблемы стратиграфии кам'яновугільної системи. Збірник наукових праць. – Київ : Київський національний університет імені Тараса Шевченка, 2008. – С. 103–109.

Горева Н. В., Алексеев А. С. Конодонтовые зоны верхнего карбона России и их глобальная корреляция // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2010. – Т. 18. – № 6. – С. 35–48.

Козицкая Р. И., Косенко З. А., Липнягов О. М., Немировская Т. И. Конодонты карбона Донецкого бассейна. – Киев : Наукова думка, 1978. – 136 с.

- Махлина М. Х., Алексеев А. С., Горева Н. В.* и др. Средний карбон Московской синеклизы (южная часть). Т. 1. Стратиграфия. – М. : Палеонтологический ин-т РАН, 2001. – 244 с.
- Решение Межведомственного регионального совещания по среднему и верхнему палеозою Русской платформы с региональными стратиграфическими схемами. Каменноугольная система. Ленинград, 1988 г. – Л. : ВСЕГЕИ, 1990. – 41 с.
- Alekseev A. S., Goreva N. V.* Conodont zonation for the type Kasimovian and Gzhelian stages in the Moscow Basin, Russia // Proceedings of the XVth International Congress on Carboniferous and Permian Stratigraphy. Royal Netherlands Academy of Arts and Sciences. – Amsterdam : Edita-Know, 2007. – Pp. 229–242.
- Barrick J. E., Alekseev A. S., Blanco-Ferrera S.* et al. Carboniferous conodont biostratigraphy / eds. S. G. Lucas, J. W. Schneider, X. Wang and S. Nikolaeva // The Carboniferous Timescale. Geological Society, London, Special Publications. – 2022. – Vol. 512. – Pp. 695–768.
- Heckel P. H., Alekseev A. S., Barrick J. E.* et al. Cyclotem «digital» correlation and biostratigraphy across global Moscovian/Kasimovian and Kasimovian/Gzhelian Stage boundary interval (Middle–Upper Pennsylvanian Series) in North America and Eurasia // Geology. – 2007. – Vol. 35. – No. 7. – Pp. 607–610.
- Hu K. Y., Qi Y. P., Qie W. K., Wang Q. L.* Carboniferous conodont zonation of China // Newsletters on Stratigraphy. – 2020. – Vol. 52. – Pp. 141–190.
- Goreva N., Alekseev A.* Conodonts of the Krevyakinian and Khamovnikian substages of the Kasimovian Stage in the type region (Moscow Basin) // Paleontological Journal. – 2019. – Vol. 53. – Pp. 950–955.
- Gradstein F., Ogg J., Smith A.* A Geologic Time Scale 2004. – Cambridge : Cambridge University Press, 2004. – 589 p.
- Lucas S. G., DiMichele W. A., Opluštil S., Wang X.* An introduction to ice ages, climate dynamics and biotic events: The Late Pennsylvanian world // Ice Ages, Climate Dynamics and Biotic Events: the Late Pennsylvanian World. Geological Society. – London, 2023. – Spec. Publ. 535. – URL: <https://doi.org/10.1144/SP535-2022-334?ref=pdf&rel=cite-as&jav=VoR>
- Méndez C. A.* Upper Moscovian-middle Kasimovian conodonts (Pennsylvanian, Carboniferous) from the Las Llacerias section (Cantabrian Zone, North Spain) // Geobios. – 2006. – Vol. 39 (2). – Pp. 245–254.
- Nemyrovska T. I.* Paleozoic Conodonts Studies in Ukraine // Збірник наукових праць Інституту геологічних наук НАН України. – 2017a. – Т. 10. – С. 125–136.
- Nemyrovska T. I.* Late Mississippian – Middle Pennsylvanian conodont zonation of Ukraine // Stratigraphy. – 2017b. – Vol. 14. – No. 1–4. – Pp. 299–318.
- Nemyrovska T.* Moscovian–Kasimovian boundary conodont assemblages from the Kalinovo section, Donets Basin, Ukraine // PalZ. – 2022. – Vol. 96. – Pp. 543–555.
- Poletaev V. I., Vdovenko M. V., Shulga V. F.* et al. Chap. 7. Carboniferous System / ed. P. F. Gozhik // Stratigraphy of Upper Proterozoic, Paleozoic and Mesozoic of Ukraine. Upper Paleozoic of Ukraine, 1. – Pp. 247–356. IGS Nas, Logos, Kiev (in Ukrainian).
- Rosscoe S. J., Barrick J. E.* North American species of the conodont genus *Idiognathodus* from the Moscovian–Kasimovian boundary composite sequence and correlation of the Moscovian–Kasimovian stage boundary // New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin. – 2013. – Vol. 60. – Pp. 354–371.

**КОНОДОНТЫ КАШИРСКОГО ГОРИЗОНТА
(МОСКОВСКИЙ ЯРУС, СРЕДНИЙ ПЕНСИЛЬВАНИЙ)
РЖЕВСКОГО ПОВОЛЖЬЯ ИЗ РАЗРЕЗА
НА РЕКЕ ОСУГА (ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ)**

С. В. Гришин¹, Ю. В. Яшунский¹, А. Э. Давыдов², А. С. Алексеев^{2,3}, Н. В. Горева¹

¹ Геологический институт РАН, Москва, *grishin69@mail.ru, yryashunsky@gmail.com*

² Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва, *aleks.geol@mail.ru*

³ Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва

**CONODONTS OF KASHIRIAN SUBSTAGE
(MOSCOVIAN, MIDDLE PENNSYLVANIAN)
OF RZHEV POVOLZHE FROM SECTION
IN OSUGA RIVER (TVER REGION)**

S. V. Grishin¹, Yu. V. Yashunsky¹, A. E. Davydov², A. S. Alekseev^{2,3}, N. V. Goreva¹

¹ *Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, grishin69@mail.ru, yryashunsky@gmail.com*

² *Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, aleks.geol@mail.ru*

³ *Lomonosov Moscow State University, Moscow*

Аннотация. Комплекс конодонтов, установленный в разрезе карьера у дер. Федяйкино на р. Осуга в Тверской области, указывает на принадлежность толщи доломитов с прослоями мергелей и глин (11,45 м) к нарской свите каширского горизонта московского яруса, зона *Neognathodus bothrops*.

Ключевые слова. Конодонты, биостратиграфия, пенсильваний, Московская синеклиза, Россия.

Abstract. Conodont assemblage from quarry close to the village of Fedyaikino on Osuga River in Tver Region indicate that dolomites with marls and clays (11,45 m) are equivalent of Nara Formation of Kashirian Substage, Moscovian Stage, *Neognathodus bothrops* Zone.

Key words. Conodonta, biostratigraphy, Middle Pennsylvanian, Moscow Syncline, Russia.

Ржевское Поволжье в верхнем течении р. Волга давно известно как область широкого развития морских каменноугольных отложений, прежде всего московского яруса (Хименков, 1934; Назарьян, 1937; Рейтлингер, Балашова, 1954; Иванова, Хворова, 1955; Махлина и др., 2001а). Однако стратиграфическое расчленение этих отложений и их корреляция с типовыми разрезами Южного Подмосковья требует современного обоснования, а конодонты, одна из важнейших биостратиграфических групп, здесь никогда не изучались.

В 2019 г. удалось посетить этот район, описать и опробовать целый ряд разрезов. Из них наиболее низкое положение в последовательности московского яруса занимает карьер в среднем течении р. Осуга, который ранее никогда не изучался. Этот карьер по добыче агрокарбонатных руд расположен в Ржевском муниципальном округе Тверской области в 25 км южнее г. Ржев, вблизи дер. Федяйкино на левом берегу р. Осуга, левый приток р. Вазуза (рис. 1). Карьер разрабатывается двумя уступами, которые вскрывают под маломощными четвертичными отложениями толщу светло-желтых доломитов с прослоями часто малиновых глин и мергелей суммарной мощностью 11,45 м. Наиболее мощные пачки глин и мергелей залегают в нижней (слой 15, мощность – 1,8 м) и средней (слои 10 и 9, мощность – 1,5 м) частях разреза. В верхней части (слой 5) выделяется пласт коричневых сливных кремней (0,4 м). Тонкие прослои известняков, содержащие остатки иглокожих и брахиопод, присутствуют только в верхней части слоя 15. Это доломитовая толща В. Г. Хименкова (1934), рассматриваемая Е. А. Рейтлингер и Н. Н. Балашовой (1954) как верхи нижней и средняя часть каширского горизонта, но установить к какой именно его пачке она относится – невозможно.

Для выделения конодонтов в среднем через 0,5 м отобраны 24 образца общим весом 29 кг. Образцы растворились в уксусной кислоте (7 %) при комнатной температуре, из нерастворимого остатка были выделены конодонты с разделением в тяжелой жидкости с плотностью 2,9 г/см³. Конодонтовые элементы обнаружены в 13 образцах, которые довольно равномерно распределены по разрезу, но относительно богатые комплексы (10–35 экземпляров в пробе)

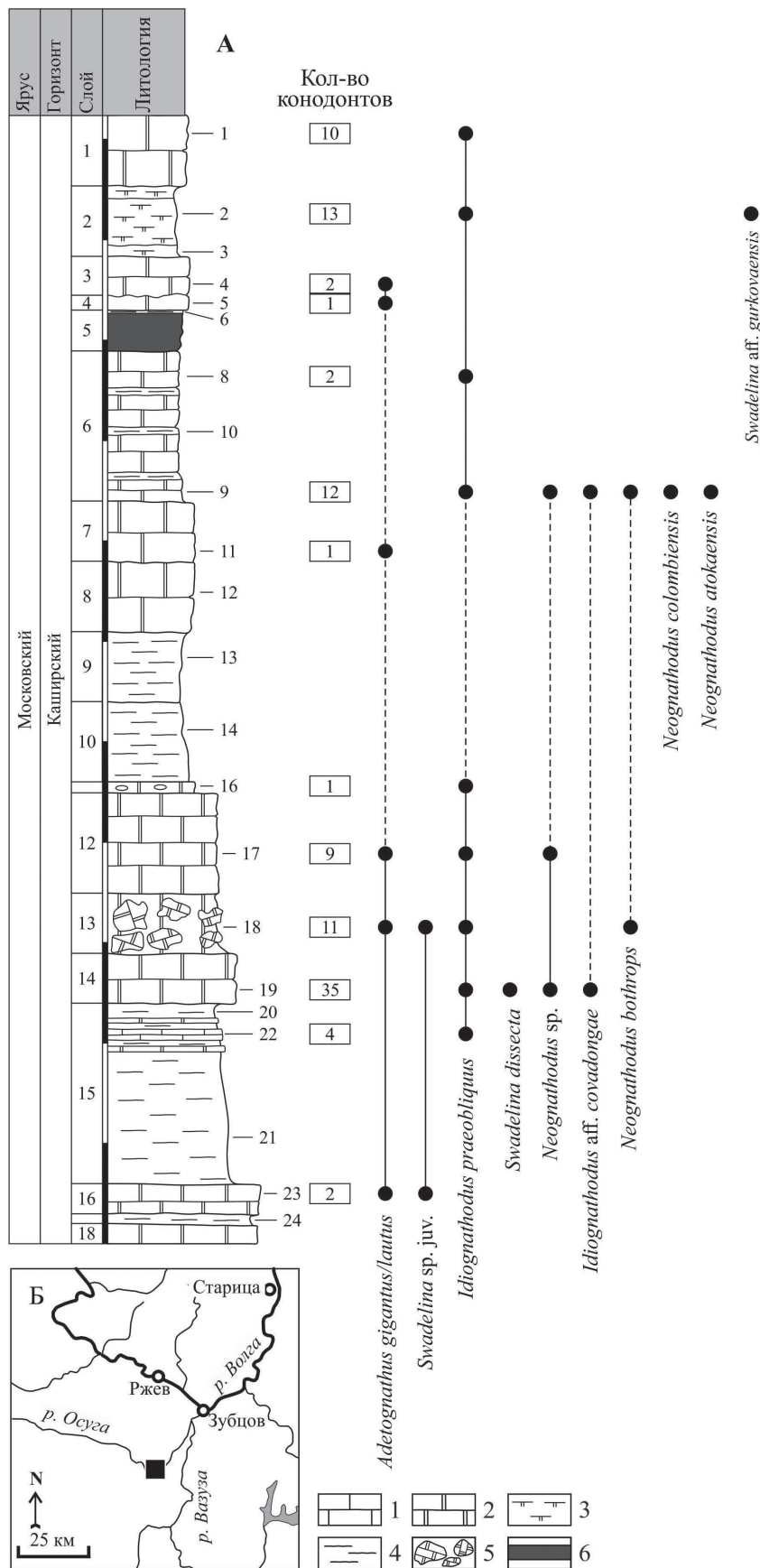
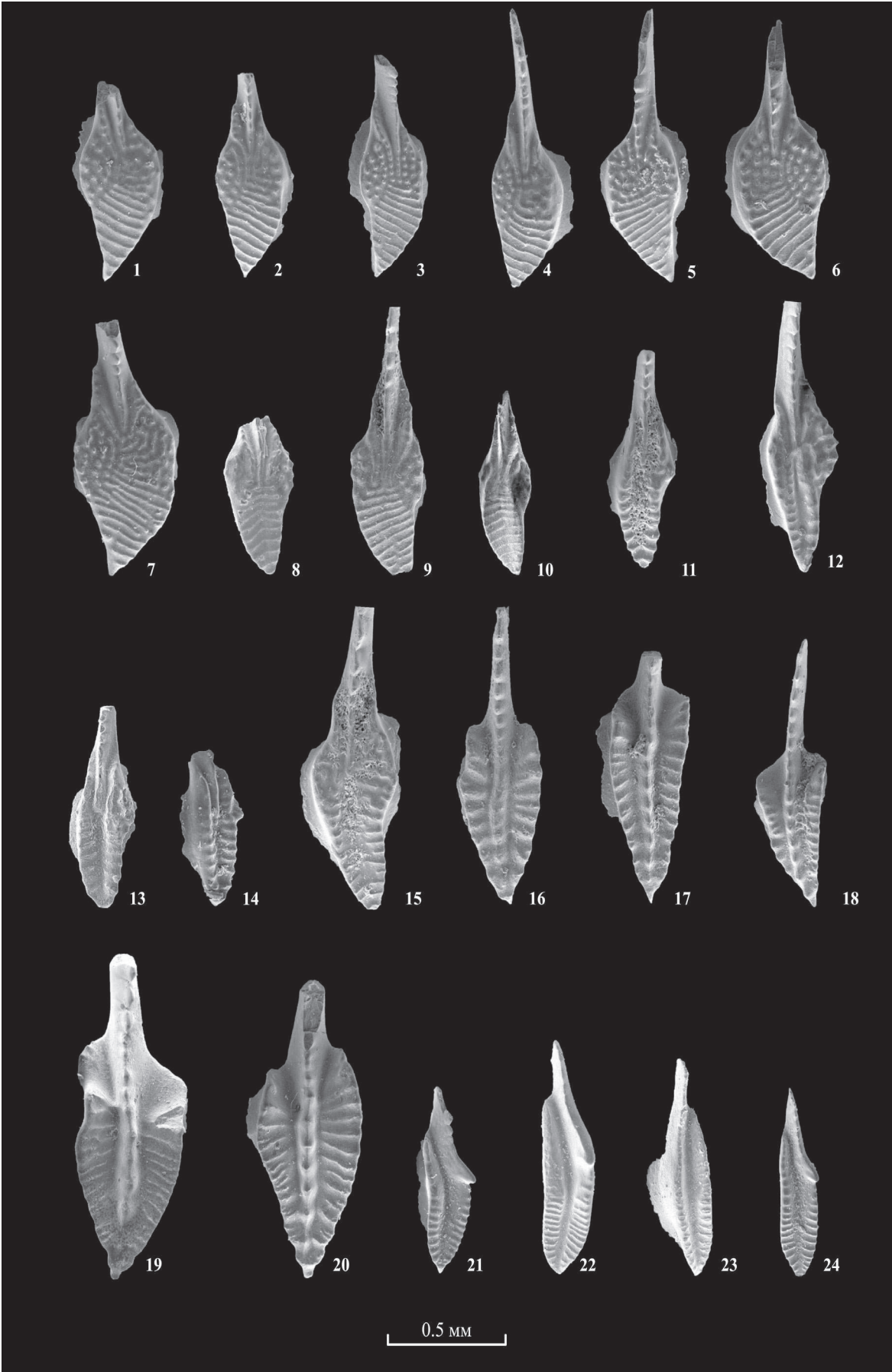


Рис. 1. Разрез каширского горизонта в карьере на р. Осуга и распределение в нем конодонтов (А) и схема его географического положения (Б):

1 – известняки; 2 – доломиты; 3 – мергели доломитовые; 4 – глины; 5 – доломитовая брекчия; 6 – пластовый кремень



установлены только в слоях 14 (обр. 19), 6 (обр. 9), 2 (обр. 2) и 1 (обр. 1). В глинах и мергелях, за исключением слоя 2, конодонты отсутствуют. Всего выделено 103 элемента, все они принадлежат к группе платформенных.

Одна из отличительных особенностей этого разреза – постоянная встречаемость мелководных видов рода *Adetognathus*, хотя и немногочисленных (интервал слоев 16–3). В образцах из верхних слоев 7, 4 и 3 присутствуют только элементы *Adetognathus*, что говорит об особой мелководности бассейна в момент их накопления.

С учетом редкости конодонтов в этом разрезе можно выделить единый комплекс, в котором наиболее частым видом является *Idiognathodus praeobliquus* Nemyrovska et al., 1999. В нижней части слоя 14 (обр. 19) вместе с ним встречены преимущественно ювенильные элементы *Swadelina dissecta* (Kossenko, 1975). Этот вид характерен для зоны *Neognathodus bothrops* нижней части каширского горизонта (Махлина и др., 2001б; Alekseev et al., 2022). Интервал слоев 14–12 отличается присутствием форм из рода *Neognathodus*, среди которых в слое 14 определены *Neognathodus* sp., а несколько выше, в слое 13, обнаружен *Neognathodus bothrops* Merrill, 1972 – вид-индекс зоны *N. bothrops*, охватывающей цинискую и нарскую свиты каширского горизонта (Махлина и др., 2001б). Средняя часть разреза мощностью около 3 м не содержит конодонтов, которые вновь появляются в основании слоя 6 (обр. 9). Наряду с *Idiognathodus praeobliquus* здесь отмечены редкие *Neognathodus bothrops*, *N. atokaensis* Grayson, 1984 и *N. colombiensis* (Stibane, 1967). Последний вид также характерен для каширского горизонта (Махлина и др., 2001б). Более новые данные о комплексах конодонтов московского яруса Подмосковья (Яшунский и др., 2020) свидетельствуют о том, что очень близкий, почти идентичный комплекс присутствует в верхней части нарской свиты разреза Турово в низовьях р. Лопасня. Это позволяет сопоставить толщу, вскрытую в карьере на р. Осуга, с нарской свитой.

Следует отметить появление в самой верхней части разреза карьера на р. Осуга в слое 2 (обр. 2) элементов *Swadelina* aff. *gurkovaensis* Nemyrovska, 2017. Эти элементы похожи на таковые *Swadelina gurkovaensis* из известняков M_9 , M_{10} и M'_{10} Донецкого бассейна (Nemyrovska, 2017), т. к. имеют две хорошо развитые дополнительные лопасти, но отличаются более широким срединным желобом, в который не проходят косо расположенные ребра боковых парapedов. Такие формы в Подмосковье появляются в смедвинской свите каширского горизонта и присутствуют в изобилии в аналогичном интервале разреза по р. Холохольня (неопубликованные данные авторов), что может свидетельствовать о несколько более молодом возрасте пачки, залегающей выше кремней слоя 5.

Рис. 2. Конодонты из каширского горизонта карьера на р. Осуга:

Фиг. 1–7 – *Idiognathodus praeobliquus* Nemyrovska et al., 1999: 1 – ГИН, № OS-2022/1, правый Ра элемент, обр. ОС-22, 2 – ГИН, № OS-2022/2, левый Ра элемент, обр. ОС-1, 3 – ГИН, № OS-2022/3, правый Ра элемент, обр. ОС-19, 4 – ГИН, № OS-2022/4, правый Ра элемент, обр. ОС-19, 5 – ГИН, № OS-2022/5, левый Ра элемент, обр. ОС-1, 6 – ГИН, № OS-2022/6, левый Ра элемент, обр. ОС-19, 7 – ГИН, № OS-2022/7, правый Ра элемент, обр. ОС-9. Фиг. 8–10 – *Idiognathodus* aff. *covadongae* Méndez, 2006: 8 – ГИН, № OS-2022/18, левый Ра элемент, обр. ОС-19, 9 – ГИН, № OS-2022/9, левый Ра элемент, обр. ОС-9, 10 – ГИН, № OS-2022/10, левый Ра элемент, обр. ОС-19. Фиг. 11, 15 – *Swadelina* aff. *gurkovaensis* Nemyrovska, 2017: 11 – ГИН, № OS-2022/11, левый Ра элемент, обр. ОС-2, 15 – ГИН, № OS-2022/12, левый Ра элемент, обр. ОС-2. Фиг. 12, 13 – *Swadelina dissecta* Kossenko, 1975: 12 – ГИН, № OS-2022/13, левый Ра элемент, обр. ОС-19, 13 – ГИН, № OS-2022/14, левый Ра элемент, обр. ОС-19. Фиг. 14 – *Swadelina* sp., ГИН, № OS-2022/15, левый ювенильный Ра элемент, обр. ОС-23. Фиг. 16, 17 – *Neognathodus bothrops* Merrill, 1972: 16 – ГИН, № OS-2022/16, левый Ра элемент, обр. ОС-18, 17 – ГИН, № OS-2022/17, левый Ра элемент, обр. ОС-9. Фиг. 18, 19 – *Neognathodus colombiensis* Stibane, 1965: 18 – ГИН, № OS-2022/19, левый Ра элемент, обр. ОС-9, 19 – ГИН, № OS-2022/20, правый Ра элемент, обр. ОС-9. Фиг. 20 – *Neognathodus atokaensis* Grayson, 1984, ГИН, № OS-2022/18, правый Ра элемент, обр. ОС-9. Фиг. 21, 22, 24 – *Adetognathus gigantus* (Gunnell, 1933): 21 – ГИН, № OS-2022/21, правый Ра элемент, обр. ОС-23, 22 – ГИН, № OS-2022/22, правый Ра элемент, обр. ОС-17, 24 – ГИН, № OS-2022/23, правый Ра элемент, обр. ОС-4. Фиг. 23 – *Adetognathus lautus* (Gunnell, 1933), ГИН, № OS-2022/24, левый Ра элемент, обр. ОС-17.

Длина масштабной линейки – 0,5 мм

Обращает на себя внимание находка в обр. ОС-19 элементов (рис. 2, фиг. 8–10), которые очень похожи на таковые *Idiognathodus covadongae* Méndez, 2006, изображенные Т. И. Немировской (Nemyrovskaya, 2011; рис. 2, фиг. 5). В образцах ОС-19 и ОС-9 есть и другие, более юные и менее типичные экземпляры, возможно, относящиеся к этому же виду, все они определены нами как *I. aff. covadongae*. Этот вид был описан К. Мендесом (Méndez, 2006, с. 251) из разреза Лас Ласериас в Кантабрийских горах Испании. Образцы с такими конодонтами приурочены там к нижней части разреза, которая интерпретируется как эквивалент мячковского подъяруса московского яруса, т. е. намного моложе рассматриваемого интервала на р. Осуга. Однако Т. И. Немировская указала под этим названием элементы из каширского горизонта в балке Гурковая, известняки М₂ и М₅ – верхняя часть нарской и основание лопаснинской свиты Подмосковья по нашей корреляции (Махлина и др., 2001а, с. 221).

Небогатый, но достаточно разнообразный комплекс конодонтов разреза на р. Осуга позволяет сопоставить вскрытый в нем интервал с нарской свитой Подмосковья. Систематический состав комплекса указывает на то, что морской бассейн в каширское время должен был распространяться в современных координатах к западу на значительное расстояние, оставаясь пригодным для обитания пелагических конодонтов, хотя и принадлежащих к весьма мелководной биофауне с нестабильной соленостью, на что указывает присутствие *Adetognathus*.

Литература

- Иванова Е. А., Хворова И. В. Стратиграфия среднего и верхнего карбона западной части Московской синеклизы // Тр. Палеонтологического ин-та АН СССР. – 1955. – Т. 53. – 279 с.
- Махлина М. Х., Алексеев А. С., Горева Н. В. и др. Средний карбон Московской синеклизы (южная часть). Т. 1. Стратиграфия. – М.: Палеонтологический ин-т РАН, 2001а. – 244 с.
- Махлина М. Х., Алексеев А. С., Горева Н. В. и др. Средний карбон Московской синеклизы (южная часть). Т. 2. Палеонтологическая характеристика. – М.: Научный мир, 2001б. – 328 с.
- Назарьян А. Н. К стратиграфии и тектонике среднекаменноугольных отложений в Ржевском и Старицком Поволжье // Изв. Московского геологического треста. – 1937. – Т. 4. – С. 23–62.
- Рейтлингер Е. А., Балашова Н. Н. Стратиграфия среднекаменноугольных отложений Ржевского Поволжья / ред. В. В. Меннер // Региональная стратиграфия СССР. Т. 2. – М.: Изд-во АН СССР, 1954. – С. 121–200.
- Хименков В. Г. Общая геологическая карта европейской части СССР. Лист 43. Калинин–Можайск–Духовщина–Торопец // Тр. Московского геолого-гидрогеодезического треста. – 1934. – Вып. 7. – 216 с.
- Яшунский Ю. В., Лебедев О. А., Алексеев А. С. и др. Каширский подъярус московского яруса в нижнем течении р. Лопасни (Московская область) // Бюлл. МОИП. Отдел геологический. – 2020. – Т. 95. – Вып. 2. – С. 65–82.
- Alekseev A. S., Nikolaeva S. V., Goreva N. V. et al. Russian regional Carboniferous stratigraphy / eds. S. G. Lucas, J. W. Schneider, X. Wang, S. Nikolaeva // The Carboniferous Timescale. Geological Society, London, Special Publications. – 2022. – Vol. 512. – Pp. 49–117.
- Méndez C. A. Upper Moscovian – Middle Kasimovian conodonts (Pennsylvanian, Carboniferous) from the Las Lacerias section (Cantabrian Zone, north Spain) // Geobios. – 2006. – Vol. 39. – Pp. 245–254.
- Nemyrovskaya T. I. Late Moscovian (Carboniferous) conodonts of the genus Swadelina from the Donets Basin, Ukraine // Micropaleontology. – 2011. – Vol. 57. – Pp. 491–505.
- Nemyrovskaya T. I. Late Mississippian – Middle Pennsylvanian conodont zonation of Ukraine // Stratigraphy. – 2017. – Vol. 14. – Pp. 299–318.

КОНОДОНТЫ ПОГРАНИЧНЫХ АССЕЛЬСКО-САКМАРСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ РАЗРЕЗА АЛЬЯНКА (ЗАПАДНЫЙ СКЛОН ЮЖНОГО УРАЛА)

Н. Д. Журавлева¹, В. В. Черных²

¹ Геологический институт РАН, Москва, daoin.shee@gmail.com

² Институт геологии и геохимии им. акад. А. Н. Заварицкого УрО РАН,
Екатеринбург, chernykh@igg.uran.ru

CONODONT OF THE ASSELIAN-SAKMARIAN BOUNDARY AT THE ALIANKA SECTION (WESTERN SLOPE OF THE SOUTHERN URALS)

N. D. Zhuravleva¹, V. V. Chernykh²

¹ Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, daoin.shee@gmail.com

² Zavaritsky Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russian Academy of Sciences,
Ekaterinburg, chernykh@igg.uran.ru

Аннотация. Изучен разрез пограничных ассельско-сакмарских отложений в разрезе горы Альян (западный склон Южного Урала, междуречье Ассель и Устькалык) в стратотипическом районе сакмарского яруса. Прослежены три последовательные конодонтовые зоны (postfusius–merrilli–binodosus). Установлена предполагаемая граница ассельского и сакмарского ярусов в основании зоны binodosus.

Ключевые слова. Конодонты, Южный Урал, ассельский ярус, сакмарский ярус, нижняя граница сакмарского яруса.

Abstract. The Asselian/Sakmarian boundary deposits sequence is studied in the Mount Alyan sequence (western slope of the Southern Urals, interfluvium of the Assel and Ustkaalyk rivers) in the stratotype region of the Sakmarian. Three successive conodont zones are traced (postfusius–merrilli–binodosus). The supposed boundary of the Asselian and Sakmarian at the base of the binodosus zone is established.

Key words. Conodonts, Southern Urals, Asselian, Sakmarian, lower boundary of the Sakmarian.

Разрез горы Альян (условное название разрез «Альянка») расположен на западном склоне Южного Урала, в зоне Предуральяского прогиба, в стратотипическом регионе ассельского и сакмарского ярусов – междуречье рек Ассель и Устькалык. В смежных районах располагаются стратиграфически значимые разрезы (Кондуровка, Усолка, Дальний Тюлькас, Мечетлино) хорошо охарактеризованы конодонтами, однако непосредственно в междуречье Ассель и Устькалык микропалеонтологические исследования не проводились.

Впервые конодонтовая характеристика верхнекаменноугольных и нижнепермских отложений западного склона Южного Урала была дана в 1986 г. Т. Н. Исаковой (Исакова, Назаров, 1986), позже В. В. Черныхом была разработана детальная зональная шкала по конодонтам для нижнепермских ярусов этого региона (Черных, Решеткова, 1987; Чувашов и др., 2002; Черных, 2012, 2017, 2019).

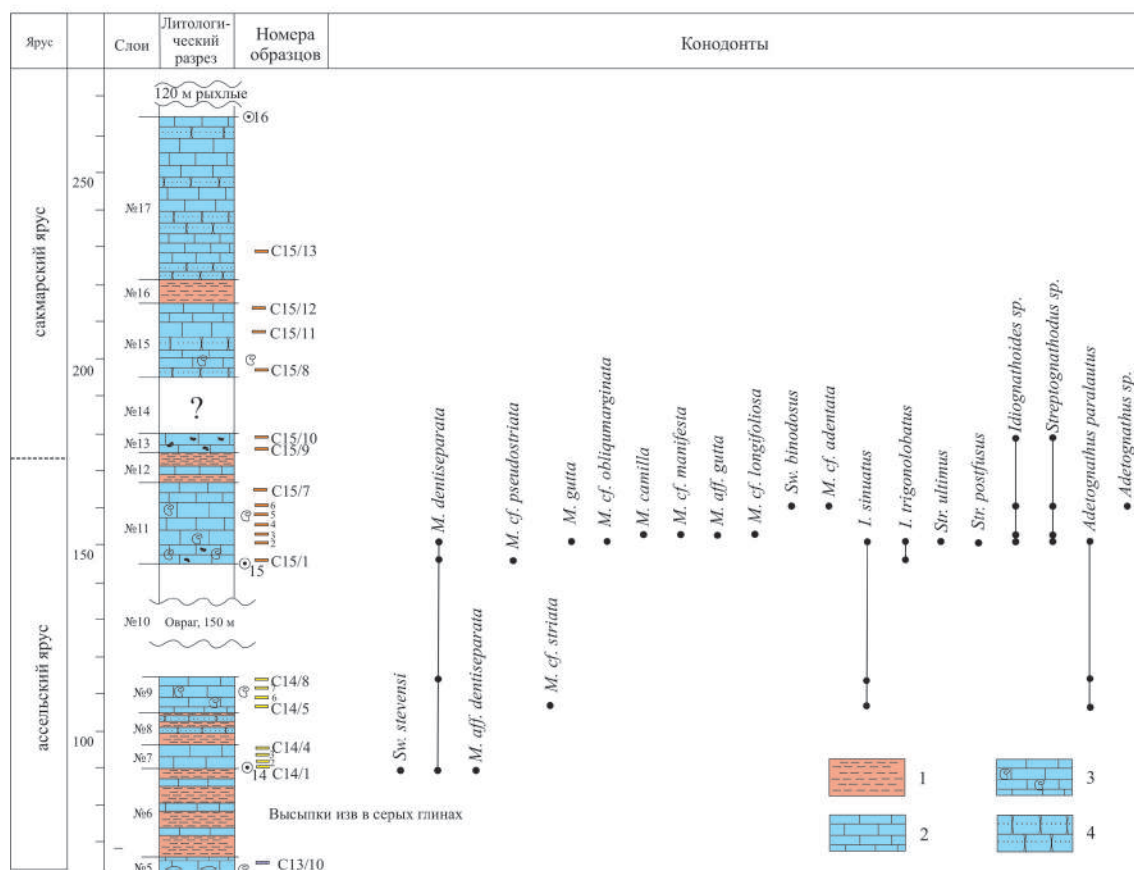
Стратотипом нижней границы сакмарского яруса (GSSP) является разрез Усолка, а вспомогательным к нему был предложен разрез Кондуровка. Граница ассельского и сакмарского ярусов официально принята по первому появлению вида *Mesogondolella monstra* Chernykh, 2005, в качестве вспомогательного маркера назван *Sweetognathus binodosus* Chernykh, 2005 (Episodes, 2020).

Разрез Альянка сложен известняками, песчаными известняками, песчаниками и глинами. Выделено 4 пачки и 37 слоев (рисунок). Интерес представляют уровни 14 и 15, охарактеризованные богатой и разнообразной фауной. Фаунистический комплекс представлен кораллами, мшанками, радиоляриями, фораминиферами, криноидеями и конодонтами.

Конодонты представлены характерными для данного региона видами родов *Mesogondolella*, *Sweetognathus*, *Streptognathodus*; также наблюдаются переотложенные представители родов *Idiognathodus*, *Sreptognathodus* и *Adetognathus* (рисунок).

В нижней части разреза (слой 14/1) в комплексе присутствует *Sweetognathus stevensi* (Clark et Carr, 1982) – вид, характерный для конодонтовой зоны *Sweetognathus merrilli* (шиханский горизонт, ассельский ярус). Однако в этом же слое присутствует вид *Mesogondolella dentiseparata* (Reshetkova et Chernykh, 1986), являющийся характерным представителем зоны

Разрез Альянка



Распространение конодонтов в разрезе Альянка (западный склон Южного Урала).
Разрез построен Е. В. Лаврушиной:

1 – глины; 2 – известняки; 3 – известняки с фауной; 4 – песчаники

Streptognathodus postfusus. Исходя из этого можно сделать предположение, что либо вид *Sw. stevensi*, ранее не встречаемый ниже зоны *merrilli*, впервые появляется в зоне *postfusus*, либо *M. dentiseparata* имеет более широкое распространение и переходит из зоны *postfusus* в зону *merrilli*. Комплекс вышележащих слоев (14/5–15/2) более характерен для зоны *postfusus* по присутствию видов *Mesogondolella cf. striata* (Chernykh, 1986), *M. cf. pseudostriata* (Chernykh, 1990), *Mesogondolella dentiseparata* (Reshetkova et Chernykh, 1986), *Adetognathus paralautus* Orchard et Forster, 1988, это говорит о том, что *Sw. stevensi* имеет более широкий диапазон распространения и присутствует также в зоне *postfusus*.

Выше по разрезу, в слое 15/3 комплекс постепенно меняется, появляются характерные для зоны *merrilli* виды (*M. gutta* Chernykh, 2006, *M. cf. manifesta* Chernykh, 2005). Выше по разрезу в слое 15/6 присутствует *Sw. binodosus* Chernykh, 2005, являющийся зональным видом одноименной зоны (тастубский горизонт, сакмарский ярус).

Таким образом, в изученном разрезе прослеживается филогенетическая линия *Sw. stevensi* – *Sw. merrilli* – *Sw. binodosus*, установленная В. В. Черныхом (2006) для пограничного ассельско-сакмарского интервала, что позволяет установить в разрезе Альянка три последовательные конодонтовые зоны (*postfusus*–*merrilli*–*binodosus*) и предположить границу ассельского и сакмарского ярусов на уровне слоя 15/6.

Литература

- Исакова Т. Н., Назаров Б. Б. Стратиграфия и микрофауна позднего карбона – ранней перми Южного Урала. – М. : Наука, 1986. – 184 с.
Реймерс А. Н. Конодонты нижней перми Урала, Прикаспия и Памира. – М. : ГЕОС, 1999. – 212 с.

- Черных В. В. Нижнепермские конодонты Урала. – Екатеринбург : ИГГ УрО РАН, 2006. – 130 с.
- Черных В. В. Корреляция гжельских и нижнепермских отложений Урала // Литосфера. – 2012. – № 4. – С. 30–52.
- Черных В. В. Комплексная характеристика зональных подразделений ассельского яруса по конодонтам // Ежегодник-2016. Тр. ИГГ УрО РАН. – 2017. – Вып. 164. – С. 44–48.
- Черных В. В. Комплексная характеристика зональных подразделений сакмарского и артинского ярусов по конодонтам // Ежегодник-2018. Тр. ИГГ УрО РАН. – 2019. – Вып. 166. – С. 43–45.
- Черных В. В., Реиеткова Н. П. Биостратиграфия и конодонты пограничных отложений карбона и перми западного склона Южного и Среднего Урала. – Свердловск : УНЦ АН СССР, 1987. – 53 с.
- Чувашов Б. И., Черных В. В., Богословская М. Ф. Биостратиграфическая характеристика стратотипов ярусов нижней перми // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2002. – Т. 10. – № 4. – С. 3–19.
- Davydov V. I., Glenister B. F., Spinoso C. et al. Proposal of Aidaralash as Global Stratotype Section and Point (GSSP) for base of the Permian System // Episodes. – 1998. – Vol. 21. – No. 1. – Pp. 11–18.
- Chernykh V. V., Chuvashov B. I., Shu-Zhong Shen et al. The Global Stratotype Section and Point (GSSP) for the base Sakmarian Stage (Cisuralian, Lower Permian) // Episodes. – 2020. – Vol. 43. – No. 4. – Pp. 961–979.

КОНОДОНТЫ ВЕРХНЕГО ДЕВОНА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н. Г. Изох

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,
Новосибирск, izokhng@ipgg.sbras.ru

UPPER DEVONIAN CONODONTS OF THE WEST SIBERIA

N. G. Izokh

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, izokhng@ipgg.sbras.ru

Аннотация. Верхнедевонские комплексы конодонтов Западной Сибири характеризуются большим разнообразием. Они представлены космополитными таксонами родов *Ancyrodella*, *Ancyrolepis*, *Siphonodella* (*Eosiphonodella*), *Icriodus*, *Mesotaxis*, *Palmatolepis* и *Polygnathus*. Наибольшее их таксономическое разнообразие выявлено в пограничном интервале зон triangularis–crepida нижнего фамена.

Ключевые слова. Конодонты, верхний девон, Западная Сибирь.

Abstract. The Upper Devonian conodont complexes of West Siberia are characterized by a great variety. They are represented by cosmopolitan taxa of the genera *Ancyrodella*, *Ancyrolepis*, *Siphonodella* (*Eosiphonodella*), *Icriodus*, *Mesotaxis*, *Palmatolepis* and *Polygnathus*. Their greatest taxonomic diversity was revealed in the boundary interval of the triangularis–crepida zones of the Lower Famennian.

Key words. Conodonts, Upper Devonian, West Siberia.

В верхнем девоне установлено большое таксономическое разнообразие конодонтов рода *Polygnathus*, а также появление и развитие новых родов во франском ярусе – *Ancyrodella*, *Mesotaxis*, *Palmatolepis* и др. Таксоны этих родов характеризуются быстрым эволюционным развитием, на основе которого были разработаны детальные зональные шкалы как для глубоководных, так и для мелководных фаций позднего девона (Ziegler, 1962; Sandberg, Ziegler, 1990; Ovnatanova, Kononova, 2002; Becker, 2020 и др.). Распознавание зональных комплексов конодонтов позволяет сопоставить их со стандартной зональной шкалой, а также проводить детальные межрегиональные корреляции изученных разнофациальных разрезов.

Выходы верхнедевонских отложений в Западной Сибири доступны для изучения в карьерах, естественных выходах по берегам рек Томь и Яя, а также по керну скважин Варьганского, Нюрольского и Никольского структурно-фациальных районов. Морские осадочные образования охарактеризованы богатой бентосной и пелагической фауной, в том числе и конодонтами. Количественное содержание конодонтовых элементов после химической препарировки образцов составляет от единичных до многочисленных (до 1000) экземпляров.

Ассоциации верхнедевонских конодонтов выявлены в центральной и юго-восточной частях Западно-Сибирской геосинеклизы (ЗСГ). Первые сведения об их находках из керна скважин Западной Сибири появились в середине 70-х годов прошлого века. Монографическое изучение конодонтов в разные годы проводили Л. М. Аксенова, В. Ф. Асташкина, Е. А. Елкин, Н. Г. Изох,

Т. А. Москаленко и С. А. Родыгин (Аксенова, Асташкина, 1990; Богуш и др., 1980, 1981; Елкин и др., 2001; Макаренко и др., 1998; Москаленко, 1984; Саев и др., 1984 и др.).

Анализ опубликованных данных и коллекционного материала по конодонтам показал, что эти микрофоссилии встречаются по всему разрезу девона Западной Сибири. Но наиболее богато охарактеризованы франский и фаменский ярусы верхнего девона в Варьеганском, Нюрольском и Никольском структурно-фациальных районах. Ассоциации конодонт нижнего и среднего франа включают таксоны родов *Polygnathus*, реже *Ancyrodella*, *Palmatolepis*, *Mesotaxis* и *Icriodus*; верхнего франа – в основном рода *Palmatolepis* и единичными *Polygnathus* и *Ancyrognathus* (рис. 1). Фаменские конодонты представлены родом *Palmatolepis*. Нижняя часть фамена (зона *triangularis*) конодонтами не охарактеризована. Коллекции конодонт хранятся в Лаборатории палеонтологии и стратиграфии палеозоя, а также в Центре коллективного пользования (ЦКП) «Коллекция ГЕОХРОН» Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН в г. Новосибирск. Фотографирование конодонт было проведено в Аналитическом центре коллективного пользования ИГМ СО РАН на сканирующем электронном микроскопе TESCAN MIRA3.

Франский ярус по конодонтам установлен в восьми скважинах и характерные конодонты представлены:

1. Скважина Калиновая-13, интервал 3491,0–3487,0: *Icriodus* sp., *Polygnathus decorosus* Stauffer, 1938, *Pol. xylus* Stauffer, 1940 (нижнефранский подъярус, зоны *Mesotaxis quanwushanensis* – *Palmatolepis transitans*).

2. Скважина Еллей-Игайская-1, интервал 3077,7–3065,4: *Icriodus difficilis* Ziegler et Klapper; интервал 3029,7–3014,8: *Polygnathus xylus* Stauffer, 1940; интервал 3014,8–3000,5: *Pol. xylus* Stauffer, 1940, *Pol. cf. xylus* Stauffer, 1940 (нижнефранский подъярус, зоны *Mesotaxis quanwushanensis* – *Palmatolepis transitans*).

3. Скважина Нижне-Табаганская-18, интервал 3150,0–3145,0: *Pol. decorosus* Stauffer, 1938, *Icriodus symmetricus* Branson et Mehl, 1934; интервал 3128,7–3123,7: *Ic. symmetricus* Branson et Mehl; интервал 3089,1–3085,1: *Ancyrodella rotundiloba binodosa* Uyeno, 1967, *Mesotaxis guanwushanensis* (Tian, 1988),

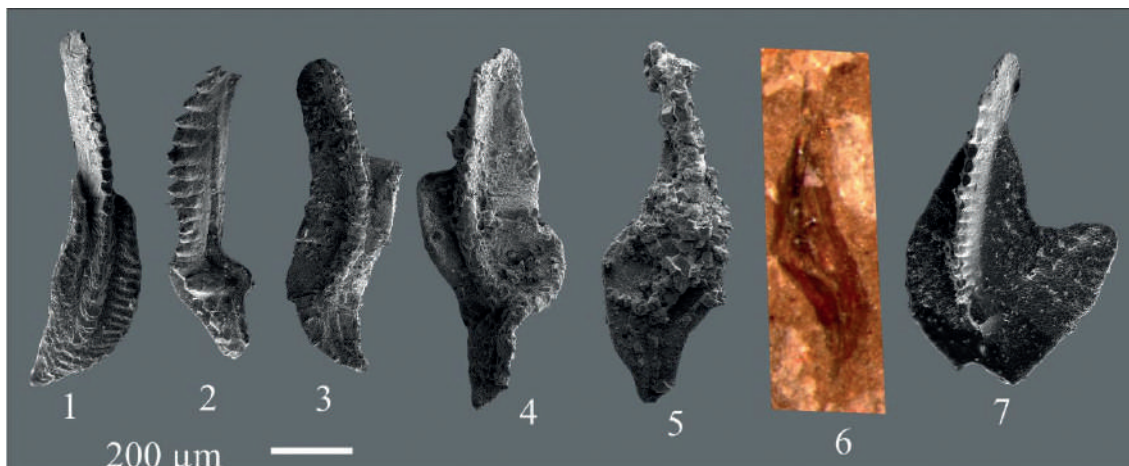


Рис. 1. Руководящие таксоны конодонт верхнего девона Западно-Сибирской геосинеклизы

Фиг. 1 – *Pol. semicostatus* Branson et Mehl, 1934: экз. ЮП263/1, Ра элемент, вид сверху, скв. Южно-Пионерская-263, интервал 3092,5–3102,0, фаменский ярус, зоны *Pal. rhomboidea* – *Pal. expansa*. Фиг. 2 – *Pal. gracilis sigmoidalis* Ziegler, 1962: экз. ЮП263/2, Ра элемент, вид сверху, там же. Фиг. 3 – *Pal. glabra acuta* Helms, 1963: экз. № МК103/1, Ра элемент, вид сверху, скв. Малоключевая-103, интервал 3040,0–3050,0, фаменский ярус, зона *Pal. crepida*. Фиг. 4 – *Pal. glabra pectinata* Ziegler, 1962: экз. № МК103/2, Ра элемент, вид сверху, там же. Фиг. 5 – *Pal. minuta subtilis* Chalimbadzha et Tschernysheva, 1978: экз. № МК103/3, Ра элемент, вид сверху, там же. Фиг. 6 – *Pal. glabra lepta* Ziegler et Huddle, 1969: экз. № К302/1, Ра элемент, вид снизу, скв. Кошильская-302, интервал 2936–2942, среднефаменский подъярус, зона *Pal. marginifera*. Фиг. 7 – *Pal. barba* Ziegler et Sandberg, 1990: экз. № НТ18/1, Ра элемент, вид сверху, скв. Нижне-Табаганская-18, интервал 3000,1–3002,2, верхнефранский подъярус, зона *Pal. rhenana*

Pol. dubius Hinde, 1979, *Pol. varcus* Stauffer, 1940 (нижнефранский подъярус, зоны *Mesotaxis quanwushanensis* – *Pal. transitans*).

4. Скважина Мегионская-67П, интервал 2656–2663: *Palmatolepis* sp., *Ancyrognathus* cf. *Anc. ancyrognathoideus* (Ziegler, 1958) (нижне- и среднефранский подъярус, зоны *Mesotaxis quanwushanensis* – *Palmatolepis hassi*).

5. Скважина Северо-Калиновая-21, интервал 3276,1–3280,1: *Pal. gigas gigas* Miller et Youngquist, 1947, *Pal. subrecta* Miller et Youngquist, 1947, *Pal. punctata* (Hinde, 1879), *Pal. proversa* Ziegler, 1958, *Pol. decorosus* Stauffer, 1938, *Pol. normalis* Miller et Youngquist, 1947 (верхнефранский подъярус, зона *Palmatolepis rhenana*).

6. Скважина Нижне-Табаганская-18, интервал 3014,5–3019,2: *Ancyrognathus triangularis* Youngquist, 1945, *Pal. hassi* Müller et Müller, 1957, *Pal. foliacea* Youngquist, 1945, *Pal. subrecta* Miller et Youngquist, 1947, *Pal. proversa* Ziegler, 1958, *Pol. normalis* Miller et Youngquist, 1947 (верхнефранский подъярус, зона *Pal. rhenana*); интервал 3002,2–3014,5: *Ancyrognathus triangularis* Youngquist, 1945, *Pal. eureka* Ziegler et Sandberg, 1990, *Pal. hassi* Müller et Müller, 1957, *Pal. subrecta* Miller et Youngquist, 1947 (верхнефранский подъярус, зона *Pal. rhenana*); интервал 3000,1–3002,2: *Pal. barba* Ziegler et Sandberg, 1990, *Palmatolepis hassi* Müller et Müller, 1957 (верхнефранский подъярус, зона *Pal. rhenana*).

7. Скважина Малоичская-7, интервал 3086,4–3093,4: *Icriodus* sp., *Pol. xylus* Stauffer, 1938, *Polygnathus webbi* Stauffer, 1938; интервал 2970,0–3005,0: *Pol. webbi* Stauffer, 1938 (франский ярус); интервал 2920,0–2927,0: *Pol. webbi* Stauffer, 1938, *Pal. semichatovae* Ovnatanova, 1976 (верхнефранский подъярус, зона *Pal. rhenana*)

8. Скважина Нижне-Табаганская-17, интервал 3185,9–3191,0: *Pal. hassi* Müller et Müller, 1957, *Pal. subrecta* Miller et Youngquist, 1947, *Pol. normalis* Miller et Youngquist, 1947 (верхнефранский подъярус, зоны *Pal. rhenana* – *Pal. linguiformis*).

Фаменский ярус по конодонтам установлен в шести скважинах: Малоключевая-103, Сельвейкинская-1, Нижне-Табаганская-20 и 4, Кошильская-302, Южно-Пионерская-263.

1. Скважина Малоключевая-103, интервал 3040,0–3050,0: *Pal. minuta subtilis* Chalimbadzha et Tschernysheva, 1978, *Pal. glabra pectinata* Ziegler, 1962, *Pal. glabra acuta* Helms, 1963 (нижнефаменский подъярус, зона *crepida*).

2. Скважина Сельвейкинская-1, интервал 2867,0–2865,9: *Pal. glabra glabra* Ulrich et Bassler, 1926, *Pal. glabra lepta* Ziegler et Huddle, 1969, *Pal. glabra prima* Ziegler et Huddle, 1969, *Pal. gracilis gracilis* Branson et Mehl, 1934, *Pal. cf. Pal. klapperi* Sandberg et Ziegler, 1973, *Pal. minuta minuta* Branson et Mehl, 1934, *Pal. ex gr. Pal. perllobata* Ulrich et Bassler, 1926, *Pal. cf. Pal. rhomboidea* Sannemann, 1955; интервал 2914,0–2912,0: *Apatognathus* sp., *Pal. glabra glabra* Ulrich et Bassler, 1926 (нижне-среднефаменский подъярус, зоны *Pal. rhomboidea* – *Pal. marginifera*).

3. Скважина Нижне-Табаганская-20, интервал 3181,0–3190,0: *Pal. glabra prima* Ziegler et Huddle, 1969, *Pal. postera* Ziegler, 1960, *Pal. glaber medius* Helms et Wolska, 1967 (нижне-среднефаменский подъярус, зоны *Pal. crepida* – *Pal. marginifera*).

4. Скважина Кошильская-302, интервал 2936,0–2942,0: *Pal. glabra lepta* Ziegler et Huddle, 1969, *Pal. quadrantinodosa inflexoidea* Ziegler, 1962 (среднефаменский подъярус, зона *Pal. marginifera*).

5. Скважина Южно-Пионерская-263, интервал 3092,5–3102,0: *Polygnathus semicostatus* Branson et Mehl, 1934, *Pal. gracilis sigmoidalis* Ziegler, 1962 (фаменский ярус, зоны *Pal. rhomboidea* – *Pal. expansa*).

6. Скважина Нижне-Табаганская-4, интервал 3040,2–3049,2: *Pol. znepolensis* Spasov, 1965 (верхнефаменский подъярус, зоны *Pal. rugosa trachytera* – *Siphonodella* (*Eosiphonodella*) *praesulcata*).

Несколько иная картина для верхнего девона наблюдается в складчатом обрамлении ЗСГ на окраинах Кузнецкого бассейна. Конодонты встречены во франском интервале, а также в нижней и самой верхней частях фаменского яруса (Middle–Upper ... , 2011). Во франском интервале преобладают *Polygnathus* с единичными *Ancyrodella*, *Ancyrognathus*, *Icriodus*, *Polylophodonta*. Нижняя часть фаменского яруса охарактеризована таксонами родов *Icriodus* и *Polygnathus*. Обильные находки коноднтов встречены в пограничном интервале конодонтовых зон *triangularis* и *crepida*: многочисленные *Polygnathus* и *Palmatolepis* – *Palmatolepis triangularis* Sannemann, *Pa. quadrantinodosalobata* Sannemann, *Pa. crepida* Sannemann и др., более редкие *Icriodus* и единичные *Ancyrolepis cruciformis* Ziegler, 1959. Средняя часть фаменского яруса конодонтами не охарактеризована.

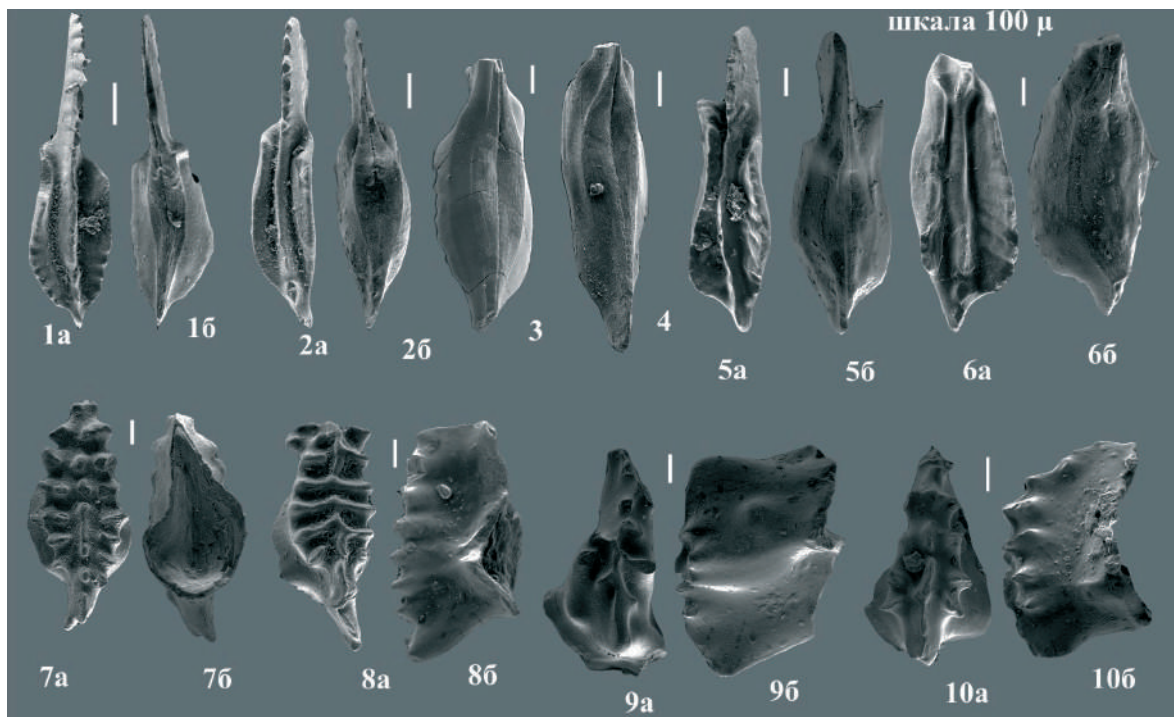


Рис. 2. Руководящие таксоны конодонтов верхнего фамена из разреза Невский в районе бывшего пос. Невский, левый берег р. Яя, выше устья р. Барзас, подонинская свита, фаменский ярус, конодонтовая зона *Siphonodella (Eosiphonodella) praesulcata*, верхний девон. Длина масштабной линейки – 100 мкм. Фиг. 1–8 происходят из обр. БИ-096-1/1

Фиг. 1–6 – *Siphonodella (Eosiphonodella) praesulcata* Sandberg, 1972: 1 – экз. № 096/1, Ра элемент, вид сверху (а), вид снизу (б); 2 – экз. № 096/2, Ра элемент, вид сверху (а), вид снизу (б); 3 – экз. № 096/3, Ра элемент, вид снизу; 4 – экз. № 096/4, Ра элемент, вид снизу. Фиг. 5, 6 – *Polygnathus parapetus* Druce, 1969: 5 – экз. № 096/7, Ра элемент, вид сверху (а), вид снизу (б); 6 – экз. № 096/10, Ра элемент, вид сверху (а), вид снизу (б). Фиг. 7–10 – *Icriodus costatus* Thomas, 1949: 7 – экз. № 096/13, I элемент, вид сверху (а), вид сбоку (б); 8 – экз. № 096/14, I элемент, вид сверху (а), вид сбоку (б); 9 – экз. № 096/17, I элемент, вид сверху (а), вид сбоку (б); обр. БИ-096-1/2; 10 – экз. № 096/19, I элемент, вид сверху (а), вид сбоку (б); обр. БИ-096-3/1

Верхняя часть фаменского яруса на СВ Кузнецкого бассейна представлена терригенно-карбонатными породами. В двух обнажениях по р. Яя (в районе бывших пос. Невский и Яя-Петропавловское) встречены богатые ассоциации конодонтов, представленные также космополитными видами – *Icriodus costatus* Thomas, 1949, *Polygnathus delicatulus* Ulrich et Bassler, *Po. lenticularis* Gagiev, 1979, *Po. parapetus* Druce, 1969, *Po. symmetricus* E. R. Branson, 1934, *Pseudopolygnathus postinodosus* Rhodes, 1969, *Pelekysgnathus* sp. (Pb элемент), а также зональный вид-индекс пограничного интервала девона и карбона *Siphonodella (Eosiphonodella) praesulcata* (Sandberg, 1972) (Изох и др., 2022; Middle–Upper ... , 2011) (рис. 2).

Выявленные комплексы конодонтов как в керне скважин ЗСГ, так и в естественных выходах верхнего девона представлены космополитными таксонами, свидетельствующими об открытии палеобассейна, существовавшем в позднем девоне на территории Западно-Сибирской геосинеклизы и ее складчатого обрамления.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ № 22-27-00703.

Литература

Аксенова Л. М., Асташкина В. Ф. Систематическое описание фауны и микрофоссилий. Группа конодонтофориды // Стратиграфия палеозойских отложений юго-востока Западно-Сибирской плиты. – Новосибирск : Наука, 1990. – С. 131–146.

Богуш О. И., Дубатов В. Н., Дубатолова Ю. А. и др. Стратиграфия и литология среднепалеозойских отложений по материалам бурения Малоичской скважины 4 (Новосибирская область) // Девон и карбон азиатской части СССР. – Новосибирск : Наука, 1980. – С. 4–37.

Богуш О. И., Биджаков В. И., Дубатов В. Н. и др. О составе и возрасте отложений палеозоя скважины Лугинецкая 170 (Томская область) // Палеозой Западно-Сибирской низменности и ее горного обрамления. – Новосибирск : Наука, 1981. – С. 3–35.

Елкин Е. А., Краснов В. И., Бахарев Н. К. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Палеозой Западной Сибири. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2001. – 163 с.

Изох Н. Г., Анастасьева С. А., Андреева Е. С. Микрофауна подонинского горизонта верхнего фанена северо-восточной окраины Кузнецкого бассейна // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2022. – № 11с. – С. 13–20.

Макаренко С. Н., Родыгин С. А., Савина Н. И. Стратиграфия верхнего девона юго-востока Западно-Сибирской плиты // Актуальные вопросы геологии и географии Сибири. Материалы научной конференции. Т. 1. – Томск : ТГУ, 1998. – С. 261–264.

Москаленко Т. А. Описание органических остатков. Conodontophorida // Палеозой юго-востока Западно-Сибирской плиты. Тр. ИГиГ. Вып. 568. – Новосибирск : Наука, 1984. – С. 166–173.

Саев В. И., Савина Н. И., Татьяна Г. М., Родыгин С. А. Среднепалеозойские биофашии Ньюрольского палеобассейна / ред. Г. С. Ясоевич // Палеогеоморфология Западной Сибири в фанерозое. Вып. 189. – Тюмень : ЗапСибНИГНИ, 1984. – С. 51–62.

Middle–Upper Devonian and Lower Carboniferous Biostratigraphy of Kuznetsk Basin. Field Excursion Guidebook. International Conference «Biostratigraphy, paleogeography and events in Devonian and Lower Carboniferous» (SDS/IGCP 596 joint field meeting). Novosibirsk, July 20 – August 10, 2011 / eds. N. K. Bakharev, N. G. Izokh, O. T. Obut, J. A. Talent; authors: N. K. Bakharev, N. G. Izokh, A. Yu. Yazikov, T. A. Shcherbanenko, S. A. Anastasieva, O. T. Obut, S. V. Saraev, L. G. Peregoedov, V. G. Khromykh, O. A. Rodina, I. G. Timokhina, T. P. Kipriyanova. – Novosibirsk : Publishing House of SB RAS, 2011. – 98 p.

Ovnatanova N. S., Kononova L. I. Conodonts and Upper Devonian (Frasnian) Biostratigraphy of Central Regions of Russian Platform // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. – 2001. – Vol. 233. – Pp. 1–115.

Ziegler W., Sandberg C. The Late Devonian Standard Conodont Zonation // Courier Forschungsinstitut Senckenberg. – 1990. – Vol. 121. – Pp. 1–115.

Ziegler W. Taxonomie und Phylogenie Oberdevonischer Conodonten und ihre stratigraphische Bedeutung // Abhandlungen des Hessischen Landesamtes für Bodenforschung. – 1962. – Hf. 38. – Pp. 1–166.

ОСОБЕННОСТИ ЗАХОРОНЕНИЯ КОНОДОНТОВ В ГЛУБОКОВОДНЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ДЕВОНА – НИЖНЕГО КАРБОНА ЦЕНТРАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ ЮЖНОГО ТЯНЬ-ШАНЯ (КЫРГЫЗСТАН)

А. В. Неевин

Геологический институт РАН, Москва, neyevin1960@mail.ru

PECULIARITIES OF CONODONTS IN THE DEVONIAN – LOWER CARBONIFEROUS DEEP-WATER SEDIMENTS OF CENTRAL REGION OF THE SOUTHERN TIEN-SHAN (KYRGYZSTAN)

A. V. Neyevin

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, neyevin1960@mail.ru

Аннотация. В статье представлены результаты детального изучения глубоководных отложений верхнего девона – нижнего карбона и заключенных в них конодонтов. Установлены факты переотложения конодонтов на 15 уровнях и доказано, что переотложение конодонтов в этом интервале характерно для всей территории Южного Тянь-Шаня, а недооценка его может привести к ошибкам в определении истинного возраста осадочных толщ региона.

Ключевые слова. Конодонты, биостратиграфия, верхний девон – нижний карбон, глубоководная седиментация, переотложение.

Abstract. The article presents the results of a detailed study of the deep-water sediments of the Upper Devonian – Lower Carboniferous and conodonts enclosed in them. As a result of the works, the facts of redeposition of conodonts at 15 levels were revealed and it was established that the process of their redeposition is characteristic of the entire territory of the Southern Tien – Shan and underestimation of it can lead to errors in determining the true age of the sedimentary region of the strata.

Key words. Conodonts, biostratigraphy, Upper Devonian – Lower Carboniferous, deep-water sediments, redeposition.

Южно-Тяньшанский складчатый пояс, протягивающийся примерно на 2000 км от Узбекистана до Центрального Китая, сложен преимущественно карбонатными породами, образо-

вавшимися в пределах подводных поднятий различной природы и на их склонах. Палеозойские разрезы в западном Туркестано-Алайском секторе Южного Тянь-Шаня были изучены ранее (Поярков, 1973; Дженчураева, 1993). Детальное изучение фораминифер позволило составить зональные схемы для девонских, каменноугольных и нижнепермских отложений с выделением региональных горизонтов для всей территории Южного Тянь-Шаня. Иная обстановка сложилась с датировкой кремнистых и кремнисто-карбонатных толщ в центральной и восточной областях Южного Тянь-Шаня. Здесь палеонтолого-стратиграфические работы оставались основой лишь для среднемасштабных геологических карт. Ситуация стала меняться в конце 1970-х годов, когда изучать конодонты начал В. П. Чернышук, а с 1981 г. изучением конодонтов в Туркестано-Алае занялся В. А. Аристов. Уже первые сборы показали высокую эффективность использования этой группы микроорганизмов в расчленении глубоководных кремнисто-карбонатных толщ верхнего девона – нижнего карбона и их корреляции как внутри региона, так и далеко за его пределами. Этими исследователями был установлен факт переотложения конодонтов в кремнистых отложениях и его значение для решения различных вопросов палеоэкологии, палеотектоники и палеогеографии (Аристов, Чернышук, 1985, 1988 и др.). Позднее подобных работ в Кыргызстане не проводилось, и только с 1998 г. исследования палеозойских толщ с использованием конодонтов наряду с фораминиферами были с успехом продолжены (Неевин, Бискэ, 2000; Неевин, 2005; Neuevin, Alexeiv, 2021).

Автором было составлено более 30 стратиграфических разрезов суммарной мощностью около 40 км, отобрано и обработано более 2000 проб для установления в них органических остатков (из них карбонатных – 1600 проб). Выделено 63 вида и подвида конодонтов, относящихся к 14 родам. В результате была получена коллекция, насчитывающая более 1000 экземпляров платформенных конодонтовых элементов.

На изученной территории глубоководные отложения верхнего девона – нижнего карбона представлены различными фашиальными типами и слагают ряд единиц покровов: А – Джангджирский, Б – Уланский, В – Аксайский, Г – Кокшаальский (рис. 1).

За многолетнюю историю изучения конодонтов специалистами по этой группе микроорганизмов были составлены зональные схемы с непрерывной последовательностью комплексов конодонтов, включая и интервал D_3-C_1 . Но иногда такая последовательность нарушается в результате различных абиотических событий, и зачастую при этом происходит процесс переотложения конодонтовых элементов. В этом случае в одном образце с синхронными по времени таксонами присутствуют и более древние (переотложенные) формы (рис. 2).

На изученной территории выделены две формационные зоны: Кокшаальская и Джангджирская, в которых были установлены факты переотложения конодонтов. В Кокшаальской зоне были выявлены три уровня переотложений: ранне-позднетурнейский (слои с *Siphonodella*, смешанный комплекс: *Palmatolepis subperlobata subperlobata* Branson et Mehl, 1934, *Palm. glabra* Ulrich et Bassler, 1926, *Palm. distorta* Branson et Mehl, 1934), позднетурнейский (зона *Gnathodus typicus*, смешанный комплекс: *Palmatolepis minuta minuta* Branson et Mehl, 1934, *Polygnathus glaber glaber* Ulrich et Bassler, 1926, *Palmatolepis gracilis* Branson et Mehl, 1934), позднесерпуховский (зона *Gnathodus bilineatus bollandensis*, смешанный комплекс: *Gnathodus texanus* Roundy, 1926, *Lochriea nodosa* Bischoff, 1957).

В Джангджирской зоне были установлены 12 уровней переотложения: раннефаменский (зона *Palmatolepis crepida*, смешанный комплекс: *Palmatolepis gigas* Miller et Youngquist, 1947, *Palm. linguiformis* Muller, 1956), ранне-позднефаменский (зона *Palmatolepis marginifera*, смешанный комплекс: *Palm. subperlobata subperlobata*, *Palm. glabra prima* Ziegler et Huddle, 1969, *Palm. inflexoidea* Ziegler, 1962), позднефаменский (зоны *Palmatolepis postera*, *Palmatolepis expansa*, *Siphonodella praesulcata*, смешанный комплекс: *Palm. distorta*, *Polygnathus delicatulus* Ulrich et Bassler, 1926), ранне-позднетурнейский (слои с *Siphonodella*, смешанный комплекс: *Palm. subperlobata subperlobata*, *Palm. crepida* Sannemann, 1955), три позднетурнейских (зона *Siphonodella isosticha*, смешанный комплекс: *Palm. crepida*, *Palm. glabra prima* Ziegler

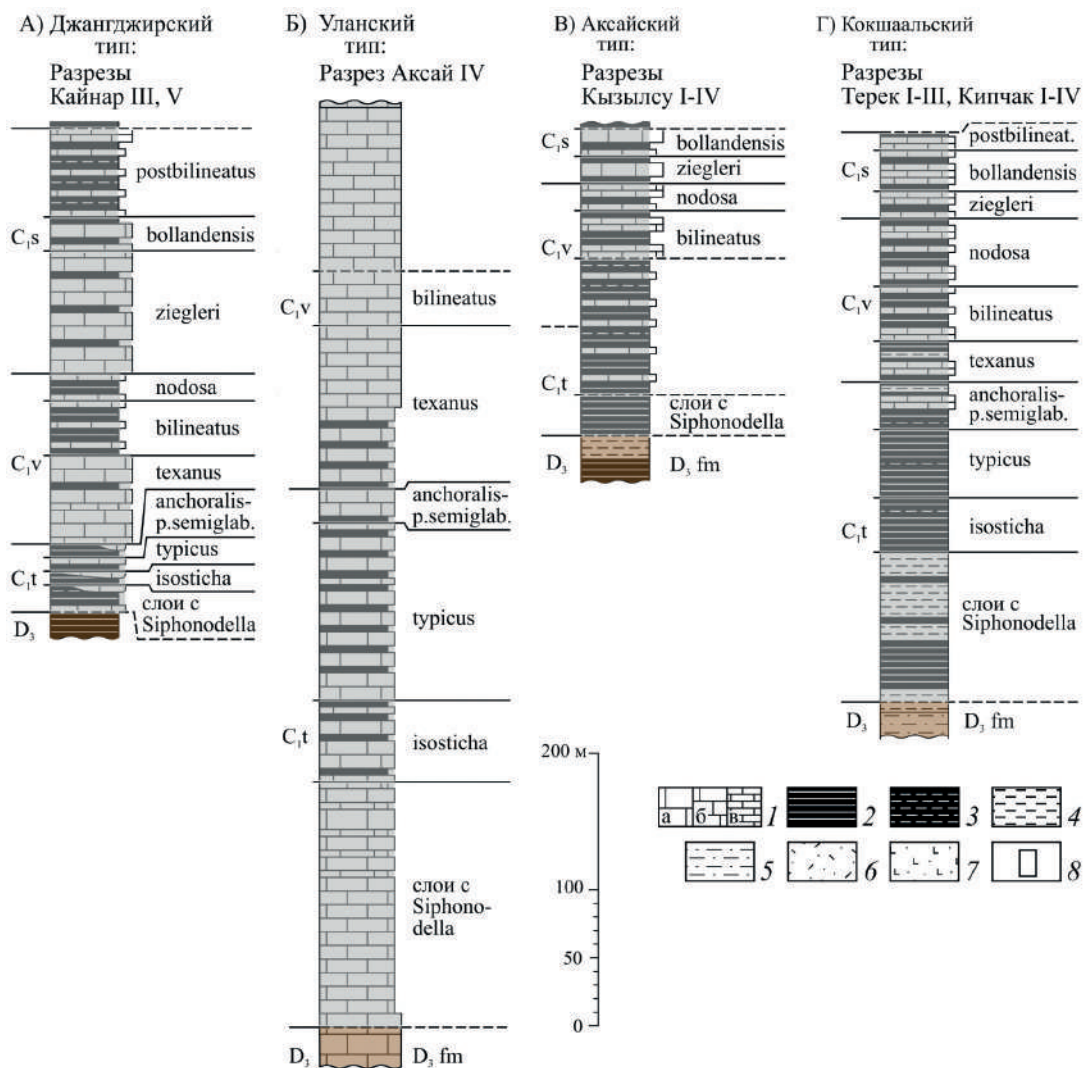


Рис. 1. Строение основных типов разрезов в хребтах Джангджир и Кокшаал и деталиные разрезы нижнекаменноугольных отложений:

1 – известняки толстоплитчатые (а), среднеплитчатые (б) и тонкоплитчатые (в); 2 – кремни; 3 – кремнистые алевролиты; 4 – алевролиты; 5 – терригенные турбидиты; 6 – вулканиты кислого состава; 7 – вулканиты основного состава; 8 – положение деталиных разрезов на сводных

et Huddle, 1969, *Palm. gracilis gracilis* Branson et Mehl, 1934, *Palm. gracilis sigmoidalis* Ziegler, 1962, *Polygnathus vogesi* Ziegler, 1962, *Siphonodella sulcata* (Huddle), 1934, *S. duplicata* (Branson et Mehl), 1934; зона *Gnathodus typicus*, смешанный комплекс: *Palmatolepis delicatula* Branson et Mehl, 1934, *Palm. protoromboidea* Sandberg et Ziegler, 1973, *Palm. m. minuta*, *Palm. glabra glabra* Ulrich et Bassler, 1926, *Palm. gracilis sigmoidalis* Ziegler, 1962; зона *Scaliognathus anchoralis* – *Gnathodus pseudosemiglaber*, смешанный комплекс: *Palmatolepis rhomboidea* Sannemann, 1955, *Palm. gracilis gracilis*), ранне-средневизейский (зона *Gnathodus texanus*, смешанный комплекс: *Pseudopolygnathus pinnatus* (Voges), 1959), поздневизейский (зона *Lochriea nodosa*, смешанный комплекс: *Bispathodus stabilis* (Branson et Mehl), 1934) и башкирский смешанный комплекс. Следует отметить, что перечисленные комплексы конодонтов указаны лишь частично. Факт переотложения устанавливался главным образом по наличию смешанных комплексов, отраженных на рис. 2. Возраст определялся по самым молодым таксонам.

Таким образом, при изучении основных типов разрезов глубоководных отложений верхнего девона и нижнего карбона в хребтах Джангджир и Кокшаал Южного Тянь-Шаня было выявлено 15 уровней переотложения конодонтов, а также установлено, что подобная закономерность переотложения характерна для всей территории Южного Тянь-Шаня.

СИСТЕМА	ОТДЕЛ	ЯРУС	ПОД-ЯРУС	КОНОДОНТОВАЯ ЗОНА	ФОРМАЦИОННАЯ ЗОНА																		
					КОКША-АЛЬСКАЯ					ДЖАНГДЖИРСКАЯ													
КАМЕННОУГОЛЬНАЯ	ВЕРХНИЙ	башкирский	верхний																				
			нижний																				
	НИЖНИЙ	серпуховский	верхний	postbilineatus																			
				bollandensis																			
			нижний	ziegleri																			
				nodosa																			
		визейский	верхний	bilineatus																			
				texasus																			
			нижний	anchor.-pseudosemigl.																			
		турнейский		typicus																			
				isosticha																			
				Siphonodella																			
	ДЕВОНСКАЯ	ВЕРХНИЙ	фаменский	верхний	praesulcata																		
					expansa																		
					postera																		
trachytera																							
нижний			marginifera																				
			rhomboidea																				
			crepida																				
			triangularis																				
франский			linguiformis																				
			gigas																				
			A.triangularis																				
			asymmetricus																				

■ 1
 ■ 2

Рис. 2. Схема распространения переотложенных комплексов конодонтов в Кокшаальской и Джангджиргской фацциальных зонах:
 1 – стратиграфическое положение; 2 – интервалы размываемых пород

Литература

- Аристов В. А. Конодонты девона – нижнего карбона Евразии: сообщества, зональное расчленение, корреляция разнофацциальных отложений. – М. : Наука, 1994. – 192 с. (Тр. ГИН РАН. Вып. 484).
- Аристов В. А., Чернышук В. П. Переотложенные комплексы конодонтов как индикаторы геологических событий // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1985. – № 7. – С. 53–61.
- Аристов В. А., Чернышук В. П. Переотложение конодонтов и его значение для решения некоторых вопросов геологии // Бюлл. МОИП. Отдел геологический. – 1988. – Т. 63. – Вып. 6. – С. 40–56.
- Дженчураева А. В. Стратиграфия и фораминиферы верхнего палеозоя приосевой части Туркестано-Алая. – Бишкек : Илим, 1993. – 91 с.

Неевин А. В., Бискэ Г. С. Находки конодонтов нижнего карбона в пелагических фациях окраины Тарима (хребет Кокшаалтау, Южный Тянь-Шань) // Вестник СПбГУ. Сер. 7. Геология и география. – 2000. – Вып. 2. – № 15. – С. 68–72.

Неевин А. В. Стратиграфия и конодонты нижнего карбона центральной части Южного Тянь-Шаня. – Бишкек : ПЛ№ 3, 2005. – 187 с.

Поярков Б. В. О степени влияния переотложения фораминифер на точность определения возраста кремнисто-карбонатных отложений Южной Ферганы // Вопросы микропалеонтологии. Отдел геол., геоф. и геох. – 1973. – Вып. 16. – С. 183–192.

Neyevin A. V., Alexeiv D. V. Conodont Biostratigraphy of the Lower Carboniferous Deep-Water Facies in the Kokshaal and Djangdjir Ranges, South Tianshan, Kyrgyzstan // Stratigraphy and Geological Correlation. – 2021. – Vol. 29. – No. 2. – Pp. 169–191.

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ИКРИОДУСОВ (КОНОДОНТЫ) ИЗ СТРАТОТИПИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА УСТЬЯРЕГСКОЙ СВИТЫ ЮЖНОГО ТИМАНА (ФРАНСКИЙ ЯРУС, ВЕРХНИЙ ДЕВОН)

М. А. Соболева¹, В. М. Назарова²

¹ Институт геологии им. акад. Н. П. Юшкина Коми НЦ УрО РАН,
Сыктывкар, matusha.888@mail.ru

² Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, VM516@yandex.ru

ICRIODUS (CONODONTS) MORPHOLOGY PECULIARITIES FROM THE STRATOTYPE SECTION OF THE UST'-YAREGA FORMATION OF THE SOUTHERN TIMAN (FRASNIAN STAGE, UPPER DEVONIAN)

М. А. Soboleva¹, V. M. Nazarova²

¹ Yushkin Institute of Geology, Komi Science Centre, Ural Branch, Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar, matusha.888@mail.ru

² Lomonosov Moscow State University, Moscow, VM516@yandex.ru

Аннотация. В стратотипе устьерегской свиты (обнажения 14, 14А) обнаружено большое разнообразие конодонтов рода *Icriodus*, имеющих очень широкие платформы. Возможно, это связано с освоением нового пищевого ресурса вследствие резкой трансгрессии и повышенного содержания органического вещества.

Ключевые слова. Конодонты, *Icriodus*, верхний девон, франский ярус, саргаевский горизонт, устьерегская свита, Южный Тиман.

Abstract. A high diversity of conodonts of the genus *Icriodus* with extremely wide platforms were found in the stratotype of the Ust'-Yarega Formation (outcrops 14, 14A). This is probably related to the exploration of a new food source due to rapid transgression and increased levels of organic matter.

Key words. Conodonts, *Icriodus*, Upper Devonian, Frasnian Stage, Sargaevo Regional Stage, Ust'-Yarega Formation, Southern Timan.

Устьерегскую свиту выделил А. И. Ляшенко (1956), описывая разрезы в устье р. Ярега (Южный Тиман). В качестве стратотипических Ю. А. Юдиной и М. Н. Москаленко (Опорные ... , 1988) были предложены обнажения 14 на р. Ухта и 16 – на р. Ярега. Обн. 14 неоднократно изучалось (Ляшенко, 1956, 1973; Халымбаджа, 1981; Орлов, Фокин, 1991; Кузьмин, 1995; Опорные ... , 1988, 1997; Ovnatanova et al., 1999; Девон ... , 2002; Ovnatanova, Kononova, 2008; Soboleva, Sobolev, 2019; Соболев и др., 2021, 2022 и др.). В этих публикациях приведена литологическая, биостратиграфическая и палеонтологическая характеристика устьерегской свиты и показано распределение различных фаунистических остатков по разрезу (аммоноидеи, брахиоподы, ихтиофауна, остракоды, конодонты).

Обн. 14 расположено на правом берегу р. Ухта в 430 м выше по течению от устья р. Ярега (N63°30'45,06" E53°25'27,18") (рис. 1). В нем представлена нижняя часть устьерегской свиты, в которой преобладают терригенные породы (кварцевые алевролиты, песчано-алевроглинистые известняки, аргиллиты, кварцевые песчаники) и над поверхностью локального размыва – микритовые известняки с прослоями известковистых аргиллитов (пачка 7) (Соболев и др., 2021).

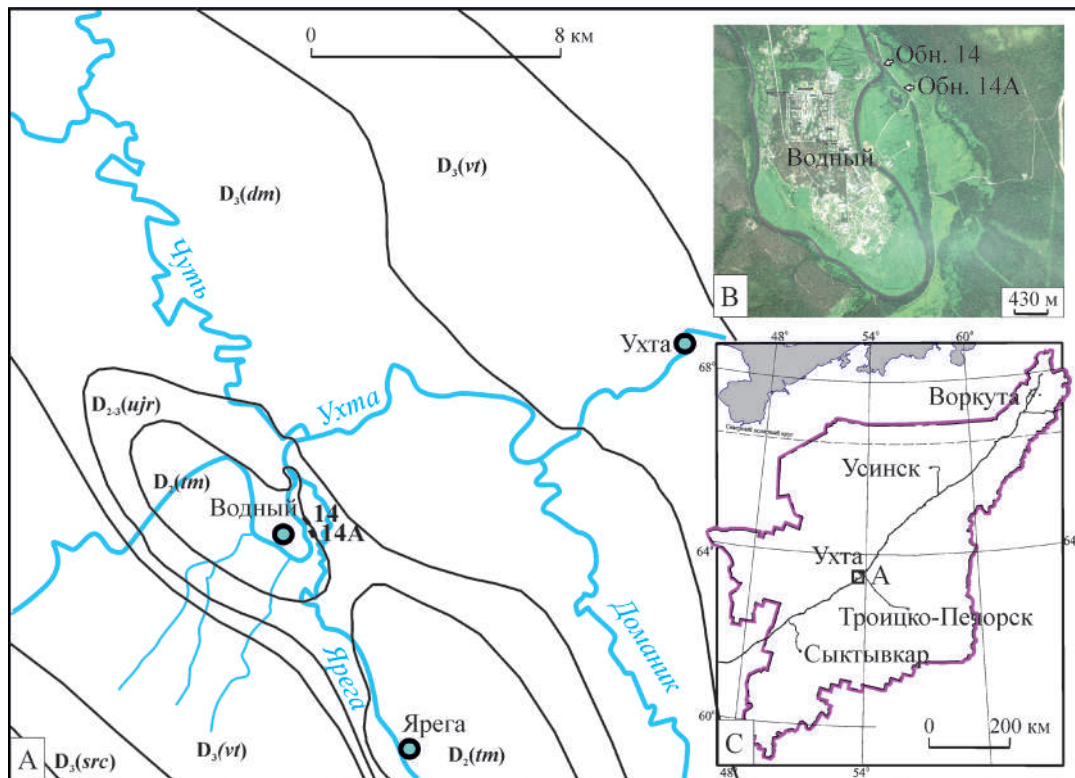


Рис. 1. Схема расположения обнажений 14 и 14А:

A – на геологической схеме: *tm* – тиманская, *ujr* – устьяррегская, *dm* – доманиковская, *src* – сирачойская, *vt* – ветляская; *B* – на фрагменте космоснимка; *C* – на обзорной карте Республики Коми

Конодонты из этого обнажения в разные годы были изучены В. Г. Халымбаджой, А. В. Кузьминым, Л. И. Мельниковой, Н. С. Овнатановой, Л. И. Кононовой, М. А. Соболевой. Присутствие представителей рода *Icriodus* упоминается в ряде работ: *I. expansus* Branson et Mehl, 1938 (Опорные ..., 1997; Кузьмин, 1995; Соболев и др., 2021, 2022), *I. nodosus* (Huddle, 1934) (Опорные ..., 1997; Кузьмин, 1995), а также *I. symmetricus* Branson et Mehl, 1934 и *I. xenium* Nazarova, 1997 (Соболев и др., 2021, 2022). Все находки икриодусов приурочены к верхней части обн. 14. Изображение приведено только для *I. expansus* в работе А. В. Кузьмина (1995, табл. II, фиг. 6).

Материалом для данного исследования послужили конодонты рода *Icriodus*, выделенные из образцов обн. 14, а также обн. 14А (рис. 1). Обн. 14А впервые описано в работе (Соболев и др., 2022). Оно расположено в 300 м выше по течению р. Ухта от обн. 14 и в общих литологических чертах соответствует его верхней части (авторами сохранена аналогичная нумерация образцов). В этих обнажениях внутри устьяррегской свиты проведена граница между тиманским и саргаевским горизонтами по поверхности регионального размыва (Соболев и др., 2022). К тиманскому горизонту отнесены терригенные отложения (пачки 1–6), а к саргаевскому – пачка органогенно-обломочных микритовых известняков с прослоями глин (самая верхняя часть 6 пачки и пачка 7). Выделенная авторами (Соболев и др., 2022) конодонтовая последовательность сопоставлена с зонами MN1–MN3 шкалы Монтань-Нуар Франции (Klapper, 1989).

В обн. 14 икриодусы обнаружены в 20 образцах (рис. 2). В образцах с 13 по 9а (тиманский горизонт) они представлены видами *I. expansus*, *I. symmetricus*, *I. xenium*, широко распространенными в тиманском и саргаевском горизонтах европейской части России (рис. 2, 3). Среди остальных конодонтов здесь встречены *Polygnathus alatus* Huddle, 1934, *P. angustidiscus* Youngquist, 1945, *P. brevilaminus* Branson et Mehl, 1934, *P. denisbriceae* Bultynck, 1979, *P. incompletus* Uyeno,

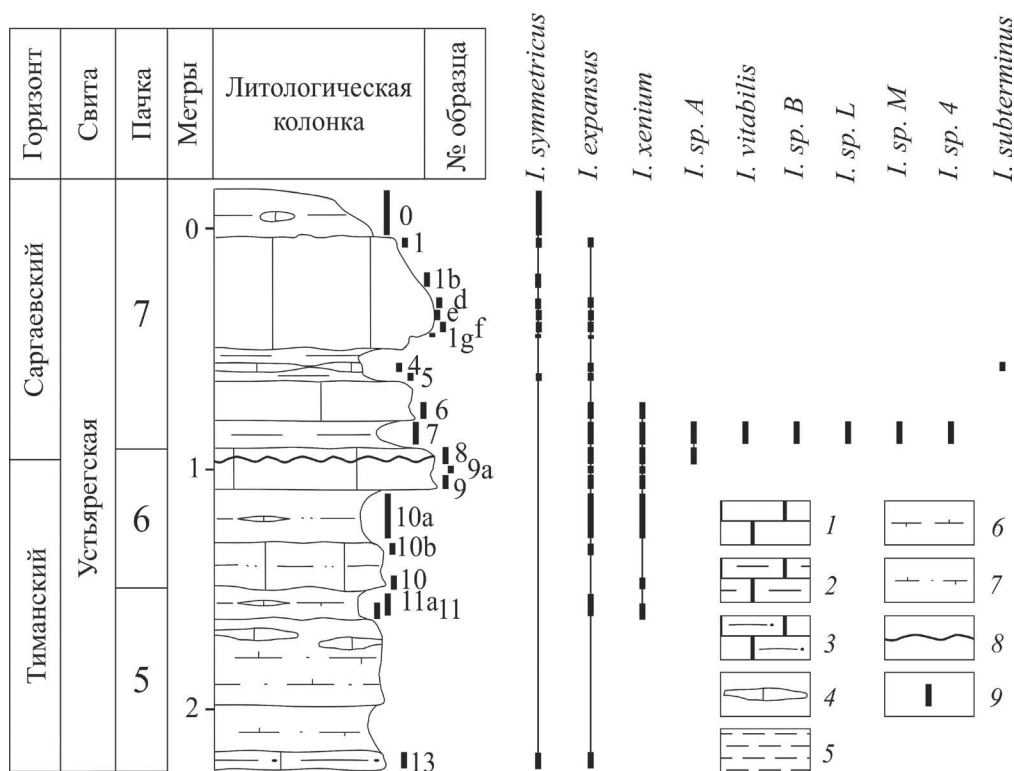


Рис. 2. Распределение конодонтов рода *Icriodus* в обн. 14:

1 – известняки; 2 – глинистые известняки; 3 – алевроитовые известняки; 4 – линзы глинистых известняков; 5 – глины; 6 – известковистые глины; 7 – алевролиты; 8 – поверхность размыва; 9 – образцы с икриодусами

1967, *P. ljaschenkoi* Kuzmin, 1995, *P. pennatus* Hinde, 1879, *P. pollocki* Druce, 1976, *P. praepolitus* Kononova, Alekseev, Barskov et Reimers, 1996, *P. pseudoxylyus* Kononova, Alekseev, Barskov et Reimers, 1996, *P. webbi* Stauffer, 1938, *P. xylus* Stauffer, 1940 и др. Практически над поверхностью локального размыва уже в саргаевском горизонте (обр. 8), помимо перечисленных таксонов, появляются *Stenopolygnathus lanei* Kuzmin, 1995, *P. spatulatus* Youngquist, 1947, *Youngquistognathus posterus* Kuzmin, 1995. Несколько выше, из обр. 7, представленного известковистыми аргиллитами с органогенной и органогенно-обломочной составляющей, выделен обильный комплекс конодонтов с *Ancyrodella pristina* Khalymbadzha et Tchernysheva, 1970 и *Polygnathus paradecorosus* Ji et Ziegler, 1993 (Соболева и др., 2022). Из икриодусов здесь встречены *I. expansus*, *I. symmetricus*, *I. xenium*, *I. vitabilis* Nazarova, 1997 и многочисленные новые таксоны, определенные нами пока в открытой номенклатуре – *I. sp. A* (6 экз.), *I. sp. B* (11 экз.), *I. sp. L* (8 экз.), *I. sp. M* (7 экз.), *I. sp. 4* (6 экз.) (рис. 3). При этом среди них преобладают формы с очень широкими платформами (до 90 % от общего числа икриодусов). Выше по разрезу (образцы от 6 до 0) появляются *Ancyrodella alata* Glenister et Klapper, 1966, *A. binodosa* Uyeno, 1967, *A. recta* Kralick, 1994, *A. rotundiloba* (Bryant, 1931), *A. rugosa* Branson et Mehl, 1934, *Mesotaxis falsiovalis* Sandberg, Ziegler et Bultynck, 1989, *P. dengleri* Bischoff et Ziegler, 1957, а икриодусы представлены меньшим количеством с преобладанием обычных для нижнего франа *I. expansus*, *I. symmetricus*, *I. xenium*, *I. subterminus* Youngquist, 1947.

В обн. 14А из обр. 7 выделен аналогичный комплекс конодонтов с преобладанием *I. xenium* и новых таксонов *I. sp. A* (7 экз.), *I. sp. B* (5 экз.), *I. sp. L* (1 экз.), *I. sp. M* (2 экз.), *I. sp. 4* (1 экз.) (рис. 3).

Традиционно, благодаря названию, широкоплатформенным икриодусом считается *I. expansus*, однако он просто довольно крупный, а его платформа расширена умеренно и она гораздо уже, чем у *I. xenium*. Формы *I. sp. A*, *I. sp. B*, *I. sp. L*, *I. sp. M*, *I. sp. 4*, встреченные в обр. 7, тоже имеют довольно широкую платформу, при этом их расширение происходит

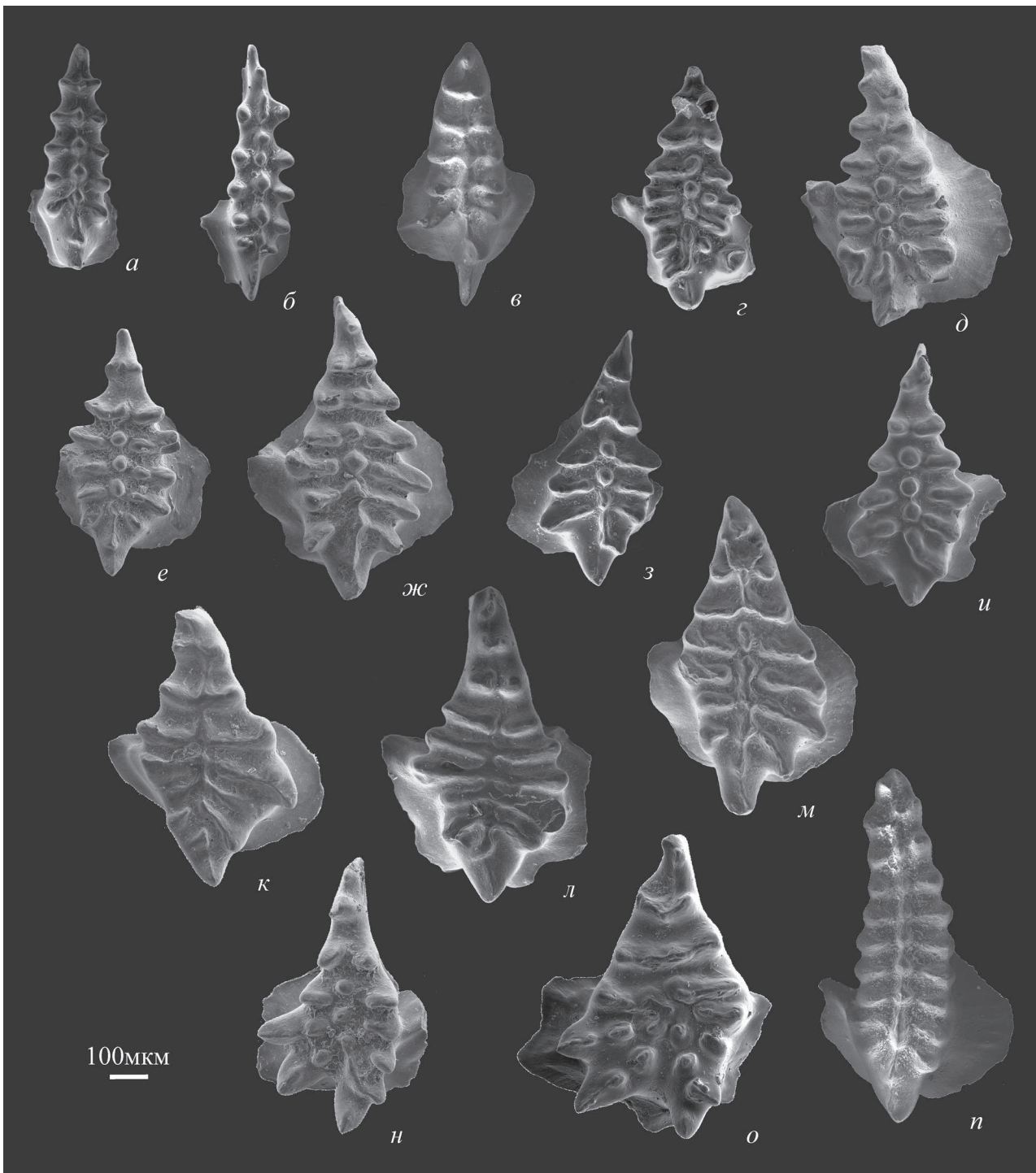


Рис. 3. Икриодусы из разреза устьярегской свиты (обнажения 14, 14А):

a – *Icriodus symmetricus* Branson et Mehl, 1934, № 492/29-46, обр. 14/5; *б* – *I. vitabilis* Nazarova, 1997, № 492/29-22, обр. 14/7; *в* – *I. subterminus* Youngquist, 1947, № 492/30-6, обр. 14/4; *г* – *I. sp. A*, № 492/34-19, обр. 14/7; *д* – *I. sp. A*, № 492/33-8, обр. 14А/7; *е* – *I. sp. B*, № 492/33-1, обр. 14А/7; *жс* – *I. sp. B*, № 492/33-31, обр. 14/7; *з*, *и* – *I. xenium* Nazarova, 1997: *з* – № 492/29-26, обр. 14/7, *и* – № 492/33-23, обр. 14А/7; *к* – *I. sp. 4*, № 492/33-9, обр. 14А/7; *л* – *I. sp. 4*, № 492/29-13, обр. 14/7; *м* – *I. sp. L*, № 492/34-1, обр. 14/7; *н* – *I. sp. M*, № 492/33-19, обр. 14А/7; *о* – *I. sp. M*, № 492/33-29, обр. 14/7; *п* – *I. expansus* Branson et Mehl, 1938, № 492/31-26, обр. 14/1е

по-разному. У *I. sp. B* и *I. sp. L* вытягиваются вширь боковые зубчики, у *I. sp. 4* образуются длинные поперечные гребни. У *I. sp. A*, а иногда и у *I. sp. B* возникают дополнительные бугорки на боковых флангах платформы. У вида *I. sp. M* путем деления боковых зубцов появляется фактически дополнительный продольный ряд зубчиков.

Полуколичественный рентгенодифракционный анализ устьерегской свиты показал в основании саргаевского горизонта появление смешаннослойных фаз глинистых минералов, обусловленных воздействием на их структуру органического материала, что вполне согласуется с пониженными скоростями седиментации и углублением бассейна после локального размыва (Соболев и др., 2022).

Икриодусы преимущественно мелководные и прибрежные конодонты, их платформенные элементы обычно выполняют жующе-перетирающую функцию (Назарова, 2005). Не исключено, что они могли перерабатывать и растительную пищу. Возможно, резкое изменение палеоландшафтной обстановки привело к появлению нового пищевого ресурса в данном регионе (например, бесскелетных многоклеточных водорослей), который было выгодно осваивать, что способствовало расширению платформ конодонтов и увеличению перетирающей поверхности сразу у нескольких таксонов.

Авторы признательны Д. Б. Соболеву за совместные исследования разреза устьерегской свиты и Л. И. Кононовой за конструктивные замечания к работе.

Литература

- Девон Ухтинской антиклинали / ред. В. С. Цыганко, В. И. Богацкий // Геология девонской системы: путеводитель полевой экскурсии Международного симпозиума (2–8 июля 2002 г.). – Сыктывкар : Геопринт, 2002. – 69 с.
- Кузьмин А. В. Нижняя граница франского яруса на Русской платформе // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 1995. – Т. 3. – № 3. – С. 111–120.
- Ляшенко А. И. Биостратиграфия девонских отложений Южного Тимана // Вопросы стратиграфии, палеонтологии и литологии палеозоя и мезозоя районов европейской части СССР. Тр. ВНИГНИ. – 1956. – Вып. 7. – С. 4–31.
- Ляшенко А. И. Брахиоподы и стратиграфия нижнефранских отложений Южного Тимана и Волго-Уральской нефтегазоносной провинции. – М. : Недра, 1973. – 280 с.
- Назарова В. М. Функции конодонтовых элементов в аппаратах девонских икриодонтид // Палеобиология и детальная стратиграфия фанерозоя. К 100-летию со дня рождения академика В. В. Меннера. – М. : Российская академия Естественных наук, 2005. – С. 33–39.
- Опорные разрезы франского яруса Южного Тимана (методические рекомендации по проведению крупномасштабных геологосъемочных работ в Ухтинском районе Коми АССР) / ред. Ю. А. Юдина, М. Н. Москаленко. – Ухта : ТПО ВНИГРИ, 1988. – 52 с.
- Опорные разрезы франского яруса Южного Тимана: Путеводитель полевой экскурсии Международной подкомиссии по стратиграфии девона (15–22 июля 1994 г., Ухта) / сост. Ю. А. Юдина, М. Н. Москаленко; науч. ред. М. А. Ржонсницкая // Всероссийский нефтяной научно-исследовательский геологоразведочный ин-т, Тимано-Печор. отделение. – Ухта ; СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 1997. – 79 с.
- Орлов А. Н., Фокин Н. А. Биостратиграфическая зональность по остракодам франских отложений Тимано-Печорской провинции // Советская геология. – 1991. – № 5. – С. 25–30.
- Соболев Д. Б., Соболева М. А., Симакова Ю. С. Положение границы тиманской и устьерегской свит на Южном Тимане // Вестник геонаук. – 2021. – № 12 (324). – С. 16–28.
- Соболев Д. Б., Соболева М. А., Евдокимова И. О. Остракоды и конодонты устьерегской свиты стратотипической местности (нижний фран, Южный Тиман) // Нефтегазовая геология. Теория и практика. – 2022. – Т. 17. – № 4. – С. 1–28.
- Халымбаджа В. Г. Конодонты верхнего девона востока Русской платформы, Южного Тимана, Полярного Урала и их стратиграфическое значение. – Казань : Изд-во Казанского ун-та, 1981. – 212 с.
- Klapper G. The Montagne Noire Frasnian (Upper Devonian) conodont succession // Devonian of the world. V. III. Paleontology, paleoecology and biostratigraphy. Can. Soc. Petr. Geol. Mem. 4. – 1989. – Pp. 449–478.
- Ovnatanova N. S., Kononova L. I. Frasnian Conodonts from the Eastern Russian // Paleontological Journal. – 2008. – Vol. 42 (10). – Pp. 997–1166.
- Ovnatanova N. S., Kuzmin A. V., Menner V. V. The Succession of Frasnian Conodont Assemblages in the Type Sections of the Southern Timan-Pechora Province (Russia) // Bollettino della Società Paleontologica Italiana. Modena. – 1999. – Vol. 37 (2/3). – Pp. 349–360.
- Soboleva M. A., Sobolev D. B. Conodonts and ostracodes from the Givetian–Frasnian shallow-water deposits of the Southern Timan // Vestnik IG Komi SC UB RAS. – 2019. – No. 10. – Pp. 28–38.

РЕКОНСТРУКЦИЯ АППАРАТОВ «АКАНТОДОВОЙ» ГРУППЫ ЭНДЕМИЧНЫХ КОНОДОНТОВ ИЗ ВЕРХНЕГО ОРДОВИКА СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ

Т. Ю. Толмачева¹, А. В. Дронов²

¹ Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского,
Санкт-Петербург, Tatiana_tolmacheva@vsegei.ru

² Геологический институт РАН, Москва, avdronov@gmail.com

APPARATUSES RECONSTRUCTION OF THE «ACANTHODUS» GROUP OF ENDEMIC CONODONTS OF THE UPPER ORDOVICAN OF THE SIBERIAN PLATFORM

T. Yu. Tolmacheva¹, A. V. Dronov²

¹ A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute,
St. Petersburg, Tatiana_tolmacheva@vsegei.ru

² Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, avdronov@gmail.com

Аннотация. Приведена реконструкция мультиэлементного состава ряда эндемичных видов конодонтов из разрезов верхнего ордовика на реках Мойеро и Мойерокан северной части Сибирской платформы. Общей чертой их аппаратов является сочетание серии конических либо стержневых элементов, несущих кили или ребра, и кандодонтиформных элементов. Аналогичные по строению аппараты пока неизвестны.

Ключевые слова. Конодонты, верхний ордовик, Сибирская платформа, мультиэлементные виды, реконструкция аппаратов.

Abstract. A reconstruction of the multi-element composition of a number of endemic conodont species from the Upper Ordovician on the Moyero and Moyerokan rivers of the northern part of the Siberian Platform was performed. A common feature of their apparatuses is the combination of a series of conical or rod elements bearing keels or ribs, and scandodontiform elements. Conodont apparatuses similar in structure are not yet known.

Key words. Conodonts, Upper Ordovician, Siberian Platform, multielement species, apparatus reconstruction.

В начале 1970-х годов формальная или моноэлементная номенклатура, в рамках которой изолированные элементы конодонтов классифицировались в качестве отдельных палеонтологических видов, стала активно вытесняться мультиэлементной систематикой. К настоящему времени мультиэлементный состав предложен для подавляющего большинства известных видов конодонтов ордовика, кроме ряда таксонов, которые очень редко встречаются или не переизучались с момента их первого описания (Москаленко, 1973). К последним относится ряд видов из верхнего ордовика Сибирской платформы, которые были названы Т. А. Москаленко «акантодовой группой» по общему сходству с представителями ранненордовикского рода *Acanthodus* Furnish, 1938 (Москаленко, 1983). В нее она включила крупные и морфологически разнообразные формальные таксоны конических конодонтов, в том числе скандодонтиформного облика, а также стержневые элементы рода *Acanthocordylodus* Moskalenko, 1973. Особенностью всех этих форм является гиолиновая структура и не связанная с онтогенетической стадией элемента и/или стратиграфическим уровнем зубчатость/псевдозубчатость на киях и стержнях элементов. Подавляющее большинство этих элементов являются эндемичными для Сибирской платформы; только некоторые из видов «акантодовой группы» найдены в верхнем ордовике на Северо-Востоке России (Тарабукин, 2006).

«Акантодовая группа» конодонтов была недавно переизучена на материале из разрезов верхней части джеромской свиты (баксанский и долборский горизонты) на реках Мойеро и Мойерокан в северной части Сибирской платформы (Мягкова и др., 1963, 1977; Тесаков и др., 1985). Общий объем коллекции из этих разрезов составил около 4000 элементов, из которых более 3000 принадлежат «акантодовым» видам. Для трех из девяти этих видов Т. А. Москаленко выделила простые серии морфологических рядов элементов (Москаленко в Тесаков и др., 2003). Так, в мультиэлементный вид *Acanthocordylodus festus* она объединила *Ac. festus* s. f., *Ac. fidelis* s. f., *Ac. progitalis* s. f. и *Ac. purus* s. f., а в *Drepanodistacodus victrix* – два морфотипа элементов

с ребристыми и гладкими боковыми сторонами (Москаленко, 1982; Москаленко в Тесаков и др., 2003). Кроме того, к мультиэлементному виду *Dolborodina striata* ею были отнесены два морфотипа с характерной мелкоструйчатой ребристостью (Москаленко в Тесаков и др., 2003). Простые конические элементы, количественно доминирующие в баксанском и долборском горизонтах и отнесенные Т. А. Москаленко к родам *Acanthodus*, *Scolopodus* и *Acanthodina*, оставались до настоящего времени в виде формальных таксонов.

Формальные виды конодонтов «акантодовой» группы нами предлагается объединить в аппараты, исходя из совместной встречаемости разных элементов, морфологии и стратиграфического интервала их распространения. Принимались также во внимание количественные соотношения элементов в пробах и аналогия с уже известными аппаратами.

К мультиэлементному виду *Acanthocordylodus festus* Moskalenko, 1973, включающему элементы рода *Acanthocordylodus* с тонким и длинным зубцом, высоким основанием и зубчатым заднем краем основания, отнесены скандодонтиформные формальные виды *Acanthodina* aff. *regalis* s. f. и *Acanthodina nobilis* s. f. Этот вид характерен для долборского горизонта, тогда как в баксанском горизонте возможно встречается другой вид этого рода, у которого зубчики появляются и на боковых киях/стержнях.

В мультиэлементный вид, который может быть назван *Acanthodina regalis* по наиболее характерному формальному виду, объединены *Acanthodus elegans* Moskalenko, 1973 s. f., *Acanthodus comptus* Moskalenko, 1973 s. f. и *Acanthodina regalis* Moskalenko, 1973 s.f. (рис. 1). Вероятно, в коллекции присутствует и еще один вид этого рода, отличающийся менее высоким основанием.

К мультиэлементному виду рода *Dolborodina* отнесены крупные конодонты с высоким основанием, коротким, слегка наклоненным зубцом и гладкой поверхностью между киями. Среди них есть элементы с двумя (?Sc-элементы – *Belodella ordovicica* Moskalenko, 1978 s. f., *Belodella(?) persimilis* Moskalenko, 1978 s. f.), четырьмя (?Sd-элементы – *Tetraprioniodus elegans* Moskalenko, 1973 s. f. *T(?) juktaliensis* Moskalenko, 1973 s. f.) и пятью киями (Sa-элементы). Присутствие последних Т. А. Москаленко не отмечала. Кроме того, в аппарат этого вида включены два типа скандодонтиформных ?P-элементов – *Scandodus (?) sibiricus* Moskalenko, 1973 и *Scandodus(?) manifestus* Moskalenko, 1973. К виду *Dolborodina striata* Moskalenko, 2003, помимо скандодонтиформных ?P-элементов и S-элементов с передним, задним и боковыми киями, отнесены линзовидные (?Sc-элементы) и пятиугольные в поперечном сечении симметричные Sa-элементы. Наружная поверхность всех этих элементов покрыта тонкой струйчатой ornamentацией, благодаря которой этот вид легко распознается в коллекциях.

Более сложной задачей стало распознавание аппаратов из разнообразных конических форм конодонтов сходной морфологии, отличающихся друг от друга в основном разным количеством ребер. В один мультиэлементный вид мы объединили элементы с рядом дополнительных ребрышек между основными киями (рис. 2). Это такие формальные таксоны, как *Paltodus compositus* Moskalenko, 1973 s. f., *Acanthodus compositus costulatus* Moskalenko, 1973 s. f. и *Scolopodus compositus* Moskalenko, 1978 s. f. По всей вероятности, в аппарат этого таксона может быть включен и скандодонтиформный элемент *Scandodus dulkumaensis* Moskalenko, 1973 s. f. (?P-элемент), который очень многочислен в нашей коллекции. Сходные элементы без дополнительных ребрышек (*Drepanodus inventum* Moskalenko, 1973 s. f., *Distacodus vernus* Moskalenko, 1973 s. f., *Scolopodus consimilis* Moskalenko, 1973 s. f.) выделены в отдельный таксон, скандодонтиформным ?P-элементом которого, вероятно, также является *Sc. dulkumaensis*. Вопрос о родовой принадлежности этих двух видов остается открытым, т. к. Т. А. Москаленко относила все их элементы к уже известным родам, что является ошибочным. Родовой таксон был предложен Москаленко только для мультиэлементного вида *Drepanodistacodus victrix* Moskalenko, 1973, в который она включила формальные виды *Drepanodus inventum* Moskalenko, 1973 s. f. и *Distacodus victrix* Moskalenko, 1973 s. f. Мы в аппарат этого вида добавляем элементы *Scolopodus consimilis* Moskalenko, 1973 s. f. и *Scandodus notabilis* Moskalenko, 1973 s. f. с характерными тонкими краями высоких килей.














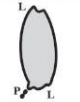
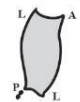
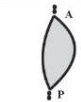
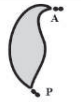

















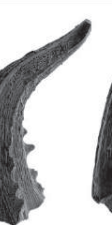

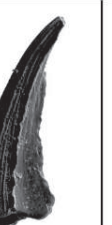

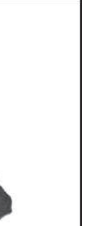
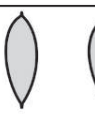






A						
<i>Acanthocordylodus festus</i> Moskalenko, 1973						
						
<i>Acanthocordylodus fidelis</i> Moskalenko, 1973 s.f.	<i>Acanthocordylodus festus</i> Moskalenko, 1973 s.f.	<i>Acanthocordylodus prodigitalis</i> Moskalenko, 1973 s.f.	<i>Acanthocordylodus purus</i> Moskalenko, 1973 s.f.	<i>Acanthodina</i> aff. <i>regalis</i> Moskalenko, 1973 s.f.	<i>Acanthodina nobilis</i> Moskalenko, 1973 s.f.	
Б						
						
						
<i>Acanthodus elegans</i> Moskalenko, 1973 s.f.	<i>Acanthodus comptus</i> Moskalenko, 1973 s.f.		<i>Acanthodina regalis</i> Moskalenko, 1973 s.f.			
Б						
						
						
<i>Belodella ordovicica</i> Moskalenko, 1978 s.f.	<i>Belodella (?) persimilis</i> Moskalenko, 1978 s.f.	<i>Tetraprioniodus (?) juktaliensis</i> Moskalenko, 1973 s.f.	<i>Tetraprioniodus (?) elegans</i> Moskalenko, 1973 s.f.	не описан	<i>Scandodus (?) sibiricus</i> Moskalenko, 1973 s.f.	<i>Scandodus (?) manifestus</i> Moskalenko, 1973 s.f.
Г						
<i>Dolborodina striata</i> Moskalenko, 1973						
						
						
N.gen et n.sp Moskalenko, 1983	<i>Dolborodina striata</i> Moskalenko, 2003			не описан	<i>Dolborodina striata</i> Moskalenko, 2003	

Рис. 1. Составы мультиэлементных видов «акантодовой» группы конодонтов:

A – *Acanthocordylodus festus* Moskalenko, 1973; Б – неописанный вид рода *Acanthodina* Moskalenko, 1973; В – неописанный вид рода *Dolborodina* Moskalenko, 1973; Г – *Dolborodina striata* Moskalenko, 1973

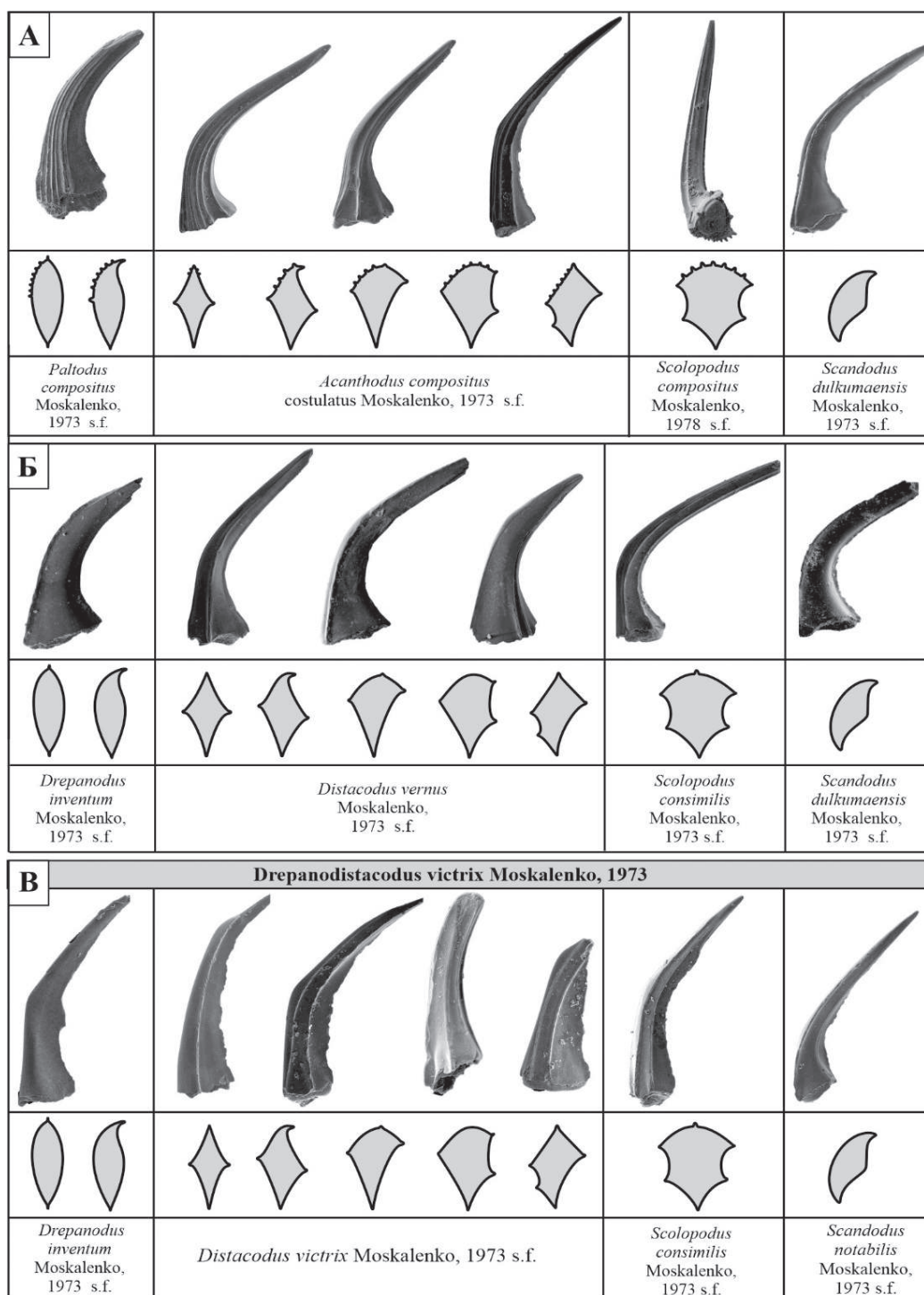


Рис. 2. Виды «акантодовой» группы конодонтов:

A – неописанный вид и род; *Б* – неописанный вид и род; *В* – *Drepanodistacodus victrix* Moskalenko, 1973

Общей чертой аппаратов всех семи мультиэлементных видов «акантодовой» группы является сочетание серии конических либо стержневых прямых элементов, несущих кили или ребра, и скандодонтиформных элементов. При этом элементы в сериях одного морфотипа достаточно изменчивы. Так, в серии четырехугольных в поперечном сечении конодонтов боковые ребра могут быть смещены к переднему и заднему краю или занимать симметричное боковое расположение. Симметричными Sa-элементами в аппаратах являются либо пятиугольные в сечении элементы, либо линзовидные (род *Acanthocordylodus*).

Аналоги аппаратов, которые реконструированы для «акантодовой» группы конодонтов, пока неизвестны. Наиболее близки к ним аппараты родов *Costiconus* Rasmussen, 2001 и *Walliserodus*, Serpagli, 1968, включающие также серию негеникулятных элементов с ребрами и элементов без ребер, но сильно изогнутых на одну из боковых сторон. Наличие симметричного Sa-элемента с пятью ребрами характерно только для представителей рода *Tropodus* Bradshaw, 1969, однако «акантодовые» аппараты отличаются отсутствием геникулятного M-элемента, который присутствует по всех аппаратах приониодонтидового стиля.

Что касается обозначения конодонтовых элементов «акантодовой» группы, то к ним условно может быть применена традиционная система обозначения, предложенная У. Свитом и Х. Шонлаубом (Sweet, Schönlaub, 1975; Sweet, 1988). При этом не подразумевается гомология конических «акантодовых» элементов и элементов приониодонтидовых аппаратов; обозначения отражают только морфологический тип того или иного конического элемента в аппарате.

Работа выполнена в рамках проекта РНФ № 20-17-00198.

Литература

Москаленко Т. А. Конодонты среднего и верхнего ордовика Сибирской платформы // Тр. Ин-та геологии и геофизики СО АН СССР. Вып. 137. – Новосибирск : Наука, 1973. – 143 с.

Москаленко Т. А. Конодонты // Ордовик Сибирской платформы (опорный разрез на р. Кулломбэ). – М. : Наука, 1982. – 223 с.

Москаленко Т. А. Закономерности развития и биогеографические связи ордовикских конодонтофорид на Сибирской платформе // Среда и жизнь в геологическом прошлом. Палеобиогеография и палеоэкология. – Новосибирск : Наука, 1983. – С. 76–98.

Мягкова Е. И., Никифорова О. И., Высоцкий А. А., Ивановский А. Б. Стратиграфия ордовикских и силурийских отложений долины р. Мойеро. Сибирская платформа. – М. : Изд-во АН СССР, 1963. – 64 с.

Мягкова Е. И., Нестор Х. Э., Эйнасто Р. Э. Разрез ордовика и силура реки Мойеро (Сибирская платформа). – Новосибирск : Наука, 1977. – 175 с.

Тарабукин В. П. Биостратиграфия и конодонты ордовикских отложений Северо-Востока Азии. – Якутск : Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2006. – 148 с.

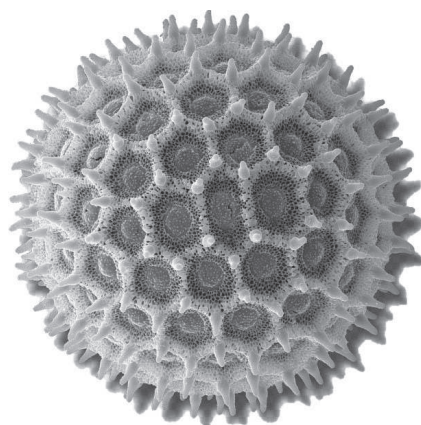
Тесаков Ю. И., Предтеченский Н. Н., Бергер А. Я. и др. Опорный разрез реки Мойеро силура Сибирской платформы. – Новосибирск : Наука, 1985. – 174 с.

Тесаков Ю. И., Каныгин А. В., Ядренкина А. Г. и др. Ордовик северо-запада Сибирской платформы. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2003. – 364 с.

Sweet W. C., Schonlaub H. P. Conodonts of the genus *Oulodus* Branson & Mehl, 1933 // *Geologica et Palaeontologica*. – 1975. – Vol. 9. – Pp. 41–59.

Sweet W. C. The Conodonta: morphology, taxonomy, palaeoecology, and evolutionary history of a long-extinct animal phylum. – Oxford : Clarendon Press, 1988. – 212 p.

ПАЛИНОМОРФЫ



БИОСТРАТИГРАФИЯ СРЕДНЕГО ЭОЦЕНА НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ ПО ДИНОЦИСТАМ

О. Н. Васильева

*Институт геологии и геохимии им. акад. А. Н. Заварицкого УрО РАН,
Екатеринбург, vasilyeva@igg.uran.ru*

MIDDLE EOCENE BIOSTRATIGRAPHY OF THE LOWER VOLGA REGION ON DINOFLAGELLATE CYST

O. N. Vasilyeva

*Zavaritski Institute of Geology and Geochemistry, Ural Branch, Russian Academy of Science,
Ekaterinburg, vasilyeva@igg.uran.ru*

Аннотация. Биостратиграфическое расчленение разреза скв. Равнинная Р-43 в районе Волгоградского Поволжья позволило выявить четыре зоны по диноцистам и дало возможность обосновать лютетский и бартонский ярусы среднего эоцена в краевой зоне морского палеобассейна. Палеоэкологический анализ ассоциаций органикостенного фитопланктона свидетельствует о контрастных обстановках осадконакопления в течение среднего эоцена.

Ключевые слова. Динофлагеллаты, биостратиграфия, средний эоцен, лютетский ярус, бартонский ярус, Нижнее Поволжье.

Abstract. Biostratigraphic subdivision of the R-43 borehole section in the Volgograd Volga region made it possible to distinguish four dinocyst zones, which make it possible to substantiate the Lutetian and Bartonian stages of the Middle Eocene in the marginal area of the marine basin. Paleocological analysis of organic-walled microphytoplankton associations indicates contrasting sedimentation environments during the Middle Eocene.

Key words. Dinoflagellate cyst, biostratigraphy, Middle Eocene, Lutetian, Bartonian, Lower Volga region.

Актуальность биостратиграфии эоцена Нижнего Поволжья обусловлена особенностями осадконакопления в краевой части бассейна Перитетиса, чередованием в разрезе литологически контрастных толщ, присутствием стратиграфических перерывов, дискретным распространением известковистых групп микрофоссилий, недостаточным комплексным палеонтологическим изучением региона. Выполненные ранее исследования (Мусатов, 1996; Запорожец, 1998; Александрова и др., 2011; Венуановский, 2012; Мусатов, Музылев, 2021) значительно расширяют знания о стратиграфии и геологии этой обширной территории. Однако биостратиграфический потенциал органикостенного микрофитопланктона в расчленении и датировании морских толщ эоцена Нижнего Поволжья далеко не исчерпан.

Предпринято палинологическое изучение разреза среднего эоцена в скв. Р-43, пробуренной вблизи пос. Равнинный, в 120 км к юго-западу от г. Волгоград (Васильева, 2019, 2020). Среднеэоценовые отложения изучены в интервале 150–115 м (42 образца) и представлены мечеткинской, куберлинской, керестинской и солонской свитами, залегающими с резкими контактами (рис. 1). Мечеткинская свита образована в нижней части алевролитами глинистыми (166–150 м), в верхней – глинами песчанистыми (150–147 м) и песками (147–143 м). Куберлинская свита (143–140 м) сложена глинами известковистыми с нуммулитами и раковинами моллюсков. Керестинская свита (140–128 м) представлена мергелями светло-серыми с глауконитом. В интервале 133–132 м залегают прослой черных некарбонатных глин. Солонская свита (128–115 м) образована глинами кремнистыми, алевритистыми. В разрезе установлены представительные комплексы органикостенного микрофитопланктона, которые позволяют проследить распространение стратиграфически наиболее важных таксонов и выделить зональные подразделения. Исключением является мечеткинская свита, в которой выделен обедненный комплекс планктона с доминированием акритарх.

Ассоциация цист динофлагеллат мечеткинской и куберлинской свит включает *Wetzelia eocaenica* Agelopoulos, 1967, *Areosphaeridium diktyoplokum* (Klumpp, 1953), *A. michoudii* Bujak, 1994, *A. ebdonii* Bujak, 1994, *Pentadinium laicinctum* Gerlach, 1961, *Cleistosphaeridium diversispinosum* Davey et al., 1961, *Cerebrocysta bartonensis* Bujak in Bujak et al., 1984,

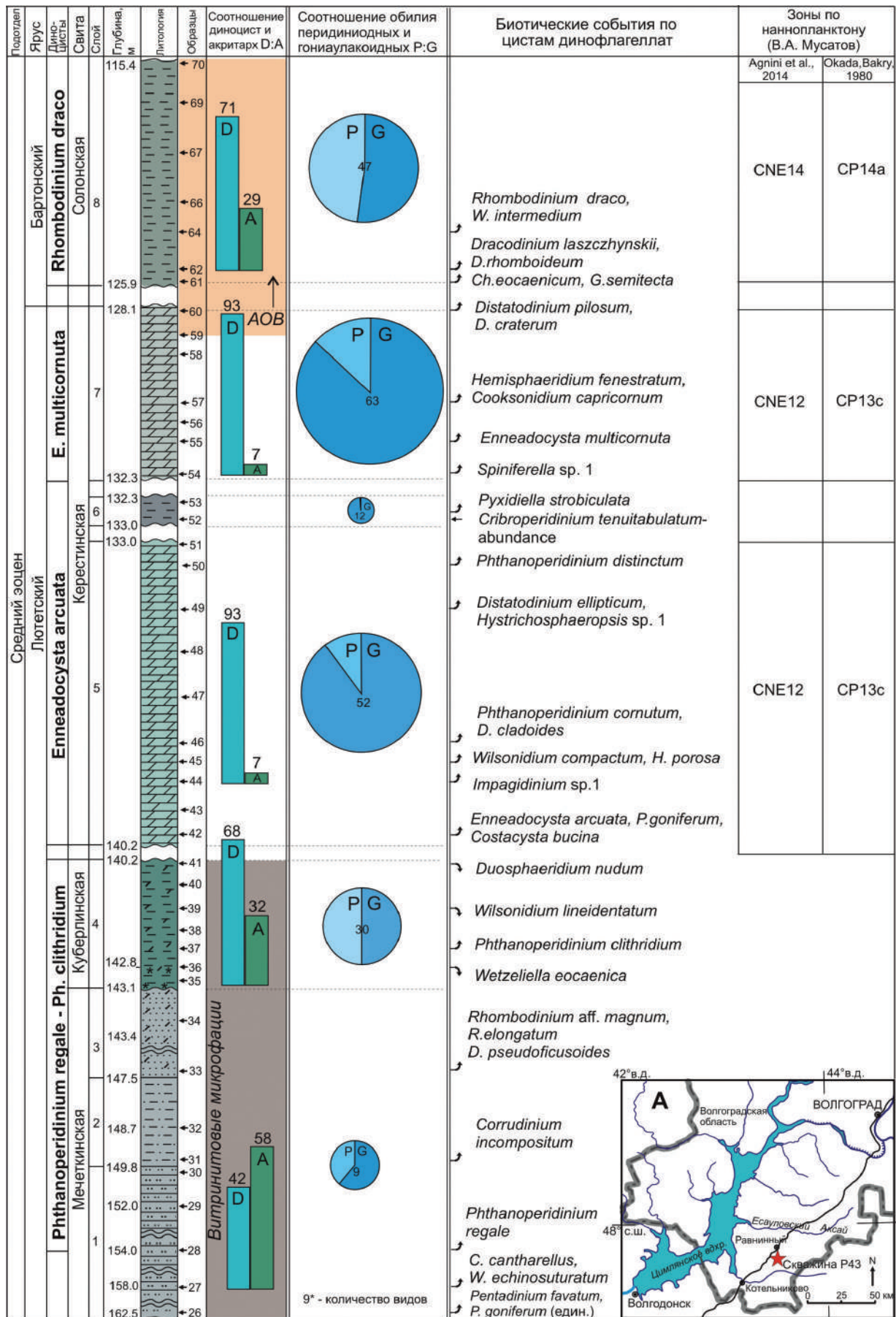


Рис. 1. Строение разреза скв. Равнинная Р-43, зональное расчленение по диноцистам и наннопланктону, основные палеоэкологические характеристики комплекса органикостенного микропланктона и биотические события

А – карта-схема расположения скважины

Tectatodinium pellitum Wall, 1967, виды *Rhombodinium*, *Operculodinium*, *Microdinium*. В комплексе планктона доминируют акритархи *Paucilobimorpha triradiata* De Coninck, 1986.

Последовательное появление в нижнем интервале разреза зональных видов *Phthanoperidinium regale* Bujak, 1994, *Ph. clithridium* Bujak, 1994 позволяет выделить здесь одноименную зону *Phthanoperidinium regale* – *Phthanoperidinium clithridium* (рис. 2), которая предложена для нижней части лютетского яруса Датского бассейна (верхняя часть Lillebalt – низы Sovind Marl Formation) (Heilmann-Clausen, 1988; Heilmann-Clausen, Costa, 1989; Heilmann-Clausen, Van Simaeys, 2005). Появление *Phthanoperidinium regale-clithridium* complex определяется в основании зоны NP15b по нанопланктону и магнитохрона C20r в разрезах Норвежско-Гренландского моря (Eldrett et al., 2004).

Чрезвычайно богатая ассоциация цист динофлагеллат (60–80 таксонов) с минимальным участием пыльцы и спор, акритарх и прازیнофитов установлена в керестинской свите. В основании свиты впервые появляются и стабильно встречаются цисты динофлагеллат *Costacysta bucina* Heilmann-Clausen et Van Simaeys, 2005, *Pentadinium goniferum* Edwards, 1982, *P. aff. lophophorum* (Benedek, 1972). Стратиграфически выше наблюдается последовательное появление *Phthanoperidinium cornutum* Heilmann-Clausen et Van Simaeys, 2005, *Wilsonidium compactum* Michoux, 1988, *Phthanoperidinium distinctum* Bujak, 1994. Постоянная встречаемость в массовых количествах *Enneadocysta arcuata* (Eaton, 1971) позволяет выделить в нижней части керестинской свиты одноименную зону шкалы (Powell, 1992). Данные о первом появлении зонального таксона в разрезах Европы и Восточного Перитетиса значительно разнятся (Eldrett et al., 2004; Heilmann-Clausen, Van Simaeys, 2005; Яковлева, 2017). В скв. Равнинная Р-43 зона *Enneadocysta arcuata* установлена совместно с нанопланктоном зоны CNE12 шкалы (Agnini et al., 2014) или CP13с шкалы (Okada, Bakry, 1980) (устное сообщение В. А. Мусатова), что соответствует средней части лютетского яруса или границе зон NP15/NP16 шкалы (Martini, 1971).

Верхний интервал керестинской свиты характеризуется появлением серии новых видов цист динофлагеллат: *Enneadocysta multicornuta** (Eaton, 1971), *Chiropteridium eocaenicum* Heilmann-Clausen et Van Simaeys, 2005, *Cooksonidium capricornum* Stover et Williams, 1995, *Glaphyrocysta semitecta** Bujak, 1994, *Hemisphaeridium fenestratum* Bujak, 1994, *Distatodinium craterum** Eaton, 1976, *D. ellipticum** Heilmann-Clausen et Van Simaeys, 2005, *D. pilosum** Heilmann-Clausen et Van Simaeys, 2005 (рис. 2). Известно, что часть этих видов появляется в верхнелютетских отложениях(*) Северо-Западной Европы (Heilmann-Clausen, Van Simaeys, 2005; Eldrett et al., 2004), другая часть – распространена в баргоне (Bujak et al., 1980; Stover, Williams, 1995). Появление *Enneadocysta multicornuta*, *D. ellipticum*, *D. craterum* позволяет коррелировать этот стратиграфический интервал с зоной *Glaphyrocysta intricata*, установленной в верхней части Bracklesham Beds в разрезе Whitecliff Bay (Bujak et al., 1980). Верхняя часть керестинской свиты в скв. Р-43 выделена в качестве зоны *Enneadocysta multicornuta* шкалы (Андреева-Григорович, Олейник, 2008) и датируется лютетским ярусом среднего эоцена.

Ассоциация микрофитопланктона солонской свиты существенно обогащена акритархами и прازیнофитами на фоне обильных фрагментов аморфной органики. Появление стратиграфически важных таксонов динофлагеллат *Rhombodinium draco* Gocht, 1955, *Dracodinium rhomboideum* (Alberti, 1961), *Dracodinium laszczyński* Gedl, 1995 позволяет сопоставлять солонскую свиту с артонским ярусом среднего эоцена и выделить здесь зону *Rhombodinium draco* шкалы (Powell, 1992).

Анализ комплексов микрофитопланктона, палинофаций с учетом литологического состава показывает, что среднеэоценовые отложения северной окраинной части бассейна Перитетис, вскрытые в Нижнем Поволжье скв. Равнинная Р-43, представляют собой фрагменты последовательных осадочных циклов, отражающих формирование морского разреза в контрастных седиментационных обстановках. В начале лютетского века (мечеткинская свита) развит мелководный слабо аэрируемый опресненный полузамкнутый бассейн, который постепенно углубляется и обогащается планктонной биотой (куберлинская свита). Развитие нормальных

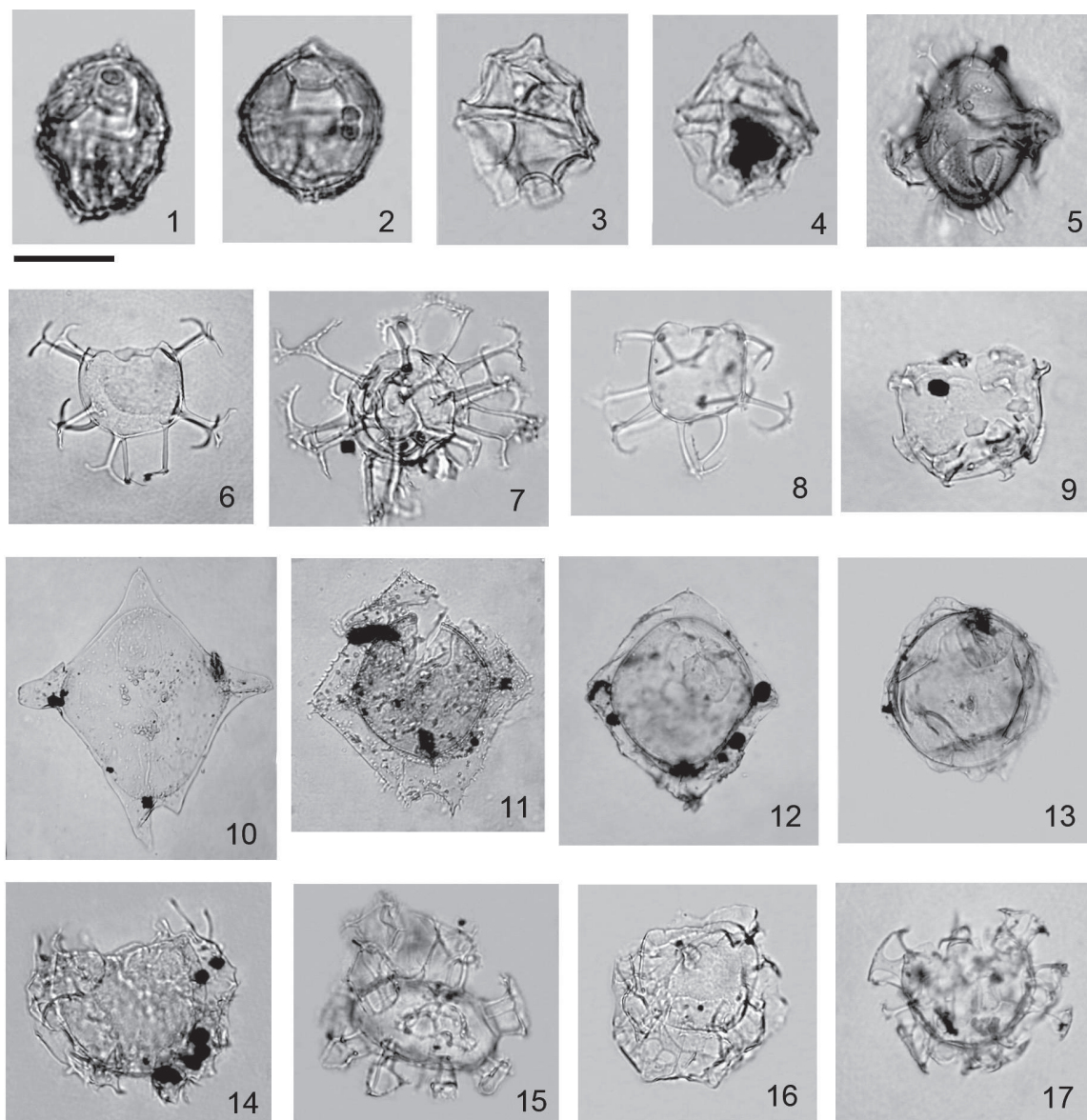


Рис. 2. Некоторые виды цист динофлагеллат из разреза скв. Равнинная Р-43:

1 – *Phthanoperidinium regale* Bujak, 1994, обр. 37; 2 – *Phthanoperidinium clithridium* Bujak, 1994, обр. 41; 3 – *Phthanoperidinium cornutum* Heilmann-Clausen et Van Simaeys, 2005, обр. 46; 4 – *Phthanoperidinium distinctum* Bujak, 1994, обр. 50; 5 – *Pentadinium goniferum* Edwards, 1982, обр. 42; 6 – *Enneadocysta arcuata* (Eaton, 1971) Stover et Williams, 1995, обр. 39; 7 – *Enneadocysta multicornuta* (Eaton, 1971) Stover et Williams, 1995, обр. 55; 8 – *Enneadocysta pectiniformis* (Gerlach, 1961) Stover et Williams, 1995, обр. 49; 9 – *Enneadocysta brevistila* Fensome et al., 2006, обр. 46; 10 – *Rhombodinium denticulatum* He Chengquan, 1991, обр. 46; 11 – *Wilsonidium lineidentatum* (Deflandre et Cookson, 1955) Lentin et Williams, 1976, обр. 39; 12 – *Dracodinium rhomboideum* (Alberti, 1961) Costa et Downie, 1979, обр. 62; 13 – *Dracodinium lazczynskii* Gedl, 1995, обр. 64; 14 – *Chiropteridium eocaenicum* Heilmann-Clausen et Van Simaeys, 2005, обр. 61; 15 – *Hemisphaeridium fenestratum* Bujak, 1980, обр. 61; 16 – *Glaphrocysta semitecta* (Bujak, 1980) Lentin et Williams, 1981 обр. 61; 17 – *Cooksonidium capricornum* (Cookson et Eisenack, 1965) Stover et Williams, 1995, обр. 57. Линейка – 30 мкм

морских условий и формирование бассейна-пролива происходит во второй половине лютетского века (керестинская свита). В пределах этого этапа наблюдается кратковременное падение уровня моря и резкая деградация органикостенной и известковистой планктонной биоты. Бартонский этап проявился в обстановках эуτροφного опресненного бассейна (солонская свита). Граница между лютетским и бартонским ярусами проводится между керестинской и солонской свитами.

Исследования выполнены в рамках государственного задания Института геологии и геохимии УрО РАН 123011800010-5.

Литература

- Александрова Г. Н., Беньямовский В. Н., Запорожец Н. И.* и др. Палеоген юго-запада Волгоградской области (скв. 13, Гремячинская площадь). Ст. 1. Биостратиграфия // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2011. – Т. 19. – № 3. – С. 70–95.
- Андреева-Григоревич А. С., Олейник Э. С.* Новые данные об органикостенном фитопланктоне эоценовых отложений из керна парастратотипических скважин Бахчисарая / отв. ред. П. Ф. Гожик // Биостратиграфические основы построения стратиграфических схем фанерозоя Украины: Сб. науч. тр. ИГН НАН Украины. – Киев, 2008. – С. 159–163.
- Васильева О. Н.* Зональное деление по диноцистам среднеэоценовых отложений Волгоградского Поволжья // Ежегодник-2018. Тр. ИГГ УрО РАН. – 2019. – Вып. 166. – С. 3–11.
- Васильева О. Н.* Палеоэкологические обстановки осадконакопления Нижнего Поволжья в среднеэоценовое время по данным изучения органикостенного планктона // Ежегодник-2019. Тр. ИГГ УрО РАН. – 2020. – Вып. 167. – С. 3–16.
- Запорожец Н. И.* Новые данные по фитостратиграфии эоцена и олигоцена Северных Ергеней (юг Русской платформы) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 1998. – Т. 6. – № 3. – С. 56–73.
- Мусатов В. А.* Биостратиграфия палеогеновых отложений Нижнего Поволжья по известковому нанопланктону // Автореф. канд. геол.-минерал. наук. – Саратов : Изд-во Саратовского гос. ун-та, 1996. – 25 с.
- Мусатов В. А., Музылев Н. Г.* Бартонский ярус среднего эоцена европейской части России. Стратиграфический объем и критерии определения границ. Ст. 3. Детальная зональная стратиграфия по нанопланктону лютетско-бартонского интервала разрезов Северных Ергеней (Россия) и обоснование нижней границы бартонского яруса // Недра Поволжья и Прикаспия. – 2021. – Вып. 104. – С. 4–29.
- Яковлева А. И.* Диноцисты позднепалеоценовых и эоценовых морских бассейнов Евразии: систематика, детальная биостратиграфия и реконструкция палеообстановок // Автореф. д-ра геол.-минерал. наук. – М. : ГИН РАН, 2017. – 50 с.
- Agnini C., Fornaciari E., Raffi I.* et al. Biozonation and biochronology of Paleogene calcareous nannofossils from low and middle latitudes // Newsletters on Stratigraphy. – 2014. – Vol. 47/2. – Pp. 131–181.
- Beniamovskiy V. N.* A high resolution Lutetian-Bartonian planktonic foraminiferal zonation in the Crimean-Caucasus region of the northeastern Peri-Tethys // Austrian Journal of the Earth Sciences. – 2012. – Vol. 105. – No. 1. – Pp. 117–128.
- Bujak J. P., Downie C., Eaton G. L., Williams G. L.* Dinoflagellate cysts and acritarchs from the Eocene of the Southern England // Special Papers in Paleontology. – 1980. – No. 24. – 100 p.
- Eldrett J. S., Harding I. C., Firth J. V., Roberts A. P.* Magnetostratigraphic calibration of Eocene–Oligocene dinoflagellate cyst biostratigraphy from the Norwegian–Greenland Sea // Marine Geology. – 2004. – Vol. 204. – Pp. 91–127.
- Heilmann-Clausen C.* The Danish Subbasin. Paleogene dinoflagellates // The Northwest European Tertiary Basin. Geologisches Jahrbuch Reihe A. – 1988. – Vol. 100. – Pp. 339–343.
- Heilmann-Clausen C., Costa L. I.* Dinoflagellate zonation of the uppermost Paleocene? to lower Miocene in the Wursterheide research well, NW Germany // Geologisches Jahrbuch. – 1989. – A 111. – Pp. 431–521.
- Heilmann-Clausen C., Van Simaey S.* Dinoflagellate cysts from the Middle Eocene to ?Lowermost Oligocene succession in the Kysing research borehole, Central Danish basin // Palynology. – 2005. – Vol. 29. – Pp. 143–204.
- Martini E.* Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation / ed. A. Farinacci // Proceeding of the Second Planktonic Conference, Roma, 2. – 1971. – Pp. 739–785.
- Okada H., Bukry D.* Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-latitude coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973, 1975) // Marine Micropaleontology. – 1980. – Vol. 5. – Pp. 321–325.
- Powell A. J.* Dinoflagellate cysts of the Tertiary System / ed. A. J. Powell // A stratigraphic index of Dinoflagellate cysts, London: British Micropaleontol. Soc. Ser. – 1992. – Pp. 155–251.
- Stover L. E., Williams G. L.* A revision of the Paleogene dinoflagellates genera *Areosphaeridium* Eaton 1971 and *Eatonicysta* Stover and Evitt 1978 // Micropaleontology. – 1995. – Vol. 41. – No. 2. – Pp. 97–141.

НЕПЫЛЬЦЕВЫЕ ПАЛИНОМОРФЫ В ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ ОЗЕРА БАЛЫКТУКЁЛЬ (ГОРНЫЙ АЛТАЙ)

Ю. Д. ВнукOVская^{1,2}, О. Б. Кузьмина², Н. А. Рудая³

¹ Новосибирский государственный университет, Новосибирск, *VnukovskayaYD@ipgg.sbras.ru*

² Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,
Новосибирск, *KuzminaOB@ipgg.sbras.ru*

³ Институт археологии и этнографии СО РАН, Новосибирск, *nrudaya@gmail.com*

NON-POLLEN PALYNOFORMS OF THE BALYKTUKEL LAKE HOLOCENE SEDIMENTS (GORNYY ALTAI)

Y. D. Vnukovskaya^{1,2}, O. B. Kuzmina², N. A. Rudaya³

¹ *Novosibirsk State University, Novosibirsk, VnukovskayaYD@ipgg.sbras.ru*

² *Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, KuzminaOB@ipgg.sbras.ru*

³ *Institute of Archaeology and Ethnography, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, nrudaya@gmail.com*

Аннотация. Изучен таксономический состав и характер распределения непыльцевых палиноморф в колонке донных отложений оз. Балыктукель, расположенного на Улаганском плато в центральной части Горного Алтая. Реконструированы локальные экологические условия озера за последние ~ 7 кал. тыс. лет.

Ключевые слова. Средний–поздний голоцен, озерные отложения, непыльцевые палиноморфы, Горный Алтай.

Abstract. The taxonomic composition and the distribution features of non-pollen palynomorphs in the core sediments of Lake Balyktukel located on the Ulagan plateau in the central part of the Altai Mountains are studied. The local ecological conditions of the lake for the last ~ 7 kyr are reconstructed.

Key words. Middle–Late Holocene, lacustrine sediments, non-pollen palynomorphs, Gorny Altai.

Изучение изменений климата на планете в настоящее время является одной из приоритетных задач для ученых во всем мире. Палеозаписи донных отложений озер являются надежным источником для оценки динамики климата, реконструкции природных условий и биоразнообразия в голоцене.

В 2018 г. сотрудниками лаборатории PaleoData Института археологии и этнографии СО РАН с помощью гравитационного пробоотборника UNITEC был получен керн донных отложений оз. Балыктукель. Керн был отобран из самой глубокой точки озера 23,9 м, длина керна составила 2,35 м. По данным радиоуглеродного анализа, возраст керна оценивается в ~ 7 кал. тыс. лет. Радиоуглеродное датирование было выполнено в Институте полярных и морских исследований им. Альфреда Вегенера (ФРГ) и Тайбейском университете (Тайвань). На основе 12 радиоуглеродных дат в программе Bacon 2.2 (Blaauw, Christen, 2011) был рассчитан возраст отложений каждого образца, с использованием калибровочной кривой IntCal20 (Reimer et al., 2020) была построена глубинно-возрастная модель озера (Karachurina et al., 2023).

Оз. Балыктукель (50,53° с. ш. 87,70° в. д., 1842 м н. у. м.) находится в Улаганском районе Республики Алтай (рис. 1), оно питается в основном талыми водами, в него впадает небольшая речка и вытекает речка, впадающая в р. Сарыачик. По 13 образцам рассчитано общее содержание углерода и азота, анализ соотношения этих элементов показывает, что органика в озере накапливалась автохтонно (Рудая, 2021).

Образцы для проведения палинологического анализа были отобраны через 2–3 см, всего изучен 61 образец. Кроме пыльцы и спор в препаратах велся подсчет непыльцевых палиноморф (НПП). Построение диаграммы, расчет концентраций НПП, выделение зон выполнено с применением новых версий программ Tilia, TiliaGraph и CONISS (Grimm, 2004). Палеозапись непыльцевых палиноморф была разделена на четыре зоны (рис. 2). Зоны выделены с учетом слагающих их комплексов НПП, отличающихся по структуре и таксономическому составу от подстилающих и перекрывающих слоев.

NPZI (237–223 см; 6,95–6,5 кал. тыс. лет назад) характеризуется относительно высоким количеством цианобионтов, особенно планктонных *Aphanizomenon* и *Microcystis*. *Anabaena*

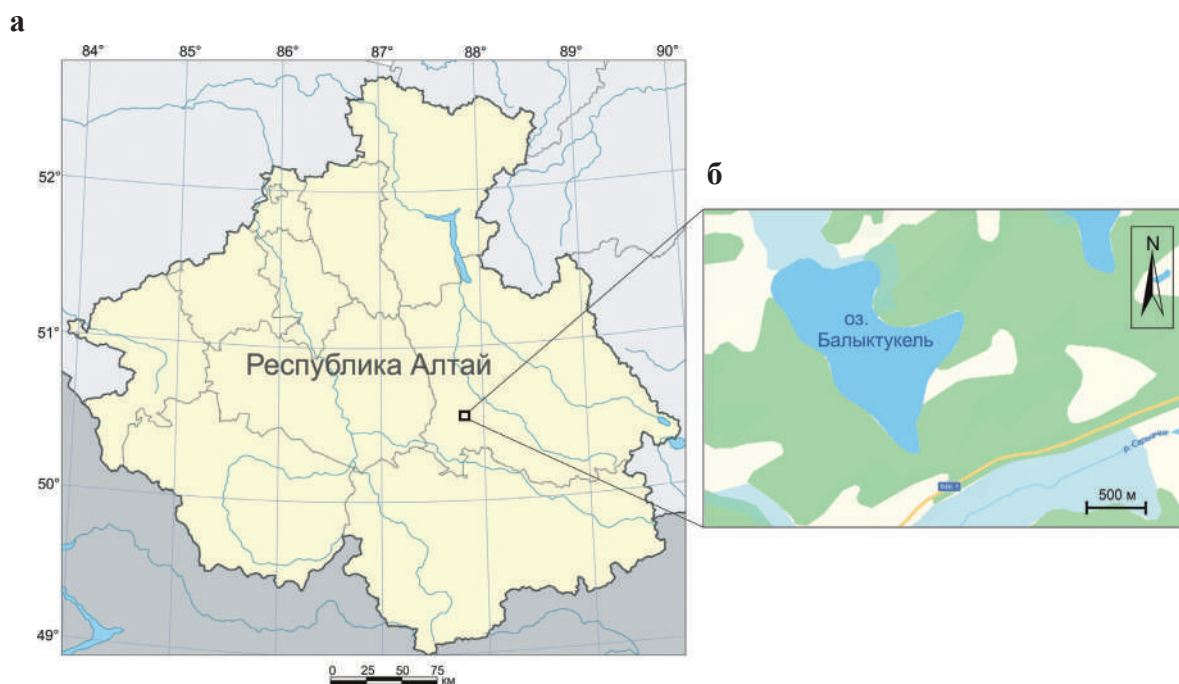


Рис. 1. Карта-схема расположения изученного озера:
 а – карта-схема Республики Алтай; б – карта-схема оз. Балыктукель

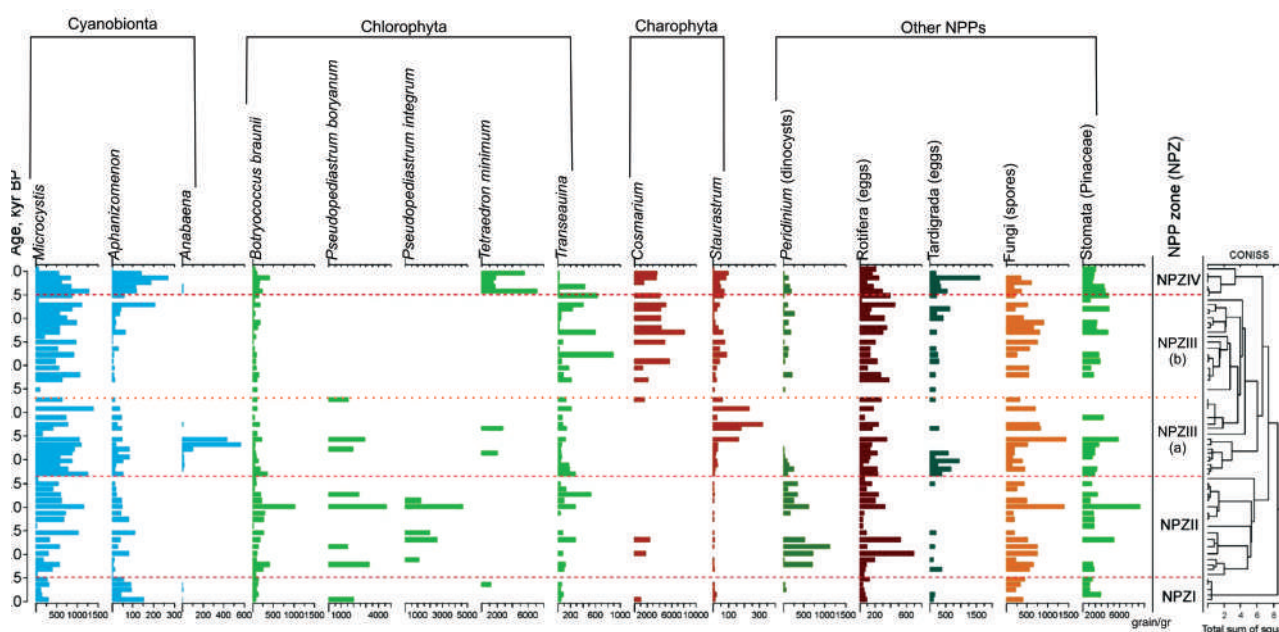


Рис. 2. Диаграмма непыльцевых палиноморф колонки донных отложений оз. Балыктукель (приведены концентрации НПП – количество в 1 г осадка)

встречается постоянно, но в небольших количествах. Зеленые водоросли постоянно встречающимися *Botryococcus braunii* Kützing, 1849 и *Transeauina*, а также *Pseudopediastrum boryanum* (Turpin) Hegewald, 2005 в нижней части зоны и *Tetraedron minimum* (Brown) Hansgirg, 1889 в ее верхней части. Такой состав фитопланктона характерен для теплого водоема. Харовые водоросли представлены родом *Staurastrum*, который встречается постоянно, но в очень низких концентрациях. В относительно небольшом количестве встречаются яйца колероваток, споры сапрофитных грибов и устьица хвойных деревьев.

В NPZII (223–150 см; 6,5–4,3 кал. тыс. лет назад) очень высокие концентрации динофитовых водорослей (*Peridinium* sp.), яиц *Rotifera*, также увеличиваются концентрации *Microcystis*, Chlorophyta и спор грибов. *Staurastrum*, как и в первой зоне, обнаруживается постоянно, но в очень низких концентрациях. *Anabaena* и *Tetraedron minimum* в этом интервале не встречаются. В NPZII появляется *Pseudopediastrum integrum* (Nägeli) Jena et Bock, 2014, этот вид встречается только в ней (от 6,1 кал. тыс. лет до 4,8 тыс. лет назад).

NPZIII (150–24 см; 4,3–0,5 кал. тыс. лет назад) разделена на две подзоны (NPIIIa и NPIIIb). Зона в целом характеризуется увеличением концентрации *Microcystis*, яиц Tardigrada, а также планктонного *Staurastrum*, что свидетельствует об увеличении эвтрофности и цветении озера в этот период. Также наблюдается значительное снижение концентрации *Botryococcus braunii*. Нижняя подзона NPIII(a) характеризуется присутствием *Anabaena* с ярким пиком около 3,7–3,6 кал. тыс. лет назад, тогда же появляется *Pseudopediastrum boryanum* и исчезают динофитовые водоросли. Нижняя граница верхней подзоны NPIII(b) имеет возраст 2,7 кал. тыс. лет назад и характеризуется исчезновением *Pseudopediastrum boryanum*, а также появлением динофитовых водорослей, которые после встречаются постоянно в небольших концентрациях. В верхней подзоне увеличиваются концентрации *Cosmarium*. Появление динофитовых водорослей и *Cosmarium* могут свидетельствовать о закислении воды в это время (Zippi et al., 1991).

Самая верхняя NPZIV (24–0 см; 0,5–0 кал. тыс. лет назад) отличается резким увеличением планктонных *Aphanizomenon* и *Tetraedron minimum*, последний ранее встречался единично в NPZI и NPZIII. Концентрация *Botryococcus braunii* увеличивается незначительно. За последние 500 лет наблюдается увеличение концентрации цианобионтов *Aphanizomenon* и *Microcystis*, за счет чего происходит цветение воды в озере.

Анализ состава непыльцевых палиноморф в колонке донных отложений оз. Балыктукэль показал присутствие в водной среде палеозера цианобионтов, зеленых, харовых и динофитовых водорослей, яиц коловраток и тихоходок, спор грибов и устьиц хвойных древесных. С начала палеозаписи и до 6,5 кал. тыс. лет назад в составе фитопланктона озера доминируют цианобионты, что говорит о цветении воды в это время. После 6,5 кал. тыс. лет назад увеличивается доля зеленых (*Botryococcus*, *Pseudopediastrum boryanum*, *Transeauina*) и динофитовых водорослей. По данным элементного анализа с начала палеозаписи и до 5 кал. тыс. лет назад реконструируется наиболее высокий уровень воды в озере и высокая биопродуктивность (Рудая, 2021). Высокие значения фосфора (Рудая, 2021), по-видимому, обусловили появление большого количества цианобионтов и динофитовых водорослей в этот период. Появление *Pseudopediastrum integrum* около 6,1 кал. тыс. лет назад говорит о более холодных и олиготрофных условиях в озере в это время (Komarek, Jankovska, 2001).

После 4,3 кал. тыс. лет назад в озере резко падает количество зеленых водорослей *Botryococcus*, что совпадает с увеличением биома тундры на этом рубеже, вызванного похолоданием климата (Karachurina et al., 2023). Также после 4,3 кал. тыс. лет назад в сообществе фитопланктона постепенно начинает увеличиваться доля харовых водорослей. Это говорит о том, что берега водоема стали постепенно заболачиваться – *Cosmarium* и *Staurastrum* весьма характерны для заболоченных озер. Максимальные их количества наблюдаются после 2,2 кал. тыс. лет назад. Данные по непыльцевым палиноморфам подтверждаются результатами анализа седиментационной ДНК (Karachurina et al., 2023): присутствие в сообществе небольших кустарничков семейства вересковых и мхов, которые распространились вокруг озера примерно 2–1,8 кал. тыс. лет назад, говорит о заболаченности местности. Также косвенным свидетельством заболачивания может служить значительное увеличение рдеста между 2 и 1,4 кал. тыс. лет назад (Karachurina et al., 2023). Учитывая экологию растительного сообщества, выявленного в этом интервале, озеро, по-видимому, представляло собой илистый, заболоченный водоем с медленным течением и высокой прозрачностью воды в этот период времени (Karachurina et al., 2023). Возможно, этому способствовало также уменьшение после 2,2 кал. тыс. лет назад количества осадков, рассчитанное по палинологическим данным (Рудая, 2021).

Пик цветения цианобионтов рода *Anabaena* приходится на период между 3,8–3,5 кал. тыс. лет назад. Он может быть связан с бескислородным режимом придонных вод, когда вода в озере не перемешивалась. Высокие значения Fe/Mn, указывающие на анаэробные условия, выявлены на рубеже 3,9 кал. тыс. лет назад (Рудая, 2021).

В последние 500 лет в сообществе микрофитопланктона оз. Балыктукель резко увеличивается количество цианобионтов и зеленых водорослей, что говорит о цветении водоема. Однако самые верхние современные образцы колонки донных отложений озера содержат единичные остатки таких водорослей, что указывает на чистую воду без цветения.

Исследования выполнены при финансовой поддержке гранта РФФ 20-17-00110 и проекта FWZZ-2022-0004.

Литература

Рудая Н. А. Изменения климата, растительности и фиторазнообразия Алтайской горной страны в конце МИС 2 и голоцене // Дисс. д-ра географ. наук. – М., 2021. – 98 с.

Blaauw M., Christen J. A. Flexible paleoclimate age-depth models using an autoregressive gamma process // *Bayesian Analysis*. – 2011. – Vol. 6. – Pp. 457–474. – URL: <https://doi.org/10.1214/11-BA618>

Grimm E. Tilia software 2.0.2. Illinois State Museum Research and Collection Center. – Springfield, 2004.

Karachurina S., Rudaya N., Frolova L. et al. Terrestrial vegetation and lake aquatic community diversity under climate change during the mid-late Holocene in the Altai Mountains // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – 2023. – Vol. 623. – 111623. – URL: <http://doi.org/10.1016/j.palaeo.2023.111623>

Komárek J., Jankovská V. Review of the Green Algal Genus *Pediastrum*; Implication for Pollen-analytical Research // *Bibliotheca Phycologica*. – 2001. – Vol. 108. – 127 p.

Reimer P., Austin W., Bard E. et al. The IntCal20 northern hemisphere radiocarbon age calibration curve (0–55 cal kBP) // *Radiocarbon*. – 2020. – Vol. 62. – Iss. 4. – Pp. 725–757. – URL: <https://doi.org/10.1017/RDC.2020.41>

Zippi P. A., Yung Y. K., Welbourn P. M. et al. Extraction of Zygnemataceae zygospores from lake sediments and their potential as paleo-indicators of Lake-Acidification (RAC project No 464G). – Toronto : Ontario Ministry of the Environment, 1991. – 47 p.

**ДИНАМИКА РАЗВИТИЯ НАЗЕМНОЙ И ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ
НА ОСТРОВЕ ВАЛААМ (СЕВЕР ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА)
В ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ ПО ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИМ ДАННЫМ
ОЗЕРА АНТОНИЕВСКОЕ**

Т. Ю. Газизова, Т. В. Сапелко

Институт озероведения РАН – СПб ФИЦ РАН, Санкт-Петербург, tssml@bk.ru

**DYNAMICS OF TERRESTRIAL AND AQUATIC VEGETATION DEVELOPMENT
ON THE VALAAM ISLAND (NORTHERN PART OF LAKE LADOGA)
ACCORDING TO PALYNOLOGICAL DATA
OF LAKE ANTONIEVSKOE**

T. Yu. Gazizova, T. V. Sapelko

Institute of Limnology, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, tssml@bk.ru

Аннотация. Статья посвящена реконструкции позднеголоценовой истории природной среды на о. Валаам (север Ладожского озера) и динамики развития оз. Антониевское по данным палинологического анализа колонки донных отложений последнего. Рассмотрены смены растительных сообществ на суше и этапы развития водоема в связи с его изоляцией от Ладожского озера. Особое внимание уделено водным растениям.

Ключевые слова. Ладожское озеро, Валаам, голоцен, озерные отложения, палинологический анализ, макрофиты.

Abstract. The article is devoted to the reconstruction of the Valaam Island natural environment and the dynamics of the Lake Antonievskoye development in Late Holocene according to palynological data of the lake sediments sequence. The changes of vegetation on land and the stages of the lake development in connection with its isolation from Lake Ladoga are considered. Special attention is given to macrophytes.

Key words. Lake Ladoga, Valaam Island, Holocene, lake sediments, pollen analysis, macrophytes.

В рамках палеолимнологических экспедиций Института озероведения РАН летом 2019 г. были проведены исследования на о. Валаам (Sapelko et al., 2020), расположенном в северной части акватории Ладожского озера. Площадь острова составляет 28 км², наземная растительность представлена преимущественно старовозрастными сосновыми и елово-сосновыми лесами (Экосистемы ... , 2016; Современное ... , 2021). В ходе полевых работ были отобраны керны донных отложений и поверхностные пробы оз. Антониевское – небольшого лесного водоема площадью 0,028 км² и глубиной до 3,5 м (Степанова, 2021), находящегося на абсолютной отметке 17 м над уровнем моря. На одном из этапов своего развития озеро являлось частью Ладожского озера, однако оказалось изолировано в результате позднеголоценовой Ладожской регрессии (Сапелко и др., 2018). Общая мощность отобранных отложений составляет 1 м, они представлены серой глиной, опесчаненной гиттией и органогенной гиттией.

По данным корреляции с имеющимися радиоуглеродными датировками колонка донных отложений оз. Антониевское охватывает конец атлантического – начало суббореального, суббореальный и субатлантический периоды голоцена. Время начала изоляции оз. Антониевское от Ладожского озера предположительно соотносится с границей между палинозонами 1 и 2 и относится ко времени 3150–2900 кал. лет назад (Saarnisto, 2012). Общие тенденции развития растительных сообществ и, в частности, типов леса на территории острова коррелируют с имеющимися реконструкциями для северного Приладожья (Делюсина, 1988; Delusin, Donner, 1995; Saarnisto, 2012; Сапелко и др., 2014; Сапелко, Корнеенкова, 2017; Газизова, Сапелко, 2021, 2022).

По данным палинологического анализа колонки донных отложений оз. Антониевское (рис. 1) были выделены три периода развития растительности на изучаемой территории. Так, в нижней части разреза (глубина 463–447 см) на изучаемой территории реконструированы сосновые и березово-сосновые леса. Ель встречается гораздо реже, ее роль в формировании лесного покрова невысока. В подлеске произрастают ольха серая и можжевельник; на заболоченных местах – карликовая береза. На переувлажненных местах и берегах водоемов растут черная ольха и ива. В небольшом количестве встречаются широколиственные породы, представленные

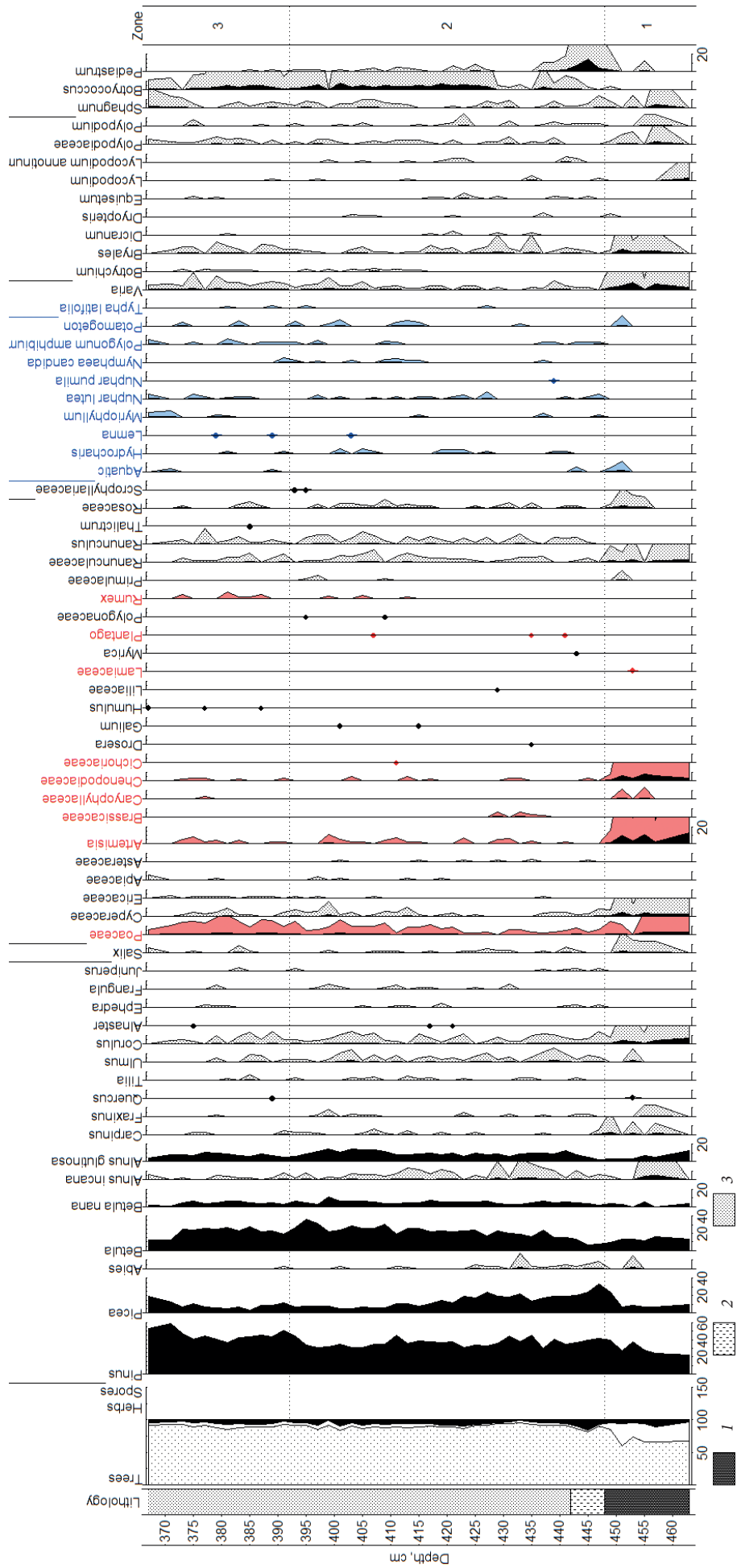


Рис. 1. Спорво-пыльцевая диаграмма донных отложений оз. Антониевское:

1 — серая глина; 2 — опесчанная гиттия; 3 — органогенная гиттия

вязом, дубом, грабом и ясенем. Таксономическое разнообразие травяно-кустарничкового яруса невысокое; в травяном покрове развиваются разнотравно-марево-полынные сообщества. Доминирующая роль у сорных растений – представителей семейства маревых и полыней, встречаются гвоздичные и яснотковые. Также присутствуют злаковые, лютиковые, розоцветные, другие представители лесного разнотравья. На сырых и заболоченных местах произрастают виды семейства осоковых, из споровых растений – сфагновые и бриевые мхи. Под лесным пологом также произрастают многоножковые, реже плауны.

В следующем периоде (глубина 447–392 см) сохраняется преобладающая роль сосны. К середине периода роль березы в формировании лесного покрова острова значительно возрастает. В первой половине периода также заметно увеличивается роль ели, однако во второй половине доля этой породы вновь снижается. На изучаемой территории развиваются сосновые, березово-сосновые, елово-сосновые, елово-березово-сосновые леса. Повышается роль черной ольхи, что может свидетельствовать об увеличении площади переувлажненных территорий. Роль карликовой березы также возрастает. Широколиственные породы встречаются стабильно, среди них заметно преобладает вяз; также присутствуют дуб, граб и ясень. Разнообразие травянистых растений возрастает, в травяно-кустарничковом ярусе развиваются злаково-разнотравные сообщества. Преобладающими являются представители злаковых, лютиковых (включая род лютик), розоцветных, сорные растения (полыни, маревые); встречаются сложноцветные, зонтичные, подмаренники и другие виды разнотравья. Среди споровых растений – многоножковые, хвощи, плауны (включая плаун годичный), гроздовники, щитовники. Среди рудеральных растений также отмечены капустные, щавель, подорожник, цикориевые. Водно-болотные сообщества представлены осоковыми, вересковыми, встречена роснянка; в моховом ярусе – сфагновые и бриевые мхи. В этот период в оз. Антониевское обильно развиваются зеленые водоросли (*Volvoxococcus*, *Pediastrum*).

В период формирования верхней части разреза (глубина 392–367 см), как и на протяжении всего времени осадконакопления, главной доминирующей породой в лесном покрове является сосна. Береза выступает создателем. Роль ели низкая, лишь в самой верхней части разреза ее доля немного возрастает. Можно говорить о развитии сосновых и березово-сосновых лесов на территории исследования. Роль черной ольхи снижается в сравнении с предыдущим периодом, однако остается довольно высокой. Значение карликовой березы в растительном покрове немного повышается. Распространение широколиственных пород уменьшается, среди них встречаются вяз, дуб, граб, ясень, а также появляется липа. В подлеске растут лещина, можжевельник, эфедра, ольховник, крушина; на увлажненных участках – ива. Среди травянистых и споровых растений преобладающими таксонами являются злаковые, лютиковые (включая род лютик), розоцветные, сорные растения (полыни, щавель, маревые), разнотравье, многоножковые, гроздовники. Водно-болотная растительность представлена осоковыми, вересковыми, среди споровых – сфагновыми и бриевыми мхами. Из зеленых водорослей в оз. Антониевское встречается *Volvoxococcus*.

На основании динамики пыльцы водных растений и палеорекострукции растительности были выделены три этапа развития оз. Антониевское в прошлом. Первый этап можно отнести к концу атлантического – суббореального периоду голоцена, он связан с существованием на территории изучения залива Ладожского озера. В то время как на суше произрастают сосновые и березово-сосновые леса, в водах залива развивается довольно бедная растительность, представленная, в частности, *Potamogeton* sp.

На втором этапе в конце суббореального периода голоцена (около 3000 лет назад) происходит резкое падение уровня Ладожского озера, которое вызывает обособление оз. Антониевское. Изоляция водоема сопровождалась дестабилизацией озерной экосистемы, сменой литологического состава донных отложений с серой глины на опесчаненную гиттию. Водная растительность постепенно обособляющегося водоема была представлена *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Polygonum amphibium* L. и *Myriophyllum* sp. На суше в это время развиваются елово-сосновые и сосновые леса.

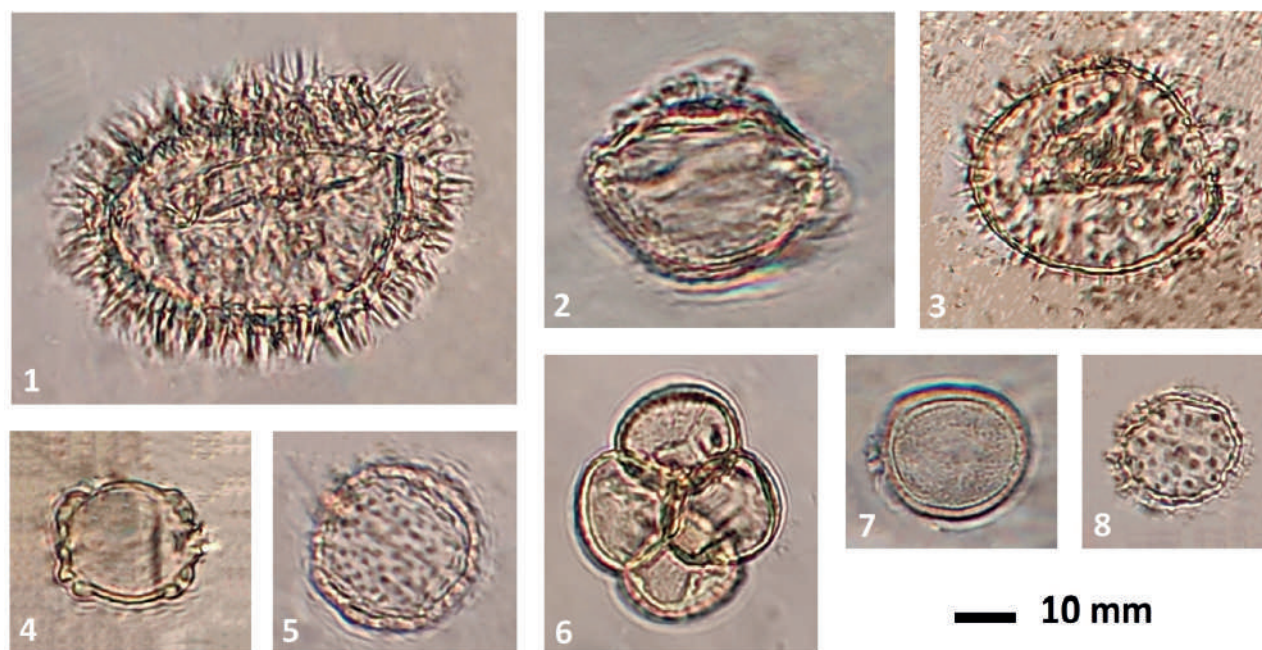


Рис. 2. Пыльца макрофитов, встреченная в колонке донных отложений оз. Антониевское:
 1 – *Nuphar lutea*; 2 – *Nymphaea candida*; 3 – *Nuphar pumila*; 4 – *Myriophyllum* sp.; 5 – *Hydrocharis* sp.; 6 – *Typha latifolia*; 7 – *Potamogeton* sp.; 8 – *Lemna* sp.

На третьем этапе, который можно отнести к субатлантическому периоду, на суше в разное время преобладают сосновые, березово-сосновые, елово-сосновые и елово-березово-сосновые леса. В оз. Антониевское продолжает формироваться и развиваться собственная водная растительность. Видовое разнообразие и распространение пыльцы макрофитов довольно высокое, что свидетельствует о благоприятных условиях для развития водных растений в озере. С начала процесса изоляции доминируют *Nuphar lutea* (L.) Sm. и *Polygonum amphibium* L., после полного обособления оз. Антониевское водная среда начинает активно заселяться *Hydrocharis* sp. Позднее доминантом становится также *Potamogeton* sp. Одновременно с ним появляется *Nymphaea candida* J. Presl & C. Presl, однако спустя какое-то время ее пыльца исчезает из спектров, как и пыльца спорадически встречавшегося прибрежного вида *Typha latifolia* L. Пыльца *Myriophyllum* sp. встречается редко, но ближе к настоящему времени она также становится одним из преобладающих видов. Пыльца *Lemna* sp. отмечена единично.

В настоящее время оз. Антониевское представляет собой небольшой зарастающий водоем; его водная растительность по результатам анализа поверхностных проб донных отложений представлена *Potamogeton* sp., *Nuphar lutea* (L.) Sm., *Myriophyllum* sp., вновь появившейся *Nymphaea candida* J. Presl & C. Presl и *Sparganium* sp. На окружающей территории произрастают березово-сосновые леса с присутствием ели.

Пыльца некоторых макрофитов, встреченная при палинологическом анализе колонки донных отложений оз. Антониевское, представлена на рис. 2.

Исследование выполнено в рамках государственного задания ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН по теме № 0154-2019-0001: «Комплексная оценка динамики экосистем Ладожского озера и водоемов его бассейна под воздействием природных и антропогенных факторов».

Литература

Современное состояние и проблемы антропогенной трансформации экосистемы Ладожского озера в условиях изменяющегося климата / под ред. С. А. Кондратьева, Ш. Р. Позднякова и В. А. Румянцева. – М. : Российская академия наук, 2021. – 637 с.

Газизова Т. Ю., Сапелко Т. В. Роль пыльцы макрофитов в палеолимнологических исследованиях оз. Ховантлампи // Пути эволюционной географии. Материалы II Всероссийской научной конференции, посвященной памяти профессора А. А. Величко. – М. : Институт географии РАН, 2021. – С. 73–76.

Газизова Т. Ю., Сапелко Т. В. Позднеголоценовая растительность острова Валаам (северная часть Ладожского озера) по палинологическим данным оз. Витальевского / под ред. Н. С. Болиховской // Актуальные проблемы современной палинологии: Материалы XV Всероссийской палинологической конференции. – М. : ГЕОС, 2022. – С. 119–124. – DOI:10.54896/9785891188532_2022_23

Делюсина И. В. Биостратиграфия поздне- и послеледниковых отложений Ладожского озера и палеоклиматология Приладожья по палинологическим данным: автореф. дисс. канд. геол.-минерал. наук: 04.00.09 // АН ЭССР. Ин-т геологии. – Таллин, 1988. – 15 с.

Сапелко Т. В., Кузнецов Д. Д., Корнеевкова Н. Ю. и др. Палеолимнология внутренних озер острова Путсаари (Ладожское озеро) // Изв. РГО. – 2014. – Т. 146. – № 3. – С. 29–40.

Сапелко Т. В., Корнеевкова Н. Ю. Реконструкция истории островных озер по данным палинологического и ботанического анализов // Актуальные проблемы современной палинологии: Материалы XIV Всероссийской палинологической конференции. – М., 2017. – С. 311–315.

Сапелко Т. В., Терехов А. В., Амантов А. В. Ладожская трансгрессия: реконструкция финальной стадии и последующего спада в северной части озера // Региональная геология и металлогения. – 2018. – № 75. – С. 23–34.

Степанова А. Б., Воякина Е. Ю., Зуева Н. В. и др. Водная система Валаамского архипелага. Малые лесные озера // Современное состояние и проблемы антропогенной трансформации экосистемы Ладожского озера в условиях изменяющегося климата. – СПб., 2021. – С. 477–485.

Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже 20 и 21 веков. Черты уникальности и современное состояние: атлас / под ред. А. Б. Степановой. – СПб. : РГГМУ, 2016. – 44 с.

Delusin I., Donner J. Additional evidence of the Holocene transgression in Lake Ladoga on the basis of an investigation of the beach deposits on the island of Mantsinsaari // Bulletin of the Geological Society of Finland. – 1995. – Pp. 39–50.

Saarnisto M. Late Holocene land uplift/neotectonics on the island of Valamo (Valaam), Lake Ladoga, NW Russia // Quaternary International. – 2012. – Vol. 260. – Pp. 143–152.

Sapelko T., Kuznetsov D., Ludikova A. et al. The development of island lakes of Lake Ladoga during the Late Pleistocene Holocene // Limnology and Freshwater Biology. – 2020. – Vol. 4. – Pp. 470–471. – DOI:10.31951/2658-3518-2020-A-4-470

СПОРОВО-ПЫЛЬЦЕВЫЕ СПЕКТРЫ ПОЙМЕННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ В НИЗОВЬЕ РЕКИ КУЯ (СЕВЕРО-ЗАПАД БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ)

Ю. В. Голубева, Т. И. Марченко-Вагапова, В. А. Исаков

Институт геологии им. акад. Н. П. Юшкина Коми НЦ УрО РАН, Сыктывкар, yvgolubeva@geo.komisc.ru

THE SPORE-POLLEN SPECTRA OF FLOODPLAIN DEPOSITS IN THE LOWER REACH OF THE KUI RIVER (THE NORTHWEST OF THE BOLSHEZEMELSKAYA TUNDRA)

Yu. V. Golubeva, T. I. Marchenko-Vagapova, V. A. Isakov

*Yushkin Institute of Geology, Komi Science Centre, Ural Branch, Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar, yvgolubeva@geo.komisc.ru*

Аннотация. В статье приведена характеристика спорово-пыльцевых спектров и непыльцевых палиноморф по результатам изучения голоценовых осадков в долине р. Куя. Прослежены ландшафтно-климатические изменения в течение среднего и позднего голоцена от средне- и северотаежных еловых и елово-березовых лесов в суббореале до современных лесотундровых и южнотундровых сообществ.

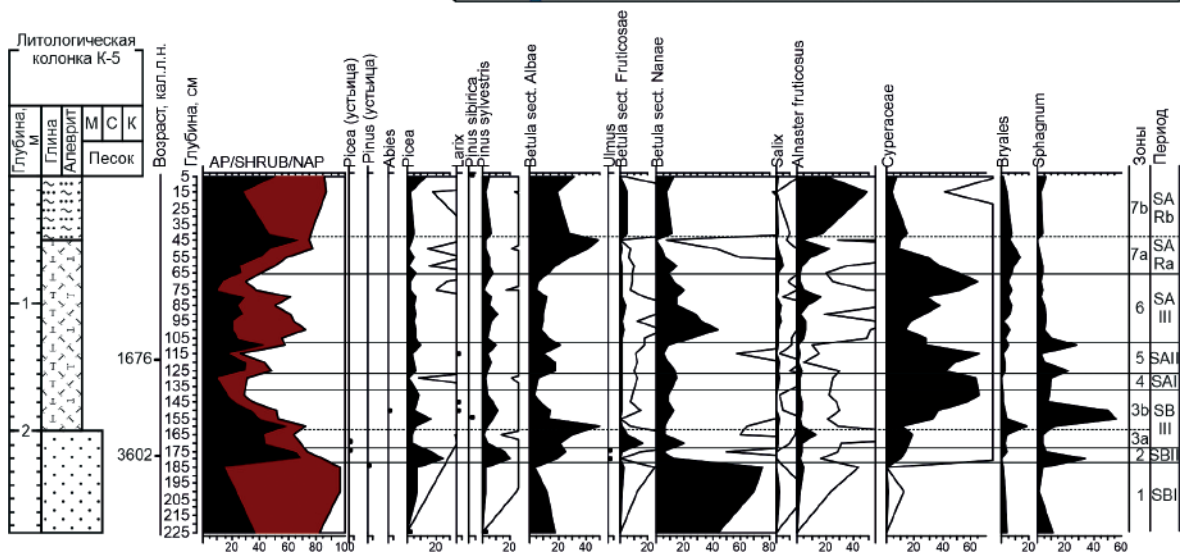
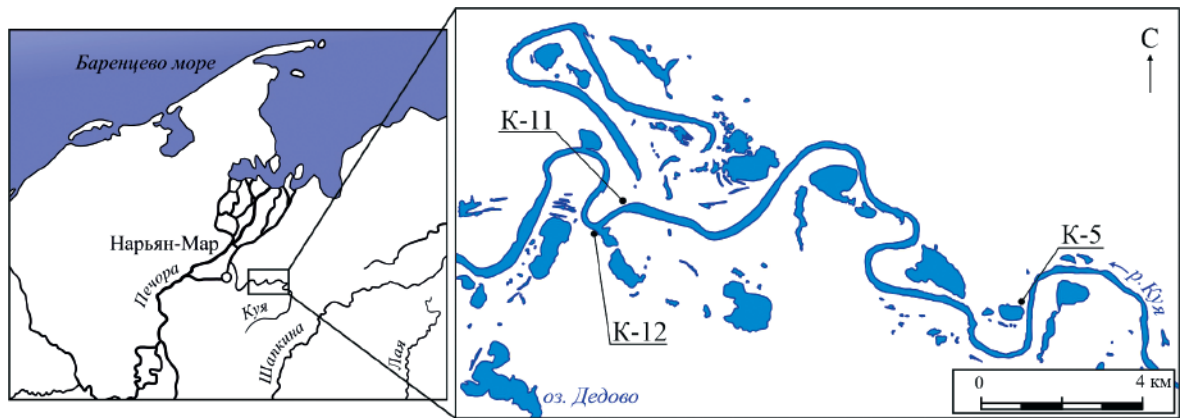
Ключевые слова. Палеогеография, голоцен, спорово-пыльцевой анализ, Большеземельская тундра.

Abstract. The characteristics of pollen and non-pollen assemblages from Holocene sediments in the Kuya river valley are described. Landscape-climatic changes during the middle and late Holocene from the middle and northern taiga spruce and spruce-birch forests in the subboreal to modern forest-tundra and southern tundra communities are shown.

Key words. Paleogeography, Holocene, spore-pollen analysis, Bol'shezemel'skaya tundra.

Методом спорово-пыльцевого анализа изучены три разреза голоценового возраста (Куя-5, Куя-11, Куя-12; рисунок) на северо-западе Большеземельской тундры, заложенных в пределах поймы р. Куя в нижнем течении (Буравская, Марченко-Вагапова, 2018).

Пойма р. Куя хорошо выражена в современном рельефе, имеет четкие уступы, неровную поверхность, а также наличие большого количества блуждающих меандров и врезанных стариц.



Расположение изученных разрезов пойменных осадков в низовье р. Куя и сокращенная пыльцевая диаграмма отложений в обн. Куя-5

Особенностью этого типа рельефа является сильная заболоченность и гравистость поверхности, что отчетливо дешифрируется на спутниковых снимках высокого разрешения. В строении поймы выделяются три группы фаций: русловая, пойменная и старичная (Голубева и др., 2019). Русловая фация аллювия представлена желто-серыми глинисто-алевритовыми средне-мелкозернистыми косослоистыми песками. Пойменная фация сложена коричневыми и светло-коричневыми алевро-песками и глинисто-песчаными алевритами. Старичные осадки представлены алевритовыми глинами и глино-алевритами от серо-коричневого до сизо-коричневого цветов.

Наиболее полный разрез пойменных образований изучен в обн. Куя-5 (N 67°37,094' E 53°32,799'), расположенном на правом берегу р. Куя, в 27 км ниже устья р. Хальмерью, правого притока р. Куя. Видимая мощность отложений составляет 2,8 м. Строение разреза (в стратиграфической последовательности, м) следующее: 2,8–2,0 м – песок мелкозернистый желто-серый с включением редкой гальки и валунов. Вверх по разрезу толща становится более глинистой; 2,0–0,5 м – горизонтальное переслаивание торфа черного плохо разложившегося и глины серой пластичной оторфованной с растительными остатками. Мощности слоев – от 2–3 см до 0,3–0,4 м. Мощности слоев торфа кверху уменьшаются, а глинистых – возрастает. По всему слою встречаются ветки, семена, кора березы(?); 0,5–0,0 м – супесь покровная глинистая неслоистая с включением растительных остатков, ожелезненная.

В обн. Куя-5 проведено исследование спорово-пыльцевым методом 33 образцов, отобранных по толще переслаивания торфа и оторфованной глины разреза поймы р. Куя. Отложения датированы 3602 кал. лет назад – 1676 кал. лет назад (рисунок).

По результатам палинологического анализа выделены семь палинозон (ПЗ).

ПЗ-1 (интервал 2,25–1,8 м). В общем составе спектров палинозоны распределение между группами растений следующее: древесно-кустарниковая группа – 80–95 %, группа трав – 5–20 %. В первой группе доминирует пыльца кустарников (*Betula* sect. *Nanae*, *Salix* sp., *Alnaster fruticosus*), меньшую долю составляет пыльца древесных *Betula* sect. *Albae*, *Picea* sp., *Pinus sylvestris*. В составе пыльцы травянистых растений встречены в незначительных количествах Ericaceae, Cyperaceae, *Artemisia* и разнотравье. Среди споровых преобладают папоротники (Polypodiaceae) и плауны тундровых арктоальпийских (*Lycopodium pungens*, *L. alpinum* и *appressum*) и таежных (*L. clavatum*, *L. complanatum* и *L. annotinum*) видов. Также присутствуют споры сфагновых и зеленых мхов.

Результаты спорово-пыльцевого анализа образцов из прослоя глинистого мелкозернистого песка в основании разреза свидетельствует о распространении в районе исследований сообществ ерниковой тундры.

ПЗ-2 (интервал 1,8–1,7 м). В палинозоне наметилась четкая тенденция к уменьшению содержания пыльцы деревьев и кустарников до 69–73 %, но внутри группы значительно увеличивается количество пыльцевых зерен деревьев с максимумом хвойных пород (*Picea* sp. и *Pinus sylvestris* – до 25 и 20 % соответственно) за счет сокращения доли пыльцы карликовой березы с 67–75 до 5–7 %. В составе древесных пород появляются в небольшом количестве *Alnus* sp. и единичные зерна *Ulmus* sp. В группе трав увеличивается количество пыльцы осоковых, становится разнообразнее состав пыльцы разнотравья. В группе спор возросло участие сфагновых мхов, появляется *Equisetum* и сокращается количество арктоальпийских плаунов. Для палинозоны характерно присутствие единичных остатков паразитирующего на сфагновых мхах гриба *Bryophytomyces sphagni*.

Радиоуглеродная датировка (IGAN 5645: 3360 ± 70 лет назад, 3602 кал. лет назад) и результаты палинологического анализа указывают на начало формирования изучаемого торфяника в конце среднесуббореального периода. В районе исследований произрастали среднетаежные еловые леса.

ПЗ-3 (интервал 1,7–1,4 м). Палинозона выделена на основании увеличения в спектрах количества пыльцы древовидной березы (до 50 %) и сокращения ели (6–17 %). В группе пыльцы древесных пород встречаются единичные зерна *Abies sibirica*, *Pinus sibirica* и *Larix* sp. В группе пыльцы трав преобладает Cyperaceae, постоянно присутствует Poaceae, *Artemisia*, Chenopodiaceae, Rosaceae и прочего разнотравья. В группе спор доминируют зеленые и сфагновые мхи. Из непыльцевых палиноморф в спектрах встречены остатки раковинных корненожек, среди которых определены cf. *Diffugia globulosa*, обитающие на моховых подушках, лесных переходных болотах и мокрых низинных болотах, а также грибов *Bryophytomyces sphagni* и Sordariaceae.

На территории исследований произрастали северотаежные елово-березовые леса с участием лиственницы, пихты сибирской и кедра сибирского. Значительные площади лесов были заболочены.

ПЗ-4–ПЗ-6 (интервал 1,4–0,65 м). В спектрах палинозон значительную долю составляет пыльца кустарников (16–51 %) и трав (25–70 %). Среди кустарников доминирует *Betula* sect. *Nanae* (6–32 %), в небольших количествах присутствуют *Salix* sp. (1–4 %) и *Alnaster fruticosus* (1–16 %). В группе пыльцы трав остается значительной роль Cyperaceae (7–36 %). Отличия касаются образцов 17–20 (палинозона ПЗ-5), в спектрах которых содержание пыльцы древесных пород (19–46 %) превышает количество пыльцы кустарников (8–17 %), а также вновь увеличивается участие сфагновых мхов (до 28 %). Среди непыльцевых палиноморф обнаружены корненожки, среди которых определены *Arcella artocrea*, населяющие кочки сфагновых болот, и паразитирующий на сфагнах гриб *Bryophytomyces sphagni*.

Палинозоны ПЗ-4–ПЗ-6 отражают распространение тундровых (ПЗ-4 и ПЗ-6) и лесотундровых (палинозона ПЗ-5) сообществ.

ПЗ-7 (интервал 0,65–0,05 м, 6 обр.). В спектрах палинозоны существенно преобладает пыльца древесной и кустарниковой растительности (62–87 %). Здесь наряду с высоким

количеством пыльцы кустарников (*Alnaster fruticosus* (10–50 %), *Betula* sect. *Nanae* (1–13 %), *Salix* sp. (1–4 %)) присутствует повышенное по сравнению с предыдущей зоной содержание *Betula* sect. *Albae* (20–49 %). Обращают на себя внимание пики пыльцы древовидной березы (41–49 %) и ольхи (15 %) на уровне глубин 0,45–0,5 м, вероятно, связанные с кратковременным потеплением климатических условий. Доля пыльцы трав в пределах зоны сокращается до 13%. Наблюдается снижение роли пыльцы осок. Среди спор постоянно присутствуют зеленые и сфагновые мхи, хвощи, папоротники, спорадически встречаются *Selaginella selaginoides* и плауны *Lycopodium alpinum*, *L. clavatum* и *L. complanatum*.

Состав спектров палинозоны ПЗ-7 указывает на развитие пойменных березовых лесов и луговой растительности (субпалинозона ПЗ-7а), а затем в несколько более холодных и влажных условиях – современных лесотундровых и южнотундровых сообществ (субпалинозона ПЗ-7б).

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ. Проект № 23-27-00281.

Литература

Буравская М. Н., Марченко-Ваганова Т. И. Палеогеографические и седиментационные особенности формирования старичных отложений в палеорусле р. Куя на северо-западе Большеземельской тундры // Вестник геонаук. – 2018. – № 12. – С. 16–22. – DOI: 10.19110/2221-1381-2018-12-16-22

Голубева Ю. В., Буравская М. Н., Марченко-Ваганова Т. И. Палеогеография голоцена долины нижнего течения р. Куя (северо-запад Большеземельской тундры) // Тр. Фермановской научной сессии ГИ КНЦ РАН. – 2019. – № 16. – С. 92–96. – DOI: 10.31241/FNS.2019.16.019

ТИПОВЫЕ РАЗРЕЗЫ НИЖНЕЙ–СРЕДНЕЙ ЮРЫ ПАЛЕО-ВИЛЮЯ И ПАЛЕО-АЛДАНА ПО ДАННЫМ БУРЕНИЯ: КОРРЕЛЯЦИЯ И ИХ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА (ВОСТОК СИБИРСКОЙ ПЛАТФОРМЫ)

В. С. Гриненко¹, А. А. Горячева²

¹ Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН,
Якутск, grinenkovs52@mail.ru

² Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,
Новосибирск, silur@mail.ru

TYPE SECTIONS OF THE LOWER–MIDDLE JURASSIC OF THE PALEO-VILYUI AND PALEO-ALDAN BASED ON DRILLING DATA: CORRELATION AND THEIR PALYNOLOGICAL CHARACTERISTICS (EAST OF THE SIBERIAN PLATFORM)

V. S. Grinenko¹, A. A. Goryacheva²

¹ Diamond and Precious Metal Geology Institute, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
Yakutsk, grinenkovs52@mail.ru

² Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, silur@mail.ru

Аннотация. Геологическое исследование Лено-Алданской и Предверхоаянской структурно-фациальных зон с привлечением данных глубокого бурения на нефть и газ, а также анализ кернового материала недавно пробуренных гидрогеологических скважин и результаты палинологического анализа позволили подтвердить существование в юрское время, в пределах Восточно-Сибирского бореального осадочного палеобассейна, двух крупнейших палеорек – палео-Вилюя и палео-Алдана.

Ключевые слова. Нижняя–средняя юра, типовые разрезы, палеобассейн, палео-Вилюй, палео-Алдан, диноцисты, палинология.

Abstract. A geological study of the Lena-Aldan and Pre-Verkhoyansk structural-facies zones, using data from deep drilling for oil and gas, as well as an analysis of the core material of recently drilled hydrogeological wells and the results of palynological analysis, made it possible to confirm the existence in the Jurassic, within the East Siberian boreal sedimentary paleobasin, two largest paleo-rivers – Paleo-Vilyui and Paleo-Aldan.

Key words. Lower–Middle Jurassic, type sections, paleobasin, Paleo-Vilyui, Paleo-Aldan, dinoflagellate cysts, palynology.

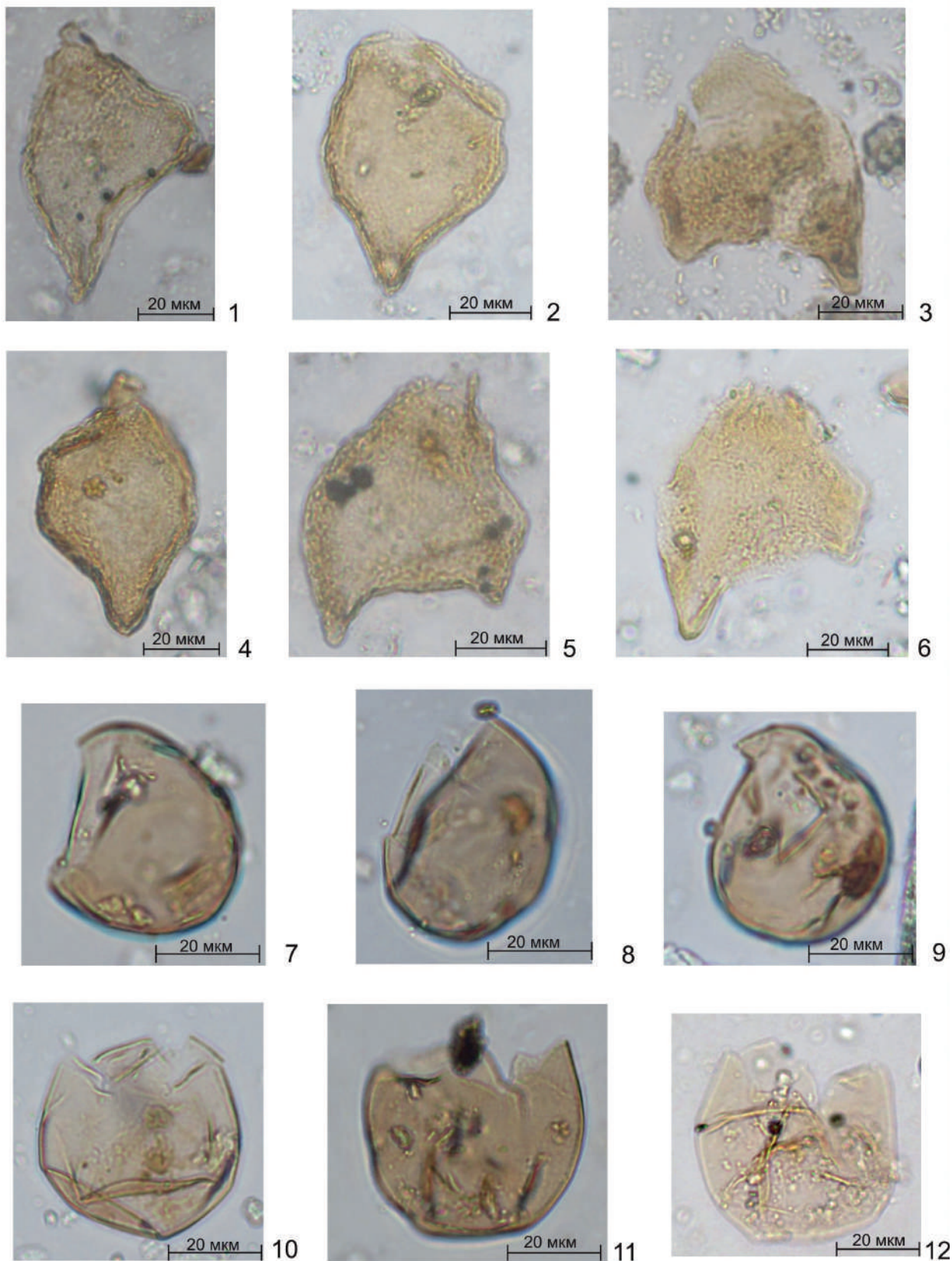
В восточной части Сибирской платформы и ее складчатом обрамлении ранее были изучены разрезы нижней и средней юры (Шурыгин и др., 2001; Князев и др., 2002; Гриненко, 2007а), полученные результаты исследований подтвердили существование в пределах Восточно-Сибирского бореального осадочного палеобассейна двух структурно-фациальных зон – Лено-Алданской и Предверхоаянской, которые были выделены ранее. Дальнейшее изучение этого района с привлечением данных глубокого бурения на нефть и газ, литологический анализ кернового материала недавно пробуренных гидрогеологических скважин, детальная корреляция типовых разрезов и результаты палинологических исследований позволили подтвердить ранее высказанный в публикациях тезис о существовании в юрское время, в пространстве Восточно-Сибирского бореального осадочного палеобассейна, двух крупнейших палеорек – палео-Виллюя и палео-Алдана (Гриненко, 2007б, 2010; Гриненко и др., 2011).

Типовой разрез палео-Виллюя выделяется впервые. Характеризует трансгрессивно залегающие на подстилающих отложениях определенные части разреза юры, а именно – верхнетриасовую–нижнеюрскую, нижнеюрскую и ниже-среднеюрскую. Вышеупомянутые отложения развиты вкрест простирания структуры Виллюйской синеклизы и центральной части внешней зоны Предверхоаянского краевого прогиба. Типовой разрез прослежен по геологическим телам в естественных обнажениях от Виллюйской петли на западе (устье р. Укугут), далее к востоку в широтном направлении, но уже по данным бурения глубоких скважин до устья р. Виллюй (Китчанская гряда, правобережье р. Лена). К этому же типу разреза на Сунтарской петле (верхнее течение р. Виллюй) отнесены по данным бурения (снизу вверх): покровская (J_{1pk} , 207–360 м) серия (укугутская, тюнгская свиты) и трансгрессивно залегающая выше красноаякская (J_{1km} , 215–280 м) серия (сунтарская, якутская свиты). В среднем течении р. Виллюй, в районе Хапчагайского палеоуступа (погребенное сводовое поднятие фундамента), к типовому разрезу палео-Виллюя отнесены по данным бурения (снизу вверх): лунгхинская (T_3-J_{1lh} , 561 м) серия (кыбыттыгасская, усть-виллюйская, долгайская свиты) и трансгрессивно залегающая выше баламаканская (J_{1-2bm} , 215–340 м) серия (сунтарская и октаханская свиты). В устьевой части р. Виллюй, в пределах Китчанского палеоуступа (западный и восточный склоны Китчанской гряды, развитой в Предверхоаянском краевом прогибе), типовые разрез палео-Виллюя формируют (по материалам естественных выходов и глубокому бурению) дьябдинская (T_3-J_{1db} , 735–850 м) серия (кыбыттыгасская, иркинская, некунская, ольчанская, сугуланская, намыкытская свиты) и трансгрессивно залегающая выше китчанская (J_{1-2kt} , 250–260 м) серия (сунтарская, ньюлькючанская, иванчанская свиты). В целом в низах разреза наблюдаются переслаивание аллювиальных, аллювиально-лагунных, песчано-галечных, дельтовых и алевроито-песчаных прибрежно-морских фаций, которые в верхней части «запечатаны» морскими глинистыми, песчано-глинистыми и песчаными осадками. Кроме макрофауны, нижняя часть типового разреза дьябдинской серии Предверхоаянского краевого прогиба охарактеризована палинологически. По результатам комплексного палинологического анализа кернового материала из трех скважин (171/216, 171/212 и 165/212) были изучены палиноморфы и установлен спорово-пыльцевой комплекс (СПК) с доминированием двухмешковой пыльцы хвойных (*Piceapollenites* spp., *Pinuspollenites* spp., *Alisporites* spp., *Podocarpidites* spp.) и спор циатейных папоротников *Cyathidites minor* Couper, присутствием спор теплолюбивых растений-иммигрантов из Евро-Синийской фитогеографической области (*Duplexisporites anagrammensis* (Kara-Murza) Schugaevskaja, *Duplexisporites* spp., *Contignisporites problematicus* (Couper.) Dör., *Klukisporites variegatus* Couper и др.) и заметным участием моносулькатной пыльцы гинкговых. Также в СПК встречены споры *Marattisporites scabratus* Couper, *Tripartina variabilis* Maljavkina, *Lycopodiumsporites* spp., *Osmundacidites* spp., *Cyathidites australis* Couper, *Uvaesporites scythicus*, *Gleicheniidites* spp., *Matonisporites* spp., *Dictyophyllidites* sp., *Hymenozonotriletes bicycla*, *Stereisporites* spp., *Neoraistrickia* sp., *Camptotriletes cerebriformis* Naumova ex Jaroschenko, *Camptotriletes tenellus* Naumova ex Iljina, *Pilasporites marcidus* Balme и пыльца *Classopollis* sp., *Cycadopites* spp., *Vitreisporites pallidus* (Reis.) Nilss., *Quadraeculina limbata* Maljavkina. Установленный СПК по общему составу и характерным чертам соответствует зональному

комплексу палиностратиграфической шкалы Сибири, характеризующему **палинозону 6**, что дало возможность ограничить стратиграфический интервал вмещающих отложений нижним тоаром (Шурыгин и др., 2000; Решение ... , 2004). Кроме наземных микрофитофоссилий, образцы керн содержали микрофитопланктон.

В этих же скважинах (скв. 171/216, обр. 12, гл. 48,2 м и обр. 9, гл. 39,2 м; скв. 171/212, обр. 27, гл. 98 м и обр. 21, гл. 79,2 м; скв. 165/212, обр. 8, гл. 36 м и обр. 14, гл. 54 м) был установлен биостратон в ранге слоев с диноцистами – **слои с *Nannoceratopsis gracilis***. Состав микрофитопланктона представлен диноцистами *Nannoceratopsis deflandrei* Evitt, *Nannoceratopsis gracilis* Alberti, *Nannoceratopsis deflandrei* subsp. *senex* (Van Helden) Iljina, *Nannoceratopsis plegas* Drugg, *Nannoceratopsis* sp., *Mendicodinium* sp., *Wallogidium* sp., *Kallosphaeridium* sp.; акритархами *Microhystridium* sp., *Leiofusa jurassica* Cookson et Eisenack, прازیнофитами *Cymatiosphaera* sp., *Leiosphaeridia* sp., *Tasmanites* sp., *Pterospermella* sp. и зигнемовыми *Ovoidites* sp. Стратиграфический интервал – нижний тоар. Ранее этот биостратон был определен на севере Восточной Сибири (Шурыгин и др., 2000; Горячева, 2017 и др.; рисунок). Присутствие диноцист и другого микрофитопланктона свидетельствуют о морских–прибрежно-морских условиях формирования вмещающих отложений. В результате были получены данные, дополняющие уже существующие сведения по биостратиграфии и палеогеографии тоара Вилуйской синеклизы и складчатого обрамления Сибирской платформы.

Типовой разрез палео-Алдана выделяется впервые. Характеризует трансгрессивно залегающие на подстилающих отложениях определенные части разреза юры, а именно – нижнеюрскую и ниже-среднеюрскую. Вышеупомянутые отложения развиты вкрест простирания структуры восточной части Алданской антеклизы и структур Алданской ветви Предверхоанского краевого прогиба. Типовой разрез палео-Алдана прослежен по геологическим телам в естественных обнажениях и данным глубокого бурения в Лено-Аданском междуречье. К типовому разрезу палео-Алдана (среднее и нижнее течения р. Алдан) отнесены по данным бурения (снизу вверх): хандыгская (J_1hn , 471 м) серия (укугутская, расноалданская свиты) и трансгрессивно залегающая выше даркылахская ($J_{1-2}hn$, 218–300 м) серия (сунтарская, сугджинская свиты). В целом низы типового разреза палео-Алдана представлены валунно-галечными породами дельтовых протоков, уровнями песчаной, галечно-песчаной и глинисто-песчаной седиментациями; верхние – преимущественно глинистыми прослоями аргиллитов и алевролитов, с прибрежно-морскими и мелководно-дельтовыми тонко-мелкозернистыми песчаниками, галечно-песчаными образованиями баров, а также глинисто-песчаными породами мелкого моря. Уровни макрофауны на востоке Алданской антеклизы в морском юрском разрезе редки, поэтому и стратификация их затруднена. Это связано с тем, что в пределах Якутского погребенного сводового поднятия нижняя часть типового разреза даркылахской серии (сунтарская свита) нередко залегают прерывисто или полностью отсутствует, что доказано бурением гидрогеологических скважин. В этой связи верхняя часть даркылахской серии (сугджинская свита) покрывает подстилающие отложения со стратиграфическим перерывом. В этом случае подошву среднеюрской сугджинской свиты и наличие здесь стратиграфического перерыва удалось доказать лишь с применением палинологического метода. В результате палинологического анализа проб из гидрогеологической скв. 2, пробуренной в окрестностях оз. Буор-Дие, в интервале 51,2–38,7 м определены многочисленные диноцисты *Mancodinium semitabulatum* Morgenroth, *Chytroeisphaeridia chytroeides* (Sarjeant) Davey, *Kallosphaeridium* spp., *Fromea* sp., *Dinocyst* gen. indet. Их совместное присутствие возможно в интервале нижний аален – верхний бат (Riding, 1984; Lund, Pedersen, 1985; Seidenkrantz et al., 1993; Koppelhus, Nielsen, 1994; Biostratigraphie ... , 1997; Feist-Burkhardt, Monteil, 1997; Riding et al., 1999; Palliani, Riding, 2000; Poulsen, Riding, 2003; Birkenmajer, Gedl, 2004; Шурыгина, 2011 и др.; рисунок). Таким образом, в пределах Якутского погребенного поднятия в верхах сугджинской свиты были впервые определены среднеюрские одноклеточные водоросли. Выделенные в разрезе диноцисты и их верхний стратиграфический рубеж распространения прослеживает реперный уровень корреляции – малышевский горизонт. Полученные



**Цисты динофлагеллат из ниже-среднеюрских отложений
из восточной части Сибирской платформы:**

1 – *Nannoceratopsis deflandrei* Evitt, скв. 171/212, гл. 98 м; 2 – *Nannoceratopsis deflandrei senex* (Van Helden) Пјина, скв. 171/212, гл. 98 м; 3 – *Nannoceratopsis gracilis* Alberti, скв. 171/212, гл. 98 м; 4 – *Nannoceratopsis deflandrei senex* (Van Helden) Пјина, скв. 171/212, гл. 98 м; 5 – *Nannoceratopsis gracilis* Alberti, скв. 171/212, гл. 98 м; 6 – *Nannoceratopsis gracilis* Alberti, скв. 165/212, гл. 36 м; 7–9 – *Chytroeisphaeridia chytroides* (Sarjeant) Davey, скв. 2, инт. 51,2–38,7 м; 10–12 – *Kalosphaeridium* sp., скв. 2, инт. 51,2–38,7 м

данные способствуют корреляции территориально разобщенных, различных по генезису и мощности разрезов.

Работа выполнена по государственному заданию ИГАБМ СО РАН и профинансирована Минобрнауки России.

Палинологическое изучение нижнеюрских скважин выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России (проект № FWZZ-2022-0004), исследование среднеюрских диноцист выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-17-00228, <https://rscf.ru/project/22-17-00228/>.

Литература

Горячева А. А. Биостратиграфия нижнеюрских отложений Восточной Сибири по данным палинологии // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2017. – Т. 25. – № 3. – С. 29–60.

Гриненко В. С. Алданский тип разреза юры: состояние, проблемы расчленения и корреляции (восток Сибирской платформы) // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Второе Всероссийское совещание. Научные материалы. – Ярославль : Изд-во Ярославского государственного педагогического университета, 2007а. – С. 43–45.

Гриненко В. С. Меловые континентальные образования востока Сибирской платформы // Отечественная геология. – 2007б. – № 1. – С. 110–118.

Гриненко В. С. История формирования верхнетриасовых–юрских отложений Восточно-Сибирского осадочного бассейна (восток Сибирской платформы и складчатое обрамление) // Автореф. дисс. канд. геол.-минерал. наук. – Иркутск, 2010. – 19 с.

Гриненко В. С., Князев В. Г., Девятков В. П. и др. Новая региональная стратиграфическая схема верхнетриасовых–юрских отложений востока Сибирской платформы и складчатого обрамления / под ред. Б. Н. Шурыгина, Н. К. Лебедевой, А. А. Горячевой // Палеонтология, стратиграфия и палеогеография мезозоя и кайнозоя boreальных районов: Материалы науч. сессии (18–22 апреля 2011 г.): в 2-х т. Т. 1. Мезозой. – Новосибирск : ИНГГ СО РАН, 2011. – С. 65–70.

Князев В. Г., Гриненко В. С., Девятков В. П. и др. Региональная стратиграфическая схема юрских отложений Восточной Якутии // Отечественная геология. – 2002. – № 4. – С. 73–80.

Шурекова О. В. Биостратиграфия средне-верхнеюрских отложений юга Западной Сибири по диноцистам / под ред. Б. Н. Шурыгина, Н. К. Лебедевой, А. А. Горячевой // Палеонтология, стратиграфия и палеогеография мезозоя и кайнозоя boreальных районов: Материалы науч. сессии (18–22 апреля 2011 г.): в 2-х т. – Новосибирск : ИНГГ СО РАН, 2011. – С. 283–286.

Шурыгин Б. Н., Никитенко Б. Л., Девятков В. П. и др. Стратиграфия нефтегазоносных бассейнов Сибири. Юрская система. – Новосибирск : Изд-во СО РАН, филиал «Гео», 2000. – 480 с.

Шурыгин Б. Н., Девятков В. П., Захаров В. А., Князев В. Г. и др. Стратиграфия юры Восточной Сибири (состояние изученности, основные проблемы и способы их решения) // Вестник Госкомгеологии. Материалы по геологии и полезным ископаемым Республики Саха (Якутия). – Якутск : Якутский филиал издательства СО РАН, 2001. – № 1. – С. 112–129.

Biostratigraphie du Jurassique Oust-Européen et Méditerranéen. Zonations parallèles et distribution des invertébrés et microfossiles / eds. E. Cariou, P. Hantzpergue // Bulletin du Centre Recherches Elf Exploration Production Mémoire, 17. – Pp. 225–240.

Birkenmajer K., Gedl P. Dinocyst ages of some Jurassic strata, Grajcarek Unit at Sztolnia Creek, Pieniny Klippen Belt (Poland) // Studia Geologica Polonica. – Krakow, 2004. – Vol. 123. – Pp. 245–277.

Feist-Burkhardt S., Monteil E. Dinoflagellate cysts from the Bajocian stratotype (Calvados, Normandy, Western France) // Bulletin du Centre Recherches Elf Exploration Production France. – 1997. – Vol. 21. – No. 1. – Pp. 31–105.

Feist-Burkhardt S. Dinoflagellate cysts assemblages of the Hausen Coreholes (Aalenian to early Bajocian), Southwest Germany // Bulletin du Centre Recherches Elf Exploration Production Aquitaine. – 1990. – Vol. 14. – No. 2. – Pp. 611–633.

Koppelhus E. B., Nielsen L. H. Palynostratigraphy and palaeoenvironments of the Lower to Middle Jurassic Bagå Formation of Bornholm, Denmark // Palynology. – 1994. – Pp. 139–194.

Lund J. J., Pedersen K. R. Palynology of the marine Jurassic formations in the Vardekløft ravine, Jameson Land, East Greenland // Bulletin of the Geological Society Denmark. Copenhagen. – 1985. – Vol. 33. – Pp. 371–399.

Palliani R. B., Riding J. B. A palynological investigation of the Lower and lowermost Middle Jurassic strata (Sinemurian to Aalenian) from North Yorkshire, UK // Proceedings of the Yorkshire Geological Society. – 2000. – Vol. 53. – Pt 1. – Pp. 1–16.

Poulsen N. E., Riding J. B. The Jurassic dinoflagellate cyst zonation of Subboreal Northwest Europe // Geological Survey of Denmark and Greenland Bulletin. – 2003. – No. 1. – Pp. 115–144.

Riding J. B. A palynological investigation of Toarcian to early aalenian strata from the Blea Wyke area, Ravenscar, North Yorkshire // Proceedings of the Yorkshire Geological Society. – 1984. – Vol. 45. – Parts 1, 2. – Pp. 109–122.

Riding J. B., Fedorova V. A., Ilyina V. I. Jurassic and lowermost Cretaceous dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Russian Platform and northern Siberia // Russia. American Association of Stratigraphic Palynologists Contributions Series. – 1999. – No. 36. – 179 p.

Seidenkrantz M.-S., Koppelhus E. B., Ravn-Sorensen H. Biostratigraphy and palaeoenvironmental analysis of a Lower to Middle Jurassic succession on Anholt, Denmark // Micropalaeontology. – 1993. – Vol. 12 (2). – Pp. 201–218.

ПЕРИОДИЗАЦИЯ ПРИРОДНЫХ СОБЫТИЙ В ПРИАЗОВЬЕ В СРЕДНЕМ И ПОЗДНЕМ ГОЛОЦЕНЕ

К. В. Дюжова

Южный научный центр РАН, Ростов-на-Дону, kristi_kras007@mail.ru

PERIODIZATION OF NATURAL EVENTS IN THE SEA OF AZOV REGION IN THE MIDDLE AND LATE HOLOCENE

K. V. Dyuzhova

Southern Scientific Centre, Russian Academy of Sciences, Rostov-on-Don, kristi_kras007@mail.ru

Аннотация. В статье представлены материалы многолетних исследований динамики природно-климатических событий Приазовья за последние 8000 лет, основанных на спорово-пыльцевом анализе скважин донных отложений Азовского моря. Была составлена схема периодизации и выделены этапы аридизации условий с распространением сухих степей, а также периоды с повышением увлажнения и расширением роли интразональных луговых и лесных сообществ.

Ключевые слова. Пыльцевой анализ, колонки донных отложений, Азовское море, реконструкция климата и растительности, голоцен.

Abstract. The article presents the materials of long-term studies of the dynamics of natural and climatic events in the Sea of Azov Region over the past 8000 years, based on the pollen analysis of bottom sediments cores of the Sea of Azov. A periodization scheme was drawn up and stages were identified: reflecting arid conditions with the spread of dry steppe, as well as periods with an increase in humidity, and the expansion of intrazonal meadow and forest communities.

Key words. Pollen analysis, marine sediment cores, the Sea of Azov, reconstructions of climate and vegetation, Holocene.

История развития природной среды на юге Восточно-Европейской равнины в голоцене вызывает немалый интерес у исследователей. В отличие от северных регионов, где объектом изучения часто выступают болотные и озерные отложения, насыщенные пылью и спорами, в южных районах они практически не встречаются. Доступные для изучения методом спорово-пыльцевого анализа голоценовые толщи представлены или естественными почвенными разрезами, или отложениями на стоянках древнего человека (Кременецкий, 1993; Леонова и др., 2006). Большую долю исследований занимают материалы, полученные методом палинологического анализа донных отложений Азовского, Чёрного и Каспийского морей (Вронский, Исагулова, 1978; Абрамова, 1974; Матишов и др., 2018 и др.). Значительный вклад в выявление динамики компонентов ландшафтной среды и региональных проявлений глобальных климатических ритмов на юге внесли работы по исследованию Таманского полуострова (Bolikhovskaya et al., 2018).

Материалом для работы послужили колонки донных отложений Азовского моря, изучение спорово-пыльцевых спектров в которых проводится уже более 15 лет (Матишов и др., 2006, 2012, 2018; Дюжова, 2013). В работе представлены обобщающие данные из наиболее показательных, подробно датированных радиоуглеродным методом разрезов (Матишов и др., 2018). В настоящее время, помимо акватории, ведутся исследования скважин, полученных при бурении кос побережья Таганрогского залива Азовского моря (Матишов и др., 2023). Вскрытые осадки из скважины, отобранной на косе Долгая, согласно полученным датировкам, относящиеся к атлантическому периоду голоцена, позволяют дополнить данные морских исследований. При создании схемы и определении временных рамок периодов использовались калиброванные значения возраста (рисунок).

Имеющиеся данные для ранней фазы атлантического периода позволяют реконструировать природную обстановку фрагментарно. Отложения, начиная со времени среднего и позднего этапа, представлены в нескольких скважинах и описаны подробнее. Большая часть отложений атлантического периода отражает распространение ксерофитных условий в Приазовье, на фоне которых отмечаются несколько периодов повышения увлажнения климата. На побережье Азовского моря распространялась зональная степная растительность, которая

дополнялась значительным участием галофитных сообществ. Небольшое количество пыльцы древесных пород (в среднем 25 % от общего числа пыльцы и спор) в осадках свидетельствует о том, что древесная растительность не принимала заметного участия в формировании растительного покрова. Наиболее ранняя дата, полученная для атлантического периода, имеет возраст 7860 лет назад. В спорово-пыльцевых спектрах отложений преобладает пыльца *Chenopodiaceae* и *Artemisia*, что указывает на распространение степных формаций. Присутствие пыльцы древесных растений, среди которой доминирует *Betula* и заметно участвуют широколиственные породы (*Quercus*, *Ulmus*, *Corylus*), а также высокая доля пыльцы разнотравья, указывает на период более влажных климатических условий. Интервал 7860–6400 лет назад изучен недостаточно подробно, имеющиеся данные отражают минимальное распространение древесной растительности и господство разнотравно-злаковых и злаково-полынных сообществ. Ближе к концу периода отмечен интервал менее значительного иссушения климата, имеющий возрастные границы около 6400–5900 лет назад, который прослеживается как в осадках северо-восточной части моря, так и присутствует в скважине, пробуренной на косе Долгая. В этих слоях обнаружено увеличение содержания пыльцы *Pinus*, *Betula* и *Alnus*, а также стабильно участие пыльцы широколиственных пород. Очевидно, в это время происходило увеличение площади ольхово-березовых пойменных и байрачных лесов, в состав которых входили *Quercus*, *Ulmus* и др., и сосновых боров на высоких террасах Дона.

После непродолжительного периода аридизации, начиная с 5400 лет назад (примерное время начала суббореального периода) и до 4000 лет назад, в растительном покрове Приазовья произошли заметные перестройки, отразившиеся на составе спорово-пыльцевых спектров отложений. Доминирование в группе древесных пыльцы *Betula* и *Alnus* может служить признаком очередного устойчивого распространения ольхово-березовых пойменных лесов. В период 4000–3200 лет назад климат становится более засушливым. На неблагоприятные условия, препятствующие развитию интразональных лесных сообществ, указывает небольшое количество пыльцы деревьев и кустарников в спектрах отложений этого времени. Одновременно отмечается значительное обеднение состава разнотравья, увеличение доли пыльцы *Chenopodiaceae*, *Artemisia* и *Roaseae*, что указывает на широкое распространение бедноразнотравно-злаковых степей и засоленных грунтов в Приазовье.

Состав и соотношение основных компонентов спорово-пыльцевых спектров отложений поздней фазы суббореального периода, вскрытых в нескольких колонках из различных участков моря, позволяют нам выделить интервал 3200–2500 лет назад, в течение которого интразональные лесные сообщества восстановили свои позиции, а степные ценозы приобрели более мезофитный облик. Климат конца суббореального периода, вероятно, был более увлажненным.

Отложения, соответствующие субатлантическому периоду голоцена, наиболее подробно изучены (Матишов, Новенко, 2008; Матишов и др., 2012). Начиная с 2500 лет назад, на территории Приазовья распространились теплые засушливые условия. Спорово-пыльцевые спектры морских отложений позволяют реконструировать в начале субатлантического периода (2500–1800 лет назад) ксерофитную фазу, в течение которой неблагоприятные для распространения лесной растительности климатические условия препятствовали развитию байрачных и пойменных лесов. Разнотравно-злаковые и полынно-маревые степи распространились как зональный тип растительности. Период около 1800–1500 лет назад выделен по отложениям различных участков моря и характеризуется увеличением доли древесной интразональной растительности, что указывает на некоторое увлажнение климата.

В спорово-пыльцевых спектрах колонок, расположенных на востоке и юго-востоке Азовского моря, увеличение доли пыльцы *Fagus*, *Carpinus* и *Corylus* в отложениях, накопившихся в интервале 1800–1500 лет назад, может свидетельствовать о динамике предкавказских широколиственных дубовых и дубово-грабовых лесов. Изменения состава и соотношения основных компонентов спорово-пыльцевых спектров отложений в интервале с 1500 лет назад до 800 лет назад отражает очередную фазу иссушения климата. Согласно датировке, полученной для

скв. St-27, изменения в составе растительного покрова начали происходить около 800 лет назад. В интервале 650–150 лет назад происходила заметная перестройка растительного покрова, что отразилось на составе спорово-пыльцевых спектров. Трансформация, вероятно, была связана с похолоданием, сопровождающимся расширением площадей пойменных лесов в долинах рек и развитием сосновых лесных сообществ. Эта фаза может быть интерпретирована как проявление в Приазовье Малого ледникового периода (Mann et al., 2009), известного на территории Северного полушария. Климатические и ландшафтные реконструкции для последних 150 лет отражают условия, близкие к современным, с явным участием антропогенного фактора в формировании растительного покрова.

Природные обстановки среднего и позднего голоцена Приазовья представляли собой распространение главным образом степных и луговых ландшафтов. Происходило чередование фаз с распространением засушливых и увлажненных условий, что отражалось на составе растительного покрова. Выявлена взаимосвязь спорово-пыльцевых спектров отложений Таганрогского залива и основной части моря, что в поздней фазе атлантического и первой половине суббореального периода позволило выделить схожие интервалы, сформировать картину изменения условий и определить границы периодов.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ в рамках проекта: «Изменение уровня Азовского и Чёрного морей в конце плейстоцена и в голоцене: взаимосвязь с колебаниями уровня Мирового океана и палеоэкологическими перестройками в регионе».

Литература

- Абрамова Т. А. Реконструкция палеогеографических условий эпох четвертичных трансгрессий и регрессий Каспийского моря // Автореф. дисс. канд. геогр. наук. – М. : Изд-во МГУ, 1974. – 24 с.
- Вронский В. А. Маринопалинология южных морей. – Ростов н/Д : Изд-во Ростовского университета, 1976. – 200 с.
- Дюжова К. В. Палеогеографическая реконструкция Азовского бассейна в голоцене по данным палинологического анализа // Автореф. дисс. канд. геогр. наук. – Мурманск : ММБИ КНЦ РАН, 2013. – 29 с.
- Исагулова Е. З. Палинология Азовского моря. – Киев : Наукова думка, 1978. – 88 с.
- Кременецкий К. В. Палеоэкология древнейших земледельцев и скотоводов Русской Равнины. – М. : ИГ РАН, 1991. – 193 с.
- Леонова Н. Б., Несмеянов С. А., Виноградова Е. А. и др. Палеоэкология равнинного палеолита (на примере комплекса верхнепалеолитических стоянок Каменная Балка в Северном Приазовье). – М. : Научный мир, 2006. – 360 с.
- Матишов Г. Г. Геоморфологические особенности шельфа Азовского моря // Вестник Южного научного центра. – 2006. – Т. 2. – № 1. – С. 44–48.
- Матишов Г. Г., Ковалева Г. В., Арсланов Х. А. и др. Результаты радиоуглеродного датирования голоценовых отложений Азовского моря // Докл. РАН. – 2018. – Т. 479. – № 6. – С. 655–658.
- Матишов Г. Г., Новенко Е. Ю. Палинологические исследования донных отложений / ред. Г. Г. Матишов // Азовское море в конце XX – начале XXI веков: геоморфология, осадконакопление, пелагические сообщества. – Апатиты : Изд-во КНЦ РАН, 2008. – С. 112–133.
- Матишов Г. Г., Новенко Е. Ю., Красноруцкая К. В. Изменения климата Приазовья в позднем голоцене // Докл. РАН. – 2012. – Т. 444. – № 3. – С. 320–324.
- Матишов Г. Г., Польшин В. В., Титов В. В. и др. Результаты комплексного исследования береговых кос Таганрогского залива Азовского моря // Наука Юга России. – 2023. – Т. 19. – № 1. – С. 17–28.
- Bolikhovskaya N. S., Porotov V., Faustov S. S. et al. Detailed reconstructions of Holocene climate and environmental changes in the Taman peninsula (Kuban river delta region) and their correlation with rapid sea-level fluctuations of the Black Sea // Quaternary International. – 2018. – Vol. 465. – Pt A. – Pp. 22–36.
- Mann M. E., Zhang Z., Rutherford S. et al. Global Signatures and Dynamical Origins of the Little Ice Age and Medieval Climate Anomaly // Science. – 2009. – Vol. 326. – Pp. 1256–1260.

ПЫЛЬЦА, АССОЦИИРОВАННАЯ С *KARKENIA IRKUTENSIS* (GINKGOALES) ИЗ ЮРЫ ИРКУТСКОГО УГОЛЬНОГО БАСЕЙНА

Н. Е. Завьялова¹, Н. В. Носова²

¹ Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва, zavial@mail.ru

² Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, natanosova@gmail.com

POLLEN ASSOCIATED WITH *KARKENIA IRKUTENSIS* (GINKGOALES) FROM THE JURASSIC OF THE IRKUTSK COAL BASIN

N. E. Zavialova¹, N. V. Nosova²

¹ Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, zavial@mail.ru

² V. L. Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, natanosova@gmail.com

Аннотация. Изучена морфология и ультраструктура пыльцы, найденной на семязачатках гинкговых. Большинство пыльцевых зерен относится к палинотипу *Cycadopites*. По ультраструктуре они ближе всего к *Ginkgo*-типу.

Ключевые слова. Ультраструктура экины, юра, гинкговые.

Abstract. We have studied the morphology and exine ultrastructure of pollen grains found on ginkgolean ovules. The majority of pollen grains are assignable to *Cycadopites*, and they are closer to the *Ginkgo*-type of the exine ultrastructure.

Key words. Exine ultrastructure, Jurassic, ginkgoaleans.

С помощью светового и трансмиссионного электронного микроскопов изучены пыльцевые зерна, обнаруженные на кутикуле нуцеллуса и на наружной кутикуле интегумента семязачатков *Karkenian irkutensis* Nosova, 2021 (Nosova et al., 2021) из среднеюрских отложений Иркутского угольного бассейна (Zavialova and Nosova, in press) (рис. 1, 2). Большинство пыльцевых зерен безмешковые, лодочковидные, однобороздные, в дисперсном состоянии могут быть



Рис. 1. Пыльца, ассоциированная с *Karkenian irkutensis* Nosova, 2021 из среднеюрских отложений Иркутского угольного бассейна, СМ

отнесены к *Cycadopites*, что соответствует нашим ожиданиям от пыльцы, ассоциирующей с макроостатками гинкговых. Кроме того, обнаружены еще несколько безмешковых и мешковых пыльцевых зерен, которые были интерпретированы как заносная пыльца ветроопыляемых хвойных. Сохранность экзины от удовлетворительной до плохой. По ультраструктуре экзины пыльцевые зерна *Cycadopites*, ассоциированные с *K. irkutensis*, демонстрируют некоторые отличия друг от друга, но, скорее всего, это связано с различной степенью сохранности, а также с различными углами, под которыми были срезаны пыльцевые зерна, а не с различным происхождением этих пыльцевых зерен. Эктэксина более электронно-плотная и более толстая, чем эндэксина. Эктэксина преимущественно гомогенная, с редко встречающимися небольшими полостями различных очертаний (ячейками), располагающимися в один ряд в глубине эктэксины. По направлению к апертуре эктэксина утончается и приобретает городчатый внешний контур (что указывает на наличие отчетливой скульптуры). В области апертуры эктэксина, как правило, разорвана. Ранее мы проанализировали известную к настоящему моменту информацию об ультраструктуре экзины гинкговых и сближаемых с ними растений (Завьялова, Носова, 2022). Для них характерны три типа ультраструктуры экзины: *Ginkgo*-тип, *Sorosaccus* sp.-тип и *Aegianthus*-тип (Zavialova and Nosova, in press). Тот набор ультраструктурных признаков, который удалось различить в изученных пыльцевых зернах, скорее соответствует *Ginkgo*-типу.

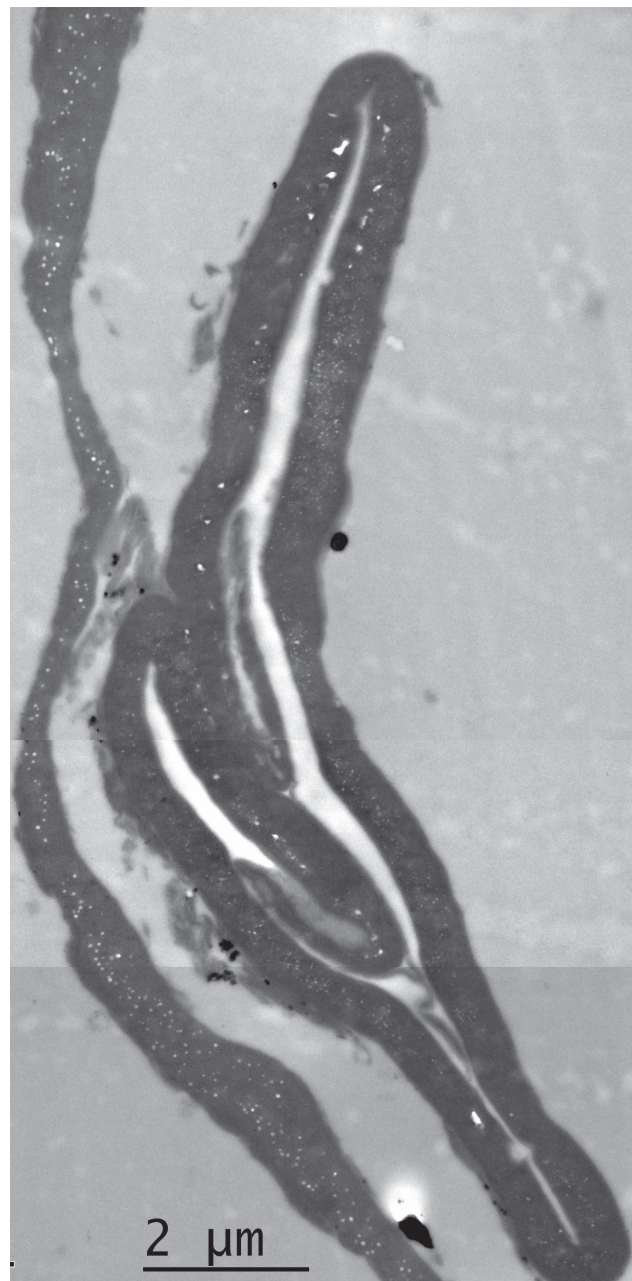


Рис. 2. Пыльца, ассоциированная с *Karkenian irkutensis* Nosova, 2021 из среднеюрских отложений Иркутского угольного бассейна, ТЭМ, поперечный срез

Литература

Завьялова Н. Е., Носова Н. В. Что мы знаем об ультраструктуре экзины гинкговых // XI Чтения памяти А. Н. Криштофовича (13–15 сентября 2022 г., Санкт-Петербург). – СПб. : БИН, 2022. – С. 12.

Nosova N., Crane P. R., Shi G. Ovule-bearing structures of *Karkenian Archangelskyi*, associated dispersed seeds and *Sphenobaiera* leaves from the Middle Jurassic of East Siberia, Russia // Review of Palaeobotany and Palynology. – 2021. – Vol. 295. – 104522.

Zavialova N., Nosova N. Pollen grains associated with *Karkenian irkutensis* Nosova (Ginkgoales) from the Jurassic of Siberia // Review of Palaeobotany and Palynology. – [in press].

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СТРАТОТИПИЧЕСКОГО РАЗРЕЗА КУРШСКОЙ СВИТЫ (ВЕРХНИЙ ПАЛЕОГЕН – НИЖНИЙ НЕОГЕН, КАЛИНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

О. Б. Кузьмина¹, А. И. Яковлева², Э. В. Мычко^{3,4}

¹ *Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск, KuzminaOB@ipgg.sbras.ru*

² *Геологический институт РАН, Москва, alina.iakovleva@gmail.com*

³ *Институт океанологии им. П. П. Ширшова РАН, Москва*

⁴ *Балтийский федеральный университет им. И. Канта, Калининград, eduard.mychko@gmail.com*

PALYNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE STRATOTYP SECTION OF THE KURSHSKAYA FORMATION (UPPER PALEOGENE – LOWER NEOGENE, KALININGRAD OBLAST)

O. B. Kuzmina¹, A. I. Iakovleva², E. V. Mychko^{3,4}

¹ *Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk, KuzminaOB@ipgg.sbras.ru*

² *Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, alina.iakovleva@gmail.com*

³ *Shirshov Institute of Oceanology, Russian Academy of Sciences, Moscow*

⁴ *Immanuel Kant Baltic Federal University, Kaliningrad, eduard.mychko@gmail.com*

Аннотация. В статье представлены результаты изучения пыльцы и спор растений, а также цист динофлагеллат из стратотипического разреза куршской свиты (карьер Приморский, Калининградская область). По палинологическим данным, возраст свиты определен в интервале терминальный эоцен – нижний миоцен.

Ключевые слова. Пыльца и споры, цисты динофлагеллат, терминальный эоцен, олигоцен, ранний миоцен, Калининградская область.

Abstract. The article presents the results of the study of pollen and spores of terrestrial plants, as well as dinoflagellate cysts from the stratotype section of the Kurshskaya Formation (Primorsky quarry, Kaliningrad Oblast). According to palynological data, the age of the formation is determined in the interval of the latest Eocene – lower Miocene.

Key words. Pollen and spores, dinoflagellate cysts, latest Eocene, Oligocene, early Miocene, Kaliningrad Oblast.

Балтийская синеклиза представляла собой в палеогене крупный бассейн осадконакопления; в ее различных частях формировались морские, прибрежные и континентальные отложения. Следует отметить, что их последовательность в целом отличается большой фациальной изменчивостью и слабой палеонтологической насыщенностью, в связи с чем возраст свит достаточно спорен и требует дополнительных исследований. В последнее время благодаря детальному изучению цист динофлагеллат и континентальных палиноморф удалось установить приабонский возраст стратотипов прусской и пальвеской свит в промышленном карьере Приморский Калининградского Янтарного комбината, а также датировать низы вышележащей куршской свиты переходным интервалом от эоцена к олигоцену (Iakovleva et al., 2021; Кузьмина, Яковлева, 2023). Тем не менее возраст всего интервала куршской свиты по-прежнему требует уточнения. Актуальность решения этого вопроса связана с тем, что именно в момент накопления куршской свиты произошел переход от морского к континентальному осадконакоплению.

История изучения отложений, относимых в настоящее время к куршской свите, насчитывает более 200 лет. Очень детально геологическое строение Самбийского полуострова изучил Г. Цаддах (Zaddach, 1860). Он собрал обширную коллекцию флоры и описал все доступные обнажения, а также разделил третичные отложения полуострова на древнюю глауконитовую и более молодую буроугольную формации. В. И. Балтакис (1966) предложил разделять буроугольную формацию на три основных комплекса (снизу вверх): лагунно-дельтовые отложения (буровато-серые углистые пески), речные образования (косослоистые разнородные пески со стволами деревьев, песчано-глинистые алевроиты, песчаный бурый уголь) и болотно-озерные отложения (бурые кварцевые пески, переходящие в бурые угли). Что касается возраста отложений, то нижний комплекс был отнесен В. И. Балтакисом (1966) к олигоцену,

средний, по данным изучения остатков флоры и спорово-пыльцевым данным (Веножинскене, 1960), – к миоцену, а верхний комплекс, с большой долей сомнения, был датирован частью неогена (Балтакис, 1966). Позднее, В. Ю. Зосимович (1991) заметил, что в буроугольной формации четко выделяются две пачки:

1) нижняя, сложенная коричневыми и зеленовато-серыми горизонтально- и тонкослоистыми однородными глинами (так называемые «шоколадные» глины);

2) верхняя пачка коричневых песков, содержащая кварцевые пески и тонкослоистые глауконитовые глинистые алевриты, с включениями углистых частиц.

На основе полученных наблюдений В. Ю. Зосимович (1991) установил в карьере Приморский стратотип куршской свиты, включающий пачки «шоколадных» глин и коричневых песков, предположительно, позднеолигоценного (хаттского) возраста.

Материалом для настоящего исследования послужили 45 проб, отобранных в 2019–2021 гг. из стратотипа куршской свиты в карьере Приморский, расположенного на западе Самбийского полуострова, в 40 км к северо-западу от г. Калининград и в 1 км восточнее поселка городского типа Янтарный (рис. 1).

В основании карьера вскрыта алкская свита терминальнолютетского–бартонского возраста, которая последовательно перекрывается прусской и пальвеской свитами приабонского возраста (Александрова, Запорожец, 2008; Iakovleva et al., 2021). Пальвеская свита согласно подстилает рассматриваемую в настоящей работе куршскую свиту. Последняя, в свою очередь, согласно перекрывается замландской свитой, предположительно неогенового возраста (Зосимович, 1991), контакт свит в настоящее время скрыт осыпью и задернован.

Палиноморфы изучались с помощью биологических световых микроскопов Микромед 3 (U3) и Микмед-6 при увеличении $\times 400$. Количественный анализ палиноморф включал не менее 200–250 экземпляров на образец. Наименования спорово-пыльцевых комплексов (СПК) в куршской свите даны по характерным для каждого интервала таксонам.



Рис. 1. Географическое расположение карьера Приморский

Следует отметить существенные изменения в соотношениях различных групп палиноморф в разрезе (рис. 2).

Так, в нижней пачке «шоколадных» глин цисты динофлагеллат составляют до 15 % от общего состава палиноморф, в основании пачки коричневых песков они достигают 19 %, но выше, в пределах двух следующих метров, их содержание резко сокращается, а затем сводится практически к нулю. Что касается континентальных палиноморф, то в кровле пальвеевской свиты преобладает пыльца покрытосеменных (Кузьмина, Яковлева, 2023), в то время как для большей части куршской свиты характерно доминирование пыльцы голосеменных, доля которой сокращается лишь в верхней части свиты, уступая пыльце покрытосеменных. Споры мхов и папоротников составляют небольшую часть выявленных ассоциаций по всему разрезу (рис. 2).

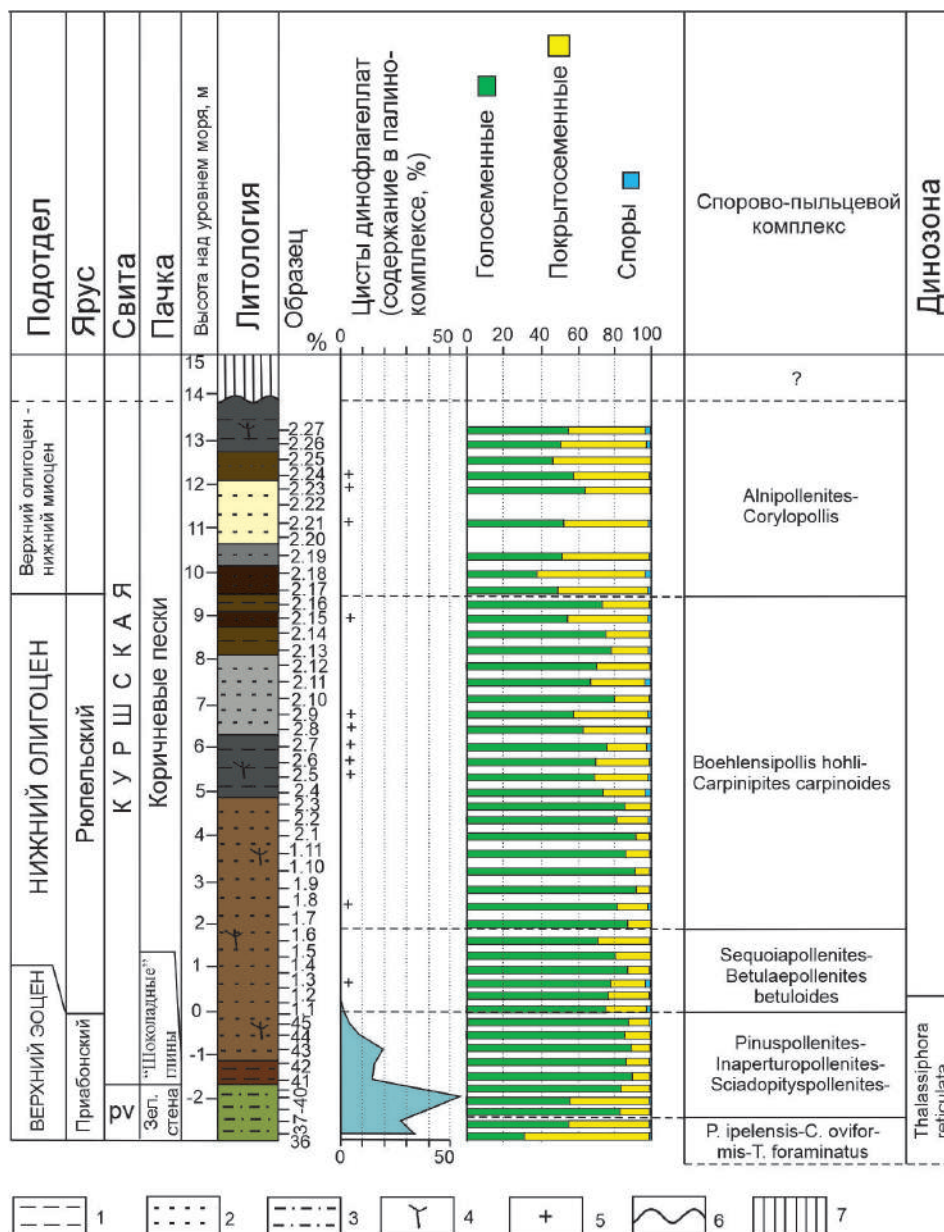


Рис. 2. Распределение диноцист, пыльцы и спор растений в стратотипе куршской свиты в карьере Приморский (Калининградская область):

1 – глины; 2 – пески; 3 – алевриты; 4 – растительные остатки; 5 – содержание компонента менее 1%; 6 – перерыв в осадконакоплении; 7 – отложения задернованы. Pv – пальвеевская свита; Зел. стена – пачка Зеленая стена; Замланд. – замландская свита; P. ipelensis – *Platanipollis ipelensis* (Pacltová, 1966) Grabowska, 1994; C. oviformis – *Castaneoideaepollis oviformis* (Potonié, 1934) Grabowska, 1994; T. foraminatus – *Tricolpopollenites foraminatus* Manykin, 1973

Цисты динофлагеллат. Выявленный в пачке «шоколадных» глин (образцы 41, 42) и самых низах пачки коричневых песков (образцы 43–47) диноцистовый комплекс количественно немногочисленный, но содержит 64 вида. Абсолютным доминантом комплекса является *Deflandrea phosphoritica* Eisenack, 1938, при этом в основании «шоколадных» глин заметно участие видов *Spiniferites ramosus* (Ehrenberg, 1838) Mantell, 1854 и *Areosphaeridium diktyoplokum* (Klumpp, 1953) Eaton, 1971. По таксономическому составу диноцистовый комплекс из низов куршской свиты очень близок к комплексу подстилающей пальвеской свиты позднеприабонского возраста (Iakovleva et al., 2021), хотя и содержит меньшее число таксонов, что связано с изменениями обстановки осадконакопления в условиях регрессии морского бассейна. «Шоколадные» глины содержат вид-индекс *Thalassiphora reticulata* Morgenroth, 1966 одноименной зоны позднего приабона (Яковлева, 2017), нижняя часть коричневых песков куршской свиты также включена в эту диноцистовую зону. Граница эоцена/олигоцена сама по себе не характеризуется каким-либо важным диноцистовым событием, однако известно, что виды *A. diktyoplokum*, *Cordosphaeridium funiculatum* Morgenroth, 1966, *Glaphyrocysta semitecta* (Bujak, 1980) Lentin et Williams, 1981 исчезают в самом начале рюпеля. Исходя из присутствия этих видов в разрезе, а также учитывая отсутствие раннеолигоценовых видов-индексов, возраст низов куршской свиты соответствует, скорее всего, самому концу приабона вблизи границы эоцена/олигоцена. Выше по разрезу диноцисты встречаются спорадически, они принадлежат двум таксонам – *Deflandrea phosphoritica* и *Microdinium reticulatum* Vozzhennikova, 1967.

Пыльца и споры растений. Верхняя часть пальвеской свиты, «шоколадные» глины и самая нижняя часть коричневых песков куршской свиты (образцы 38–45), охарактеризованные СПК *Pinuspollenites–Inaperturopollenites–Sciadopityspollenites*, отнесены нами к терминальному приабону. Возраст этих отложений подтвержден данными изучения цист динофлагеллат (Iakovleva et al., 2021). Резкое увеличение доли пыльцы голосеменных, в том числе различных сосновых, кипарисовых, характерно для пограничных эоцен-олигоценовых отложений различных районов Евразии. Выявленный нами СПК *Pinuspollenites–Inaperturopollenites–Sciadopityspollenites* весьма близок по составу и структуре к комплексу из нижней части межигорской свиты Украины (Стотланд, 1984), возраст которой, по данным изучения диноцист, датирован рюпелем (интервал зоны DP 13 *Wetzeliella gochtii*).

Нижняя часть коричневых песков куршской свиты (образцы 1.1–1.6) содержит раннеолигоценовый СПК *Sequoiapollenites – Betulaepollenites betuloides*, который сопоставляется с одновозрастными комплексами нижнемосинской свиты (Lower Mosina) и угленосных слоев в скв. Łukowa-4 на юго-востоке Польши (Słodkowska, 2009). Последние также содержат большое количество пыльцы *Sequoiapollenites*, *Sciadopityspollenites*, *Betulaepollenites*. Увеличение доли сережкоцветных, резкое снижение таксономического разнообразия теплолюбивых цветковых растений, а также появление пыльцы тсуги в этом комплексе указывает на похолодание, которое характеризует начало олигоцена.

Средняя часть коричневых песков куршской свиты (образцы 1.7–2.16) охарактеризована СПК *Boehlensipollis hohli – Carpinipites carpinoides*, также формировалась в раннем олигоцене (рюпельский век), поскольку *Boehlensipollis hohli* Krutzsch, 1962 является стратиграфическим маркером нижнего олигоцена Европы (Châteauneuf, 1986). Комплекс спор и пыльцы, включающий виды *Boehlensipollis hohli* и *Cupanieidites eucalyptoides* Krutzsch, 1962, характерен также для нижнеолигоценовых нижнемосинской (Lower Mosina) и чемпинской (Czempin) свит, распространенных на территории Польши (Słodkowska, 2004).

Верхняя часть коричневых песков куршской свиты (образцы 2.17–2.27) охарактеризована СПК *Alnipollenites–Corylopollis* и отнесена к позднему олигоцену – раннему миоцену. Ограничить возраст этих отложений исключительно поздним олигоценом нельзя, т. к. позднеолигоценовые палинокомплексы Белоруссии и Польши имеют иную структуру: в них пыльца сережкоцветных играет весьма скромную роль. На территории Польши верхнеолигоценовые отложения сохранились фрагментарно (Słodkowska, 2004), поскольку в позднем олигоцене море отступило с севера Польской низменности, а позднее эти образования были разрушены

процессами денудации. Те немногие палинологические данные, которые имеются для верхнего олигоцена Польши, указывают на то, что спорово-пыльцевые комплексы из этих отложений содержат очень мало пыльцы арктотретичной флоры (Słodkowska, 2004). Известно, что при переходе к позднему олигоцену состав европейских флор изменился незначительно, широкое распространение арктотретичные элементы получили только в конце позднего олигоцена – начале раннего миоцена: во флорах этого времени увеличивается влияние таких листопадных древесных, как *Alnus*, *Corylus*, *Carpinus* и др. Появление большого количества пыльцы *Alnipollenites verus* Potonié, 1931 отмечено в низах миоцена Центральной и Северной Европы, где установлена одноименная палинозона (Słodkowska, 2004). На данном этапе исследований мы склонны относить верхнюю часть куршской свиты, содержащую СПК *Alnipollenites–Corylopollis*, к верхнему олигоцену – нижнему миоцену, поскольку резкое увеличение пыльцы *Alnipollenites* вполне может отражать похолодание на рубеже хаттского–аквитанского веков, а увеличение доли пыльцы теплолюбивых покрытосеменных, а также кипарисовых в верхней части интервала вполне может соответствовать началу климатического оптимума конца раннего – начала среднего миоцена. Более точно определить возраст верхней части куршской свиты станет возможно по мере накопления палинологических данных в регионе.

Палинологические исследования проведены в рамках государственных заданий ГИН РАН, ИНГГ СО РАН (FWZZ-2022-0004) и ИО РАН (FMWE-2021-0012).

Литература

Александрова Г. Н., Запорожец Н. И. Палинологическая характеристика верхнемеловых и палеогеновых отложений запада Самбийского полуострова (Калининградская область). Ст. 2 // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2008. – Т. 16. – № 5. – С. 75–86.

Балтакис В. И. Осадочные формации и литологические комплексы палеогена и неогена Южной Прибалтики // Литология и геология полезных ископаемых Южной Прибалтики. Тр. Ин-та геологии. Вып. 3. – Вильнюс : Минтис, 1966. – С. 277–323.

Веножинскене А. И. Палинологические комплексы палеогена Южной Прибалтики // Мезозой и кайнозой Южной Прибалтики и Белоруссии: науч. сообщ. Ин-та геологии и географии АН ЛитССР. Т. 12. – Вильнюс : Минтис, 1960. – С. 41–47.

Зосимович В. Ю. Граница олигоцена и миоцена в бореальной провинции Восточно-Европейской платформы // Геологичний журнал. – 1991. – № 3. – С. 89–98.

Кузьмина О. Б., Яковлева А. И. Новые данные о спорово-пыльцевой характеристике верхнеэоценовых отложений Самбийского полуострова, Калининградская область // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2023. – Т. 31. – № 3. – С. 99–115.

Стотланд А. Б. Микрофитофоссилии позднего эоцена – среднего миоцена Днепровско-Донецкой впадины и их стратиграфическое значение // Автореф. дисс. канд. геол.-минерал. наук. – Киев, 1984. – 26 с.

Яковлева А. И. Детализация эоценовой диноцистовой шкалы для восточного Перитетиса // Бюлл. МОИП. Отдел геологический. – 2017. – Т. 92. – Вып. 2. – С. 32–48.

Châteauneuf J. J. Evolution of the microflora and dinocysts at the Eocene–Oligocene boundary in Western Europe / eds. C. Pomerol, I. Premoli-Silva // Terminal Eocene events. – Amsterdam : Elsevier Science Publishers B. V., 1986. – Pp. 289–292.

Iakovleva A. I., Aleksandrova G. N., Mychko E. V. Late Eocene (Priabonian) dinoflagellate cysts from Primorsky quarry, southeast Baltic coast, Kaliningrad Oblast, Russia // Palynology. – 2021. – DOI: 10.1080/01916122.2021.1980743

Słodkowska B. Palynological studies of the Paleogene and Neogene deposits from the Pomeranian Lakeland Area (NW Poland) // Polish Geological Institute. Spec. Pap. – 2004. – No. 14. – Pp. 1–116.

Słodkowska B. Palynology of the Paleogene and Neogene from the Warmia and Mazuri areas (NE Poland) // Geologos. – 2009. – Vol. 15. – No. 3–4. – Pp. 219–234.

Zaddach G. Über die Bernstein – und Braunkohlenlager des Samlandes // Schriften der Physikalisch-Ökonomischen Gesellschaft zu Königsberg in Pr. – 1860. – Jg. 1. – Pp. 1–44.

КОРРЕЛЯЦИЯ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ ПО ДИНОЦИСТАМ

Н. К. Лебедева

Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,
Новосибирск, LebedevaNK@ipgg.sbras.ru

CORRELATION OF THE UPPER CRETACEOUS DEPOSITS OF WESTERN SIBERIA ON DINOCYSTS

N. K. Lebedeva

Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, LebedevaNK@ipgg.sbras.ru

Аннотация. Сравнительный анализ позднемеловых комплексов диноцист южных и северных территорий Западной Сибири показал, что, несмотря на существенный провинциализм комплексов динофлагеллат, существует ряд стратиграфических интервалов в среднем–верхнем туроне, нижнем коньяке, нижнем сantonе, кампане и нижнем маастрихте, имеющих хороший корреляционный потенциал.

Ключевые слова. Биостратиграфия, верхний мел, Западная Сибирь, цисты динофлагеллат.

Abstract. A comparative analysis of the Late Cretaceous dinocyst assemblages of the southern and northern territories of Western Siberia showed that, despite the significant provincialism of dinoflagellates, there are a number of stratigraphic intervals in the Middle–Upper Turonian, Lower Coniacian, Lower Santonian, Campanian, and Lower Maastrichtian, which have a good correlation potential.

Key words. Biostratigraphy, Upper Cretaceous, Western Siberia, dinoflagellate cysts.

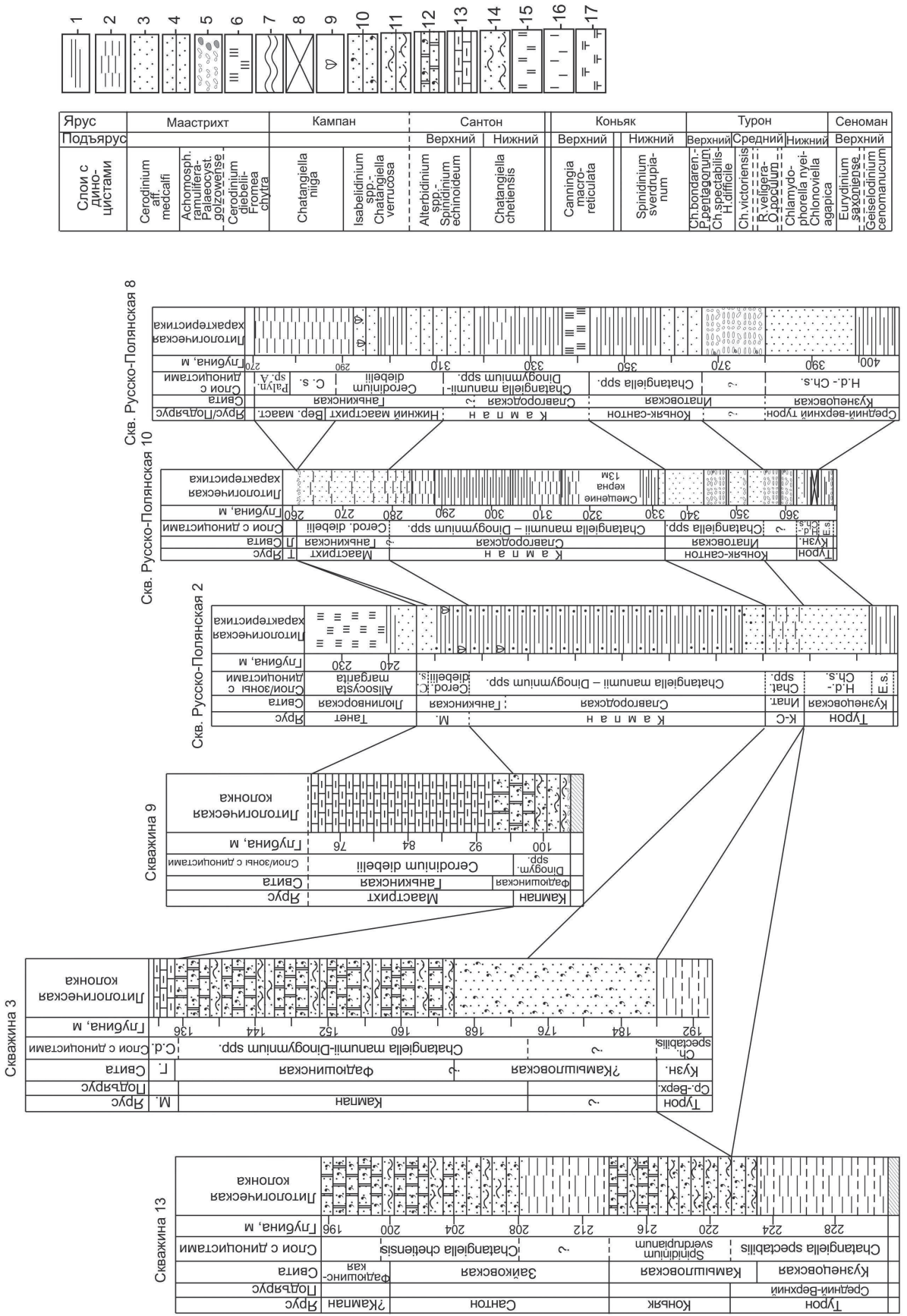
Проведен сравнительный анализ позднемеловых диноцистовых комплексов южных (Омский прогиб, Южное Зауралье) и северных территорий Западной Сибири. Он показал, что, несмотря на различия в таксономическом составе диноцист в комплексах, которые могут быть обусловлены как провинциализмом динофлагеллат, так генезисом сравниваемых отложений, существует несколько стратиграфических интервалов, которые можно достаточно уверенно коррелировать между собой.

В стандартной последовательности диноцист, разработанной на естественных обнажениях Усть-Енисейского и Хатангского районов (датированных иноцерамами) и разрезах скважин севера Западной Сибири (Lebedeva, 2006), есть несколько биостратонов, прослеженных теперь и на южносибирских территориях: слои с *Heterosphaeridium difficile* – *Chatangiella spectabilis*, *Spinidinium sverdrupianum*, *Chatangiella chetiensis*, *Chatangiella niiga*, *Cerodinium diebelii* (рисунок).

Верхнесеноманские–нижнетуронские слои с *Eurydinium saxoniense*, впервые установленные на р. Ниж. Агапа (Усть-Енисейский район), а затем в скв. Ленинградская 1 (Lebedeva, 2006), прослежены в двух скважинах Омского прогиба.

Детально разработанное расчленение туронских отложений на севере Западной Сибири достаточно сложно сопоставить с расчленением кузнецовской свиты Омского прогиба и Южного Зауралья. Это связано в значительной степени с сокращенными мощностями и многочисленными перерывами внутри свиты, формировавшейся в окраинных частях Западно-Сибирского бассейна (Атлас ... , 1976). Таксономическое разнообразие диноцист в этих отложениях гораздо ниже, чем в одновозрастных осадках севера Западной Сибири. Северосибирские комплексы диноцист отличает большое количество и разнообразие представителей рода *Chatangiella*. В южносибирских же комплексах их содержание существенно меньше, однако комплекс *Heterosphaeridium difficile* – *Chatangiella spectabilis*, выявленный в Усть-Енисейском районе и скважинах Пур-Тазовского междуречья, хорошо прослеживается и в кузнецовской свите южных разрезов. Ядром комплекса здесь являются *Chatangiella spectabilis* (Alberti) Lentin et Williams, 1976, *Dorocysta* sp. A, *Surculosphaeridium longifurcatum* (Firtion) Davey et al., 1966, *Heterosphaeridium difficile* (Manum et Cookson) Ioannides, 1986, *Chlonoviella agapica* Lebedeva, 1994.

Южное Зауралье Омский прогиб север Западной Сибири



Нижнеконьякские слои со *Spinidinium sverdrupianum*, впервые выделенные в Усть-Енисейском районе, пока прослежены только в скв. 13 в Южном Зауралье. Разнообразие диноцист в последнем регионе меньше, но характерные для этого биостратона виды присутствуют.

В ипатовской свите в Омском прогибе, которая также характеризуется сокращенными мощностями и перерывами, выявлен очень скудный по таксономическому составу комплекс диноцист (Лебедева и др., 2013; Лебедева, Кузьмина, 2018). Тем не менее и в скважинах Русско-Полянского района, и в Южном Зауралье прослеживаются сантонские слои с *Chatangiella chetiensis*, характеризующиеся акме вида-индекса и большим разнообразием рода *Chatangiella*.

Кампанские комплексы диноцист северных и южных территорий Западной Сибири значительно отличаются. Если для северосибирских комплексов характерно большое количество и разнообразие рода *Chatangiella*, в том числе крупных шиповатых форм, то южносибирские комплексы отличаются отсутствием последних, меньшим содержанием рода *Laciniadinium*, считающимся арктическим таксоном, но обилием и разнообразием представителей рода *Dinogymnium*. Анализ пространственного распространения рода *Dinogymnium* показывает, что большое число видов отмечается в достаточно тепловодных обстановках в южной части Западно-Сибирского бассейна, Тургайского прогиба, Поволжья, Атлантического побережья Северной Америки (Лебедева, Кузьмина, 2018, рис. 5). В бореальных областях этот род встречается единично. Тем не менее, несмотря на такие различия, совместное присутствие в обоих комплексах *Chatangiella manumii* (Vozzhennikova) Lentin et Williams, 1976, *Ch. vnigrii* (Vozzhennikova) Lentin et Williams, 1976, *Ch. madura* Lentin et Williams, 1976, *Ch. ditissima* (McIntyre) Lentin et Williams, 1976, *Isabelidinium* spp., *Laciniadinium* spp., *Spinidinium echinoideum* (Cookson et Eisenack) Lentin and Williams, 1976 позволяет уверенно сопоставлять слои с *Chatangiella niiga* на севере с кампанскими биостратонами южных разрезов. Отметим, что в южнозауральских скважинах встречены единичные *Chatangiella niiga* Vozzhennikova, 1967.

Наиболее хорошо во всех изученных разрезах Западной Сибири прослеживаются нижнемаастрихтские слои с *Cerodinium diebelii*. Характерных признаков немного, но они устойчиво повторяются во всех разрезах – это появление *Cerodinium diebelii* (Alberti) Lentin et Williams, 1987, *Palaeocystodinium golzowense* Alberti, 1961, обилие *Fromea chytra* (Drugg) Stover et Evitt, 1978. Различия заключаются в большем разнообразии диноцист в южносибирских комплексах. Возможно, бедность состава диноцист на севере Сибири связана с началом в раннем маастрихте регрессии, тогда как в южных частях бассейна морские условия сохранялись дольше, и Западно-Сибирское море было связано с другими акваториями – Тургайским проливом.

Несомненно, имеющихся данных пока недостаточно для воссоздания полной последовательности меловых диноцистовых событий для южных территорий, однако можно

Корреляция верхнемеловых отложений северных и южных территорий Западной Сибири по диноцистам:

1 – глины; 2 – алевролиты; 3 – пески; 5 – гравелиты; 6 – опоки; 7 – перерыв; 8 – отсутствие данных; 9 – ракушняковый детрит; 10 – песчаники глауконит-кварцевые с глинистым цементом; 11 – глины песчаные с тонкими прослоями глауконит-кварцевых алевролитов; 12 – песчаники глауконит-кварцевые с кремнистым и опоко-кремнистым цементом; 13 – мергели; 14 – глины песчаные и пески кварц-глауконитовые; 15 – опоки кремнистые; 16 – опоки глинистые; 17 – диатомиты. Ср.-Верх. – средний-верхний; Кузн. – кузнецовская; Г. – ганькинская; М. – маастрихтский; К-С – коньяк-сантон; Ипат. – ипатовская; Вер. мааст. – верхний маастрихт; Ch. spectabilis – *Chatangiella spectabilis*; C. d – *Cerodinium diebelii*; Dinogym. spp. – *Dinogymnium* spp.; C. s. – *Cerodinium speciosum*; Cerod. diebelii – *Cerodinium diebelii*; Chat. spp. – *Chatangiella* spp.; H.d.-Ch.s. – *Heterosphaeridium difficile* – *Chatangiella spectabilis*; E.s. – *Eurydinium saxoniense*; Palyn. sp. A – *Palynodinium* sp. A; R.veligera-O. poculum – *Rhiptocorys veligera* – *Oligosphaeridium poculum*; Ch. victoriensis – *Chatangiella victoriensis*; Ch. spectabilis-H. difficile – *Chatangiella spectabilis* – *Heterosphaeridium difficile*; Ch. bondaren.-P. pentagonum – *Chatangiella bondarenkoi* – *Pierceites pentagonum*

с уверенностью говорить о высоком корреляционном потенциале этой группы водорослей для обширного Западно-Сибирского седиментационного бассейна в позднемеловую эпоху.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Минобрнауки России (проект № FWZZ-2022-0004).

Литература

Атлас литолого-палеогеографических карт юрского и мелового периодов Западно-Сибирской равнины в масштабе 1 : 5 000 000 / ред. И. И. Нестеров. – Тюмень : ЗапСибНИГНИ, 1976. (Тр. ЗапСибНИГНИ. Вып. 93).

Лебедева Н. К., Александрова Г. Н., Шурыгин Б. Н. и др. Палеонтологическая и магнитостратиграфическая характеристика верхнемеловых отложений, вскрытых скважиной 8 Русско-Полянского района (юг Западной Сибири) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2013. – № 1. – С. 43–73.

Лебедева Н. К., Кузьмина О. Б. Палиностратиграфия верхнемеловых и палеогеновых отложений юга Западной Сибири на примере скважин Русско-Полянского района (Омский прогиб) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2018. – Т. 26. – № 1. – С. 85–114.

Lebedeva N. K. Dinocyst Biostratigraphy of the Upper Cretaceous of Northern Siberia // Paleontological Journal. – 2006. – Vol. 40. – Suppl. 5. – Pp. S604–S621.

ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ В АРКТИКЕ ПО ДАННЫМ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ПОСЛЕЛЕДНИКОВЫХ ОСАДКОВ МОРЯ ЛАПТЕВЫХ

О. Д. Найдина

Геологический институт РАН, Москва, onaidina@gmail.com

PALEO GEOGRAPHIC RECONSTRUCTIONS IN THE ARCTIC ACCORDING TO PALYNOLOGICAL ANALYSIS OF POSTGLACIAL DEPOSITS OF THE LAPTEV SEA

O. D. Naidina

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, onaidina@gmail.com

Аннотация. Настоящая работа посвящена результатам спорово-пыльцевого анализа, выполненного по AMS-датированным (AMS ¹⁴C) осадкам голоцена восточной части шельфа моря Лаптевых. На основе изучения колонок обнаружено, что пыльцевые спектры из морских отложений отражают интегрированное представление о растительности и климате региона северо-востока Якутии (выше 70° с. ш.). Установлена серия похолоданий и потеплений, в том числе климатический оптимум в раннем голоцене и кратковременное интенсивное потепление в позднем голоцене. Сопоставление результатов спорово-пыльцевого и микрофаунистического (фораминиферы, остракоды) анализов показало, что потепление климата и изменение природной обстановки на побережье совпадают с адвекцией атлантических вод в море Лаптевых. Реконструированные потепления климата могут использоваться для климатостратиграфических интерпретаций.

Ключевые слова. Пыльца, фораминиферы, остракоды, климат голоцена, отложения Арктического шельфа.

Abstract. This work is devoted to the results of spore-pollen analysis performed on AMS-dated (AMS ¹⁴C) Holocene sediments of the eastern part of the Laptev Sea shelf. Based on the study of cores, it was found that pollen spectra from marine sediments reflect an integrated view of the vegetation and climate of the region of the north-east of Yakutia (above 70° north latitude). A series of cooling and warming events has been established, including a climatic optimum in the early Holocene and a short-term intense warming in the late Holocene. Comparison of the results of spore-pollen and microfaunistic (foraminifera, ostracods) analyses showed that climate warming and changes in the natural situation on the coast coincide with the advection of Atlantic waters in the Laptev Sea. Reconstructed climate warming can be used for climatostratigraphic interpretations.

Key words. Pollen, foraminifera, ostracods, Holocene climate, Arctic shelf sediments.

Арктические морские экспедиции и мультидисциплинарные, в том числе палинологические и микрофаунистические исследования осадков моря Лаптевых позволили получить и частично опубликовать новые данные по изменению природной среды голоцена на шельфе и прилегающей суше Восточно-Сибирской Арктики (Баух и др., 2009; Найдина, 2006, 2013; Bauch et al., 2001; Naidina, Bauch, 2001, 2011). Эволюция природной среды и изменение условий

в послеледниковье региона моря Лаптевых подробно пока не восстановлены и находятся на стадии изучения (Баух и др., 2009; Лаврушин, 2007; Левитан и др., 2007).

По климату море Лаптевых – одно из самых суровых окраинных морей Северного Ледовитого океана. Здесь формируется трансполярный дрейф льдов на запад, определяющий климат всей Северной Евразии. Растительность прилегающей обширной территории характеризуется безлесными ландшафтами. Однако пыльца древесных и травянистых растений обильна в спорово-пыльцевых спектрах как континентальных, так и морских отложений (Naidina, 1995).

В связи с прогнозированием климата Арктики ведется палинологическое изучение голоценовых шельфовых осадков моря Лаптевых, позволяющих реконструировать растительность и климат на прилегающей к морю части Сибири (рис. 1). Абсолютный возраст осадков установлен методом ускорительной масс-спектрометрии (AMS ^{14}C) по изотопам ^{14}C и биогенному кальциту раковин фораминифер, остракод и моллюсков в лаборатории им. К. Лейбница Кильского университета в ФРГ (Vauch et al., 1999). После введения резервуарной поправки для моря Лаптевых в 379 лет (Vauch et al., 2001b) радиоуглеродный возраст был конвертирован в календарный по программе CALIB 4.3 (Stuiver, Reimer, 1993).

Среди изученных донных колонок выделяется разрез осадков полуметровой мощности из восточной части внешнего шельфа с подводного продолжения палеодолины р. Яна. Исследованная колонка PS51 (76°10' с. ш., 133°15' в. д.) отобрана с глубины моря 51 м. Пыльца и споры изучались в образцах, отобранных из керна колонки через каждые 10 см. Извлечение пыльцы и спор из образцов проводилось по стандартной методике (Doher, 1980). Концентрация пыльцы в грамме осадка определялась путем добавления спор-маркеров (Stockmarr, 1971). Определение пыльцы и спор осуществлялось на световом микроскопе при увеличении $\times 400$. Для уточнения видовых определений привлекались результаты СЭМ анализа некоторых пыльцевых зерен Pinaceae.

Количественная характеристика спорово-пыльцевого спектра включала всю сумму подсчитанных зерен пыльцы древесных, травянистых и споровых растений. Дополнительно в каждом препарате подсчитывалось в среднем 350 зерен спор-маркеров. На построенной процентной спорово-пыльцевой диаграмме выделены палинозоны, отражающие фазы в развитии растительности и реконструируемые климатические изменения (рис. 2). Установлено, что осадки накапливались с 11,3 по 5,3 тыс. лет назад (календарный возраст).

Выявлено, что в донных осадках изученной колонки, также как и в других пробах голоценовых осадков моря Лаптевых, обычна пыльца хвойных, среди которых отмечена стланиковая сосна из тундр горного Верхоянья. По данным СЭМ подтверждено, что среди пыльцы хвойных деревьев из осадков моря Лаптевых преобладает пыльца кедрового стланика *Pinus pumila* (Pall.) Regel, 1859 (Найдина, 2014). Среди древесных растений присутствует также пыльца

Карта региона моря Лаптевых

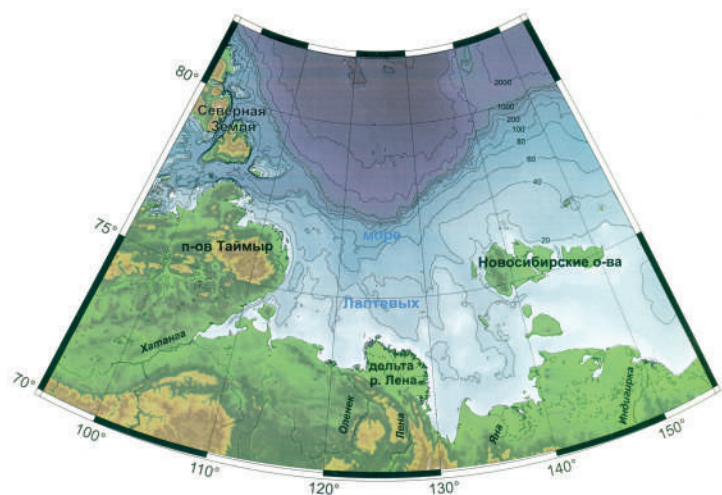


Рис. 1. Местоположения исследованных колонок сосредоточены в восточной части моря Лаптевых: на внешнем шельфе на глубине моря 51 м (колонка PS, 76°10' с. ш., 133°15' в. д.) и внутреннем шельфе на глубине моря 37 м (колонка IK93, 75°21' с. ш., 135°12' в. д.)

Picea, Larix, Salix, Betula, Alnus. Пыльца локальных травянистых растений представлена осоками, злаками, а также Asteraceae, Rosaceae, Chenopodiaceae, Caryophyllaceae, Saxifragaceae и другими представителями тундрового разнотравья. Количество спор незначительно.

Методом спорово-пыльцевого анализа установлено, что переход к современному межледниковью ознаменовался частыми кратковременными похолоданиями и потеплениями. Вместе с направленным увлажнением и смягчением климата в начале голоцена отмечались кратковременные похолодания и ксерофитизация растительности, когда развивались злаково-разнотравные тундровые ландшафты. Местами, по долинам и распадкам, происходило заболачивание и развивались осоково-моховые тундры. По спорово-пыльцевым данным отчетливо прослеживается замещение тундровых ландшафтов с кустарниковой березой лесотундровой и даже светлохвойным редколесьем на водоразделах. Очевидно, что при трансгрессии моря в раннем голоцене лесотундра произрастала на побережье, а климат был теплее современного. Возрастание приноса на шельф дальнепереносной пыли хвойных началось после 9,3 тыс. лет назад (Найдина, 2013) и было следствием происходившего в интервале 9,0–3,8 тыс. лет (MacDonald et al., 2000), вызванного потеплением продвижения к морю линии леса. Палинологические материалы из донных осадков моря Лаптевых показывают, что возрастание поступления древесной пыли на шельф происходило следом за продвижением линии леса к северу и отражается в спектрах морских осадков одновременно с данными по суше (Найдина, 2006, 2014; Laing et al., 1999). В целом в Северной Евразии

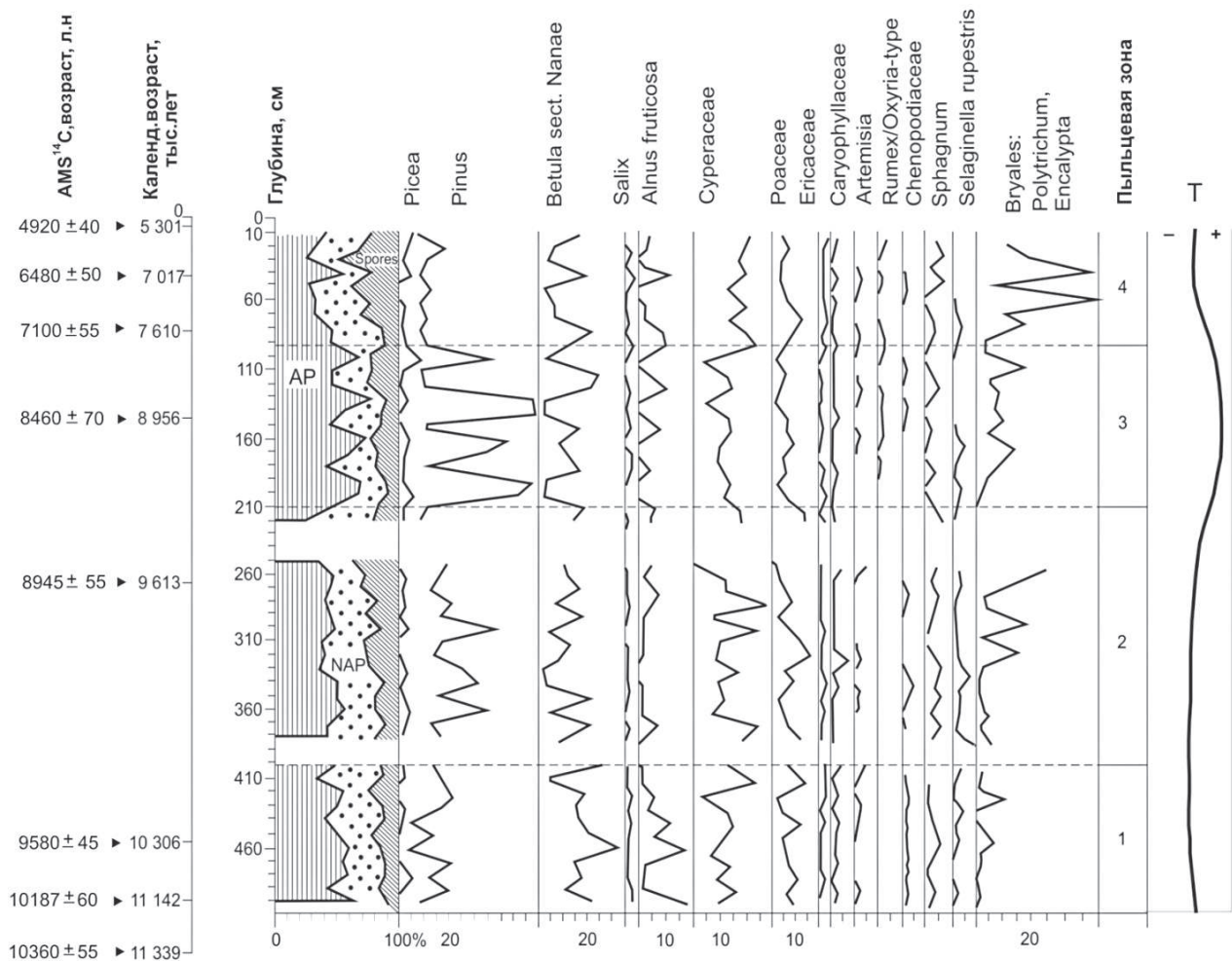


Рис. 2. Спорово-пыльцевая диаграмма раннего голоцена (колонка PS51, 76°10' с. ш., 133°15' в. д., глубина моря 51 м, палеодолина р. Яна):

AP – пыльца деревьев и кустарников; NAP – пыльца трав и кустарничков; T – климатическая кривая

почти повсеместно северная граница леса достигла арктического побережья к 9–7 тыс. лет назад (MacDonald et al., 2000).

По результатам спорово-пыльцевого анализа морских осадков установлено, что с 9,3 тыс. лет и почти до 8,0 тыс. лет климат был значительно теплее современного (Найдина, 2013). Развивалась максимальная стадия послеледниковой трансгрессии моря, и в ландшафтах севера Якутии тундровая растительность заменялась продвигавшейся к побережью моря лесотундровой.

Следующая исследованная колонка К93 (75°21' с. ш., 135°12' в. д.) была отобрана на внутреннем шельфе с глубины моря 37 м в палеодолине р. Яна. Изучение осадков колонки с внутреннего шельфа, накапливавшихся в течение последних 2,3 тыс. лет назад, показало, что частые смены растительности и климатических условий в конце голоцена происходили в пределах единой тундровой зоны – при потеплении развивались крупнокустарниковые тундры с ольховником, а при похолодании возобновлялась мохово-кустарничковая тундра северной подзоны типичной тундры. Начиная с 1,8 тыс. лет и почти до 0,3 тыс. лет назад июльские температуры воздуха превышали современные, но температура воздуха была ниже, чем в климатический оптимум раннего голоцена (Найдина, 2013, 2016).

Сопоставление результатов спорово-пыльцевого, микрофаунистического анализов и радиуглеродного AMS датирования изученных осадков показывает, что с 1,7 тыс. лет и почти до 1,5 тыс. лет назад на суше и на море происходило значительное потепление (Найдина, 2016; новые данные). В этом 200-летнем промежутке времени наблюдается наибольшее разнообразие в составе микрофоссилий донных осадков – одновременно появляются термофильная пыльца *Tilia* и планктонные фораминиферы, возрастает таксономическое разнообразие бентосных фораминифер и остракод (Bauch et al., 1995; Найдина, 2016; новые данные). Предполагается, что термофильная пыльца принесена вместе с теплыми атлантическими течениями в результате кратковременного вторжения трансформированных атлантических вод в море Лаптевых.

Обобщение палинологических материалов из AMS датированных послеледниковых осадков моря Лаптевых в комплексе с данными по микрофауне, геологии и геохронологии позволило реконструировать смену растительности и проследить изменения климата в голоцене. Восстановленное по палинологическим и микрофаунистическим данным потепление на севере Якутии в позднем голоцене может являться климатостратиграфическим маркером.

Работа выполнена по теме государственного задания ГИН РАН.

Литература

Баух Х. А., Кассенс Х., Тиде Й. Процессы природных трансформаций на северо-евразийском шельфе со времени последнего оледенения / ред. Х. Кассенс, А. П. Лисицын, Й. Тиде и др. // Система моря Лаптевых и прилегающих морей Арктики: современное состояние и история развития. – М. : Изд-во МГУ, 2009. – С. 373–383.

Лаврушин Ю. А. Экстремальные природные события в бассейне Северного Ледовитого океана в последние 60 тыс. лет // Бюлл. Комиссии по изучению четвертичного периода. – 2007. – № 67. – С. 20–32.

Левитан М. А., Лаврушин Ю. А., Штайн Р. Очерки истории седиментации в Северном Ледовитом океане и морях Субарктики в течение последних 130 тыс. лет. – М. : ГЕОС, 2007. – 404 с.

Найдина О. Д. Палеогеография региона моря Лаптевых в первую половину голоцена по фаунистическим и палинологическим данным // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2006. – Т. 4. – № 3. – С. 331–340.

Найдина О. Д. Природные условия северо-восточного региона моря Лаптевых в раннем послеледниковье // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2013. – Т. 21. – № 4. – С. 124–136.

Найдина О. Д. Пыльца из послеледниковых осадков моря Лаптевых как биоиндикатор // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2014. – Т. 22. – № 3. – С. 115–124.

Найдина О. Д. Природные условия региона моря Лаптевых в позднем послеледниковье // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2016. – Т. 24. – № 1. – С. 92–103.

Bauch H. A., Kubisch-Popp M., Cronin T. M. et al. A study of the calcareous microfauna from Laptev Sea sediments // Rep. Polar Res. – 1995. – Vol. 176. – Pp. 334–339.

Bauch H. A., Kassens H. A., Erlenkeuser H. et al. Depositional environment of the Laptev Sea shelf (Arctic Siberia) during the Holocene // Boreas. – 1999. – Vol. 28. – No. 1. – Pp. 194–204.

- Bauch H. A., Kassens H., Naidina O. D.* et al. Composition and Flux of Holocene sediments on the Eastern Laptev Sea Shelf, Arctic Siberia // *Quaternary Research*. – 2001a. – Vol. 55 (3). – Pp. 344–351.
- Bauch H. A., Mueller-Lupp T., Taldenkova E.* et al. Chronology of the Holocene transgression at the North Siberian margin // *Global and Planetary Change*. – 2001b. – Vol. 55. – No. 3. – Pp. 125–139.
- Doher L. I.* Palynomorph preparation procedures used in the paleontology and stratigraphy laboratories // *U. S. Geological Survey*. – 1980. – Vol. 830. – Pp. 1–29.
- Laing T. E., Ruhlman K. M., Smol J. P.* Past environmental and climatic changes related to tree-line shifts inferred from fossil diatoms from a lake near the Lena River Delta, Siberia // *Holocene*. – 1999. – Vol. 9. – Pp. 547–557.
- MacDonald G. M., Velichko A. A., Kremenetski K. V.* et al. Holocene treeline history and climatic change across northern Eurasia // *Quaternary Res.* – 2000. – Vol. 53. – Pp. 302–311.
- Naidina O. D.* Holocene climatic, vegetation and pollen data of Siberia adjacent to the Laptev Sea // *Rep. Polar Res.* – 1995. – Vol. 176. – Pp. 235–253.
- Naidina O. D., Bauch H. A.* A Holocene pollen record from the Laptev Sea shelf, northern Yakutia // *Global and Planetary Change*. – 2001. – Vol. 31. – Pp. 141–153.
- Naidina O. D., Bauch H. A.* Early to middle Holocene pollen record from the Laptev Sea (Arctic Siberia) // *Quaternary Int.* – 2011. – Vol. 229. – Pp. 84–88.
- Stockmarr J.* Tablets with spores used in absolute pollen analysis // *Pollen and Spores*. – 1971. – Vol. 13 (4). – Pp. 616–621.
- Stuiver M., Reimer P. J.* Extended ¹⁴C data base and revised CALIB 3.0 ¹⁴C ages calibration program // *Radiocarbon*. – 1993. – Vol. 135 (1). – Pp. 215–230.

МИКРОБИОМОРФЫ ПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ПАЛЕОПОЧВ И ИХ ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ПАЛЕОКЛИМАТИЧЕСКИХ И ЛАНДШАФТНЫХ РЕКОНСТРУКЦИЙ (НА ПРИМЕРЕ СРЕДНЕПЛЕЙСТОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЕПЛОСТАНСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ, МОСКВА)

С. В. Наугольных

Геологический институт РАН, Москва, naugolnykh@list.ru

MICROBIOMORPHS OF THE PLEISTOCENE PALEOSOLS AND THEIR IMPORTANCE FOR PALEOCLIMATIC AND LANDSCAPE RECONSTRUCTIONS (EXEMPLIFIED BY THE MIDDLE PLEISTOCENE DEPOSITS OF THE TEPLY STAN HIGHLAND, MOSCOW)

S. V. Naugolnykh

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, naugolnykh@list.ru

Аннотация. Статья посвящена предварительной характеристике микробиоморф из среднеплейстоценовых отложений, обнаженных в бассейне р. Чертановка (Теплостанская возвышенность, Москва). Установлено присутствие палеопочвенного профиля (FPS-профиля), подстилающего московскую морену. Из палеопочвенного профиля извлечен комплекс микробиоморф, в котором доминируют фитоолиты цилиндрической и узкоконической формы.

Ключевые слова. Плейстоцен, микробиоморфы, фитоолиты, палеогеография.

Abstract. The paper is devoted to the preliminary characterization of microbiomorphs from the Middle Pleistocene deposits exposed in the Chertanovka River basin (Teply Stan Highland, Moscow). The presence of a paleosol profile (FPS profile) underlying the Moscow moraine was found. An assemblage of microbiomorphs, dominated by cylindrical and narrow conical phytoliths, was extracted from the paleosol profile.

Key words. Pleistocene, microbiomorphs, phytoliths, paleogeography.

Представительные разрезы плейстоценовых отложений расположены в пределах Теплостанской возвышенности, находящейся на юго-западе Москвы и простирающейся за пределы Московской кольцевой автодороги в Московскую область.

Теплостанская возвышенность сложена преимущественно отложениями меловой системы (Герасимов, 1962; Государственная геологическая карта ..., 2001), выходящими на поверхность в бортах долин рек Чертановка, Дубинкинская, Большая Глинка и Городня, а также в Северном Бутово. Под меловыми отложениями залегают глинистые алевролиты, песчаники и глины юрской системы, практически не выходящие на дневную поверхность, за исключением разрезов, расположенных в карьерах в районе городов Дзержинский и Лыткарино.

Мезозойские отложения с несогласием перекрываются плейстоценовыми отложениями, по существующим представлениям (Герасимов, 1962; Горецкий и др., 1982; Государственная геологическая карта . . . , 2001; Маленкина, Наугольных, 2017) состоящими преимущественно из московской морены (МИС 6), перекрывающими ее лессовидными супесями и суглинками, внизу – обогащенными органикой и соответствующими микулинскому межледниковью с мезинским палеопочвенным комплексом (МИС 5е), сверху – с криогенными нарушениями валдайского возраста (МИС 3–5а), и подстилающими отложениями, нижняя часть которых может быть условно сопоставлена с лихвинским межледниковьем, МИС 7–9, т. е. возрастом до 300 тыс. лет (Шик, 1993).

Материалом для текущих исследований автора послужили образцы, отобранные в ходе полевых экскурсий в бассейне р. Чертановка, расположенной на Теплостанской возвышенности, на юге Москвы в районе Северное Чертаново, а также из среднеплейстоценовых отложений, обнажающихся в районе г. Дмитров Московской области. Образец из предполагаемого палеопочвенного профиля из бассейна р. Чертановка был обработан по методике трех фильтров для извлечения микробиоморф (о методике см.: Наугольных, 2019).

Значение анализа микробиоморф и в, особенности фитолитов, для палеогеографических, палеоландшафтных и палеоклиматических построений в настоящее время признается практически всем научным сообществом, имеющим отношение к геологическим, палеонтологическим и геоархеологическим исследованиям (Гольева, 2012; Morgan-Edel et al., 2015). Автор настоящей работы неоднократно использовал данные по микробиоморфам для характеристики палеопочвенных профилей позднеплейстоценового возраста, связанных с палеолитическими памятниками (Наугольных, 2013, 2018, 2019, 2020).

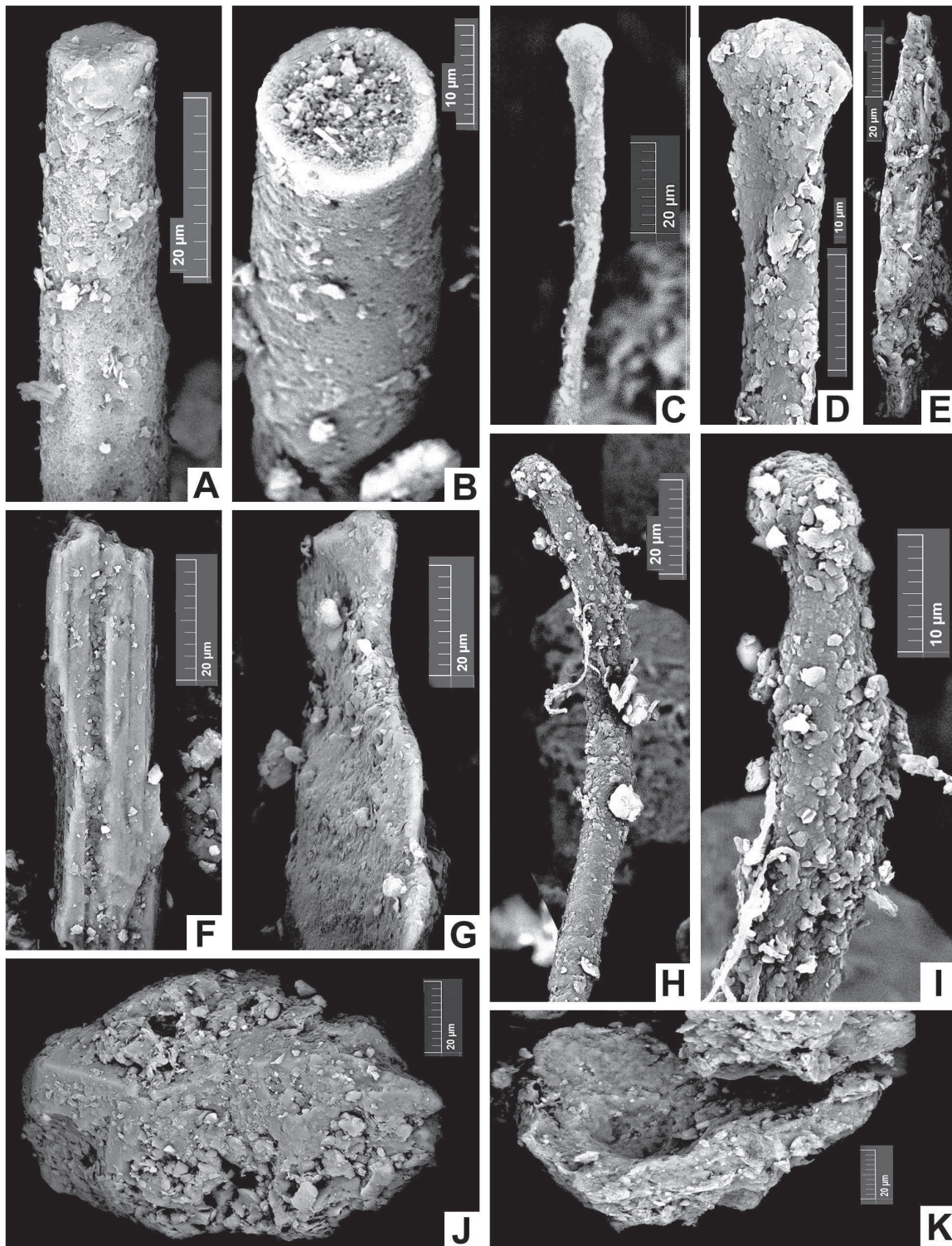
Среди микробиоморф, извлеченных из палеопочвенного профиля (рисунок, А–К), подстилающего в долине р. Чертановка московскую морену, наиболее многочисленны фитолиты цилиндрической и конической форм, скорее всего, принадлежавшие травянистым однодольным.

Фитолиты цилиндрической формы (рисунок, А, В) в среднем имеют длину около 100 мкм и ширину (диаметр) около 10–15 мкм. Поверхность их, как правило, более или менее гладкая или шагреновая, осложненная мелкими бугорками и кавернами. Иногда встречаются фитолиты цилиндрического морфотипа, сочетающие оба типа поверхности. Фитолиты сходной морфологии были изображены в работе А. А. Гольевой (2008, с. 149, рис. 23, фиг. 2, б) из палеопочвы курганного могильного комплекса Шумаево. Растительность, произраставшая в момент формирования могильника, охарактеризована как лугово-степная, с ксероморфными элементами. Такие же цилиндрические морфотипы указаны из городища Раевское (Гольева, 2008, с. 184, рис. 30, фиг. 2), где в момент образования палеопочвы было развито луговое разнотравье. По нашему мнению, фитолиты этого типа были образованы в проводящих тканях травянистых однодольных. По всей видимости, к этой же группе фитолитов близок веретенovidный морфотип, встреченный в том же образце.

По своим размерам и общей форме цилиндрическому морфотипу близки уплощенные фитолиты призматической формы, которые таксономически могут быть условно определены как cf. *Macroprismatolithum psilaristathum* Zucol et Brea, 2005 (Zucol, Brea, 2005, Fig. 3, A).

В изученном образце также присутствуют фитолиты конической формы, представленные двумя разными модификациями: узкоконической (рисунок, Е) и ширококонической. В англоязычной литературе фитолиты этого типа обычно обозначаются как «point-shaped phytoliths» (Twiss et al., 1969; Delhon, 2006). Обычно эти фитолиты трактуются как принадлежавшие травянистым однодольным семейства мятликовых (Poaceae, =Gramíneae).

Размер узкоконических фитолитов варьирует от 200 мкм в длину при диаметре в наиболее широкой части около 30 мкм. Поверхность их, как правило, ровная, но встречаются экземпляры и с шагреновой или корродированной поверхностью. Максимальная наблюдаемая длина фитолитов ширококонической модификации обычно не превышает 140 мкм при диаметре наиболее широкой части около 40–50 мкм. Ширококоническая модификация фитолитов из изученной коллекции, особенно формы со слабо оттянутой верхушкой, очень сходны



**Микробиоморфы из среднеплейстоценовых отложений, Москва,
Теплостанская возвышенность, долина р. Чертановка:**

A, B – цилиндрические фитоциты; *C, D, H, I* – glandулярные трихомы; *E* – конический фитоцит; *F, G* – призматические микробиоморфы; *J, K* – овальные микробиоморфы (*K* – микробиоморф с коническим углублением). Длина масштабной линейки указана на фотографии

с фитоцитами *Aculeolithum acuminatum* Zucol et Brea, 2005 (Zucol, Brea, 2005, Fig. 2, K, L). Фитоциты этой формы обычно образуются в клетках эпидермы и трихомах однодольных травянистых растений семейства Poaceae (Zucol, Brea, 2005). Сходные конические фитоциты несколько разных пропорций, но отчетливо конической формы неоднократно изображались в литературе (см., например, Golieva, 2001, Fig. 2A; Zucol et al., 2016, Fig. 4:15).

В изученном образце был найден единственный фитолит своеобразной четырехлопастной формы. Очертания фитолита относительно изометричные, субквадратные, с длиной стороны около 100 мкм. Практически идентичные фитолиты изображены из верхнего плейстоцена Аргентины в работе А. Ф. Зуколь с соавторами (Zucol et al., 2016, Fig. 5:15, 16) как «en forma de cruces», т. е. фитолиты в форме креста.

Отдельного упоминания заслуживают микробиоморфы, представляющие собой длинную ножку со сферическим или эллиптическим расширением на конце (рисунок, *C, D, H, I*). Средний диаметр терминального вздутия варьирует от 8 до 12 мкм. Длина условной ножки может превышать 100 мкм. Скорее всего, эти образования являются glandулярными трихомами (Leelavathi, Ramayya, 1983, Fig. 23: «uniseriate filiform ovalis-capitate hair»).

Помимо перечисленных выше морфотипов, в изученных препаратах присутствуют микробиоморфы округлой или овальной (рисунок, *J, K*) форм, иногда с коническими углублениями, а также микробиоморфы неправильных очертаний.

Комплексы микробиоморф, в составе которых практически отсутствуют остатки древесной растительности, весьма характерны для перигляциальных зон плейстоцена, за исключением эпизодов потепления (интерстадиалы, межледниковья). Таким образом, основываясь на комплексе микробиоморф из палеопочвы, подстилающей московскую морену в долине р. Чертановка, а также дополнительных материалов, полученных из среднеплейстоценовых отложений, обнажающихся в районе г. Дмитров (Московская область), можно предположить, что эта палеопочва была образована в условиях перигляциальной равнины с доминирующей степной растительностью с многочисленными травянистыми однодольными (биом «тундростепь»).

Литература

- Герасимов П. А. Геологическое строение Теплостанской возвышенности в Москве // Материалы по геологии и полезным ископаемым центральных районов Европейской части СССР. Вып. 5. – 1962. – С. 102–105.
- Гольева А. А. Микробиоморфные комплексы природных и антропогенных ландшафтов. Генезис, география, информационная роль. – М.: Изд-во ЛКИ, 2008. – 240 с.
- Гольева А. А. Фитолиты – источник информации о природе и хозяйственной деятельности народов в прошлом // Палеопочвы, природная среда и методы их диагностики. – Новосибирск: Офсет, 2012. – С. 75–92.
- Горецкий Г. И., Чеботарева Н. С., Шик С. М. Московский ледниковый покров Восточной Европы. – М.: Наука, 1982. – 238 с.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации масштаба 1:200 000. Изд. 2-е. Серия Московская. Лист N-37-II (Москва) и объяснительная записка. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2001. – 130 с.
- Маленкина С. Ю., Наугольных С. В. Геологические и исторические достопримечательности верховьев реки Городни (г. Москва, Битцевский лес) // Палеоэкология. Методологические основы, фактологический потенциал, применение в музейных экспозициях. – М.: Медиа-Гранд, 2017. – С. 104–120.
- Наугольных С. В. Позднеплейстоценовые (валдайские) палеопочвы окрестностей г. Раменское (Московская область): морфологические особенности и археологический контекст // Объекты палеонтологического и геологического наследия и роль музеев в их изучении и охране. – Кунгур: Кунгурский историко-архитектурный и художественный музей-заповедник, 2013. – С. 88–101.
- Наугольных С. В. Палеопочвы верхнего плейстоцена из окрестностей г. Раменское (Московская обл.), их строение и возможная интерпретация // Бюлл. Комиссии по изучению четвертичного периода. – 2018. – № 76. – С. 86–98.
- Наугольных С. В. Зарайская позднеплейстоценовая палеопочва FPS-Z – морфологические особенности и условия образования // Бюлл. Комиссии по изучению четвертичного периода. – 2019. – № 77. – С. 121–140.
- Наугольных С. В. Верхнеплейстоценовая палеопочва палеолитической стоянки Ростиславль-2 (Озерский район Московской области) // Международное геолого-археологическое совещание (симпозиум) «Геология палеолита Северной Азии: к столетию со дня рождения С. М. Цейтлина». Материалы совещания. – Красноярск: Ситалл, 2020. – С. 117–121.
- Шик С. М. Климатическая ритмичность в плейстоцене Восточно-Европейской платформы // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 1993. – Т. 1. – № 4. – С. 105–109.
- Delhon C. Potentiel de l'analyse des phytolithes contenus dans les pâtes céramiques et les matériaux de construction // Cahier des thèmes transversaux ArScA. – 2006. – Vol. VII. – Pp. 86–93.
- Golieva A. A. Biomorph analysis as a part of soil morphological investigations // Catena. – 2001. – Vol. 43. – Pp. 217–230.
- Leelavathi P., Ramayya N. Structure, distribution and classification of plant trichomes in relation to taxonomy III. Papilionoideae // Proc. Indian Acad. Sei. (Plant Sci.). – 1983. – Vol. 92. – No. 5. – Pp. 421–441.

Morgan-Edel K. D., Boston P. J., Spilde M. N., Reynolds R. E. Phytoliths (plant-derived mineral bodies) as geobiological and climatic indicators in arid environments // *New Mexico Geology*. – 2015. – Vol. 37 (1). – Pp. 3–20.

Twiss P. C., Suess E., Smith R. Morphology classification of grass phytoliths // *Proceedings of the soil science society of America*. – 1969. – Vol. 33. – Pp. 109–115.

Zucol A. F., Brea M. Sistemática de fitolitos, pautas para un sistema clasificatorio. Un caso en estudio en la Formación Alvear (Pleistoceno inferior), Entre Ríos, Argentina // *Ameghiniana Revista de la Asociación Paleontológica Argentina*. – 2005. – Vol. 42 (4). – Pp. 685–704.

Zucol A. F., Patterer N. I., Leiva H. A. et al. Caracterización fitolítica de la formación Arroyo Feliciano (Pleistoceno superior) en la localidad Raso Duarte, provincial de Entre Ríos, Argentina // *APA. Publicación Electrónica*. – 2016. – Vol. 16 (1). – Pp. 52–63.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПАЛИНОЛОГИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ РАЗРЕЗА ТУРГА (ЗАБАЙКАЛЬЕ, ВЕРХИ БАРРЕМА – НИЗЫ АПТА)

Е. Б. Пещевицкая

*Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН,
Новосибирск, PeschevickayaEB@ipgg.sbras.ru*

RESULTS OF PALYNOLOGICAL STUDY OF THE TURGA SECTION (TRANSBAICALIA, BARREMIAN–APTIAN)

E. B. Peshchevitskaya

*Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk, PeschevickayaEB@ipgg.sbras.ru*

Аннотация. Обсуждаются биостратиграфические и биофациальные особенности палинокомплекса из разреза Турга, расположенного на юге Забайкальского края.

Ключевые слова. Палиноморфы, баррем–апт, биостратиграфия, биофации, Забайкалье.

Abstract. The paper is devoted to the discussion of biostratigraphic and biofacial features of the palynological assemblage from the Turga section situated in the south of Transbaicalia.

Key words. Palynomorphs, Barremian–Aptian, biostratigraphy, biofacies, Transbaicalia.

Разрез Турга («обнажение Миддендорфа») расположен на юге Забайкальского края в долине одноименной реки, правого притока р. Онон. Это одно из первых местонахождений континентальной мезозойской фауны в этом регионе, которая по своему составу сближается с биотой Джехол из нижнемеловых отложений Северо-Восточного Китая (Косенко и др., 2023). По правому борту долины р. Турга обнажаются в значительной степени задренованные выходы пород тургинской свиты (видимая мощность более 80 м), которая представлена тонкослоистыми аргиллитами и алевролитами с прослоями туффигов. Палинологическим методом изучено 12 образцов, из которых получен обильный мацерат, представленный в основном (95–98 %) обрывками бесструктурного и аморфного детрита, часто крупного размера, предположительно водорослевого происхождения (рисунок, фиг. 1). Детрит нередко изменен, возможно, благодаря бактериальной переработке. В мацерате изредка наблюдаются следы пиритизации, показывающие, что иногда возникали застойные обстановки. В палинологических спектрах доминирует наземная составляющая (85–98 %). Микрофитопланктон (2–15 %) большей частью состоит из *Botryococcus*. Современные представители этого рода являются типичными обитателями озер. Единично встречаются зеленые водоросли *Chlorococcales* aff. *Tetrastrum* spp., *Ovoidites* sp., *Schizosporis* sp. Состав микрофитопланктона, его небольшое количество и характер детрита позволяют предположить, что осадки накапливались в неглубоком озере на небольшом удалении от берега в спокойных обстановках со слабой гидродинамикой. В средней части разреза процентное содержание микрофитопланктона незначительно увеличивается (11–15 %), среди детрита возрастает количество обрывков небольшого размера и удлиненной формы (рисунок, фиг. 2). Это может свидетельствовать о небольшом углублении и расширении озера, а также о более активной гидродинамике. Ранее генетический тип тургинского

биоценоза был определен как тип мелководных застойных озер на основе комплексного анализа литологического и палеонтологического материала (Скобло и др., 2001).

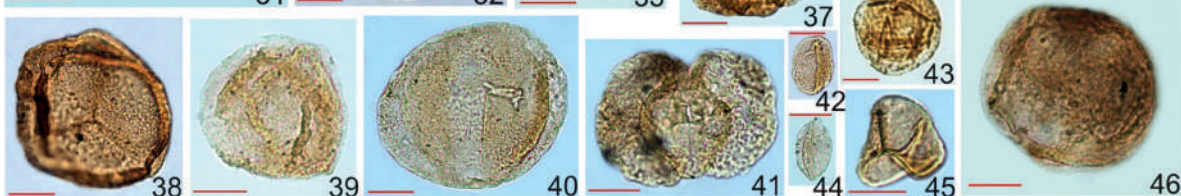
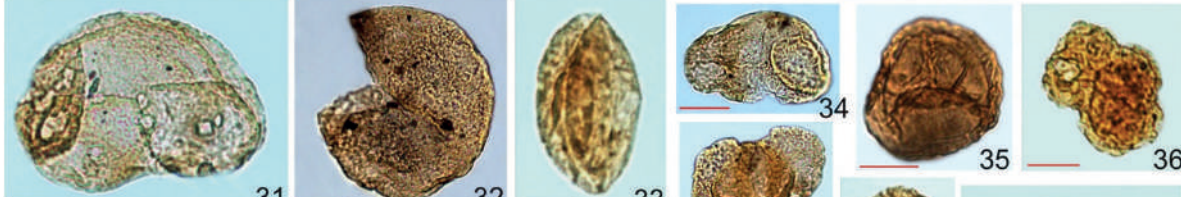
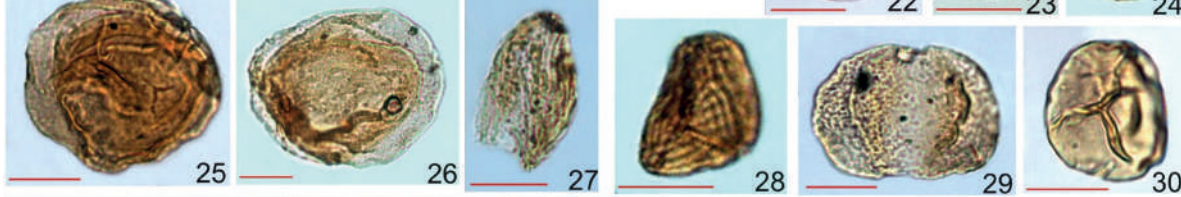
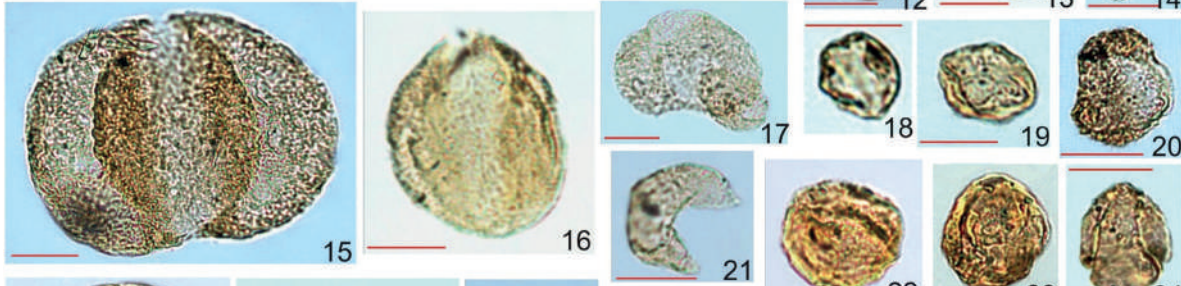
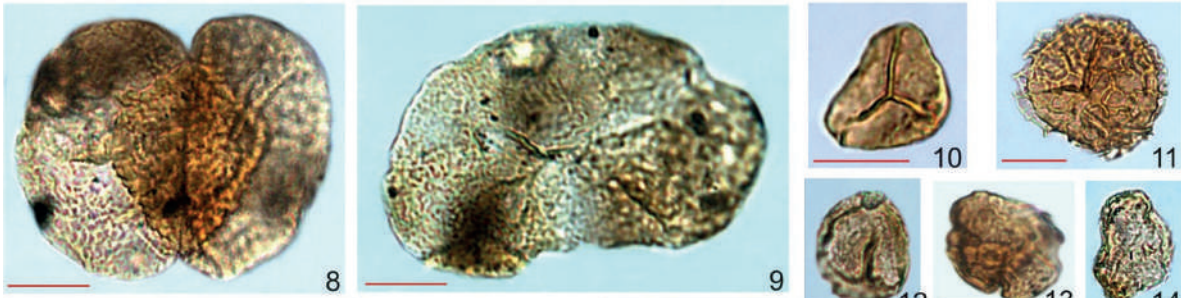
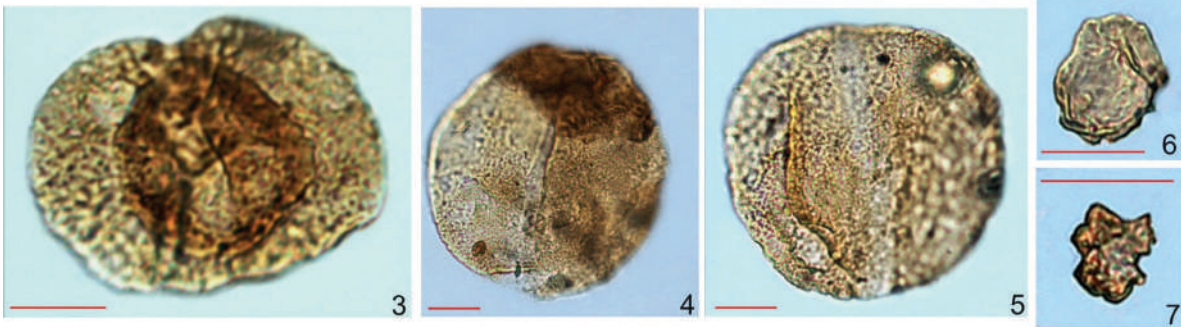
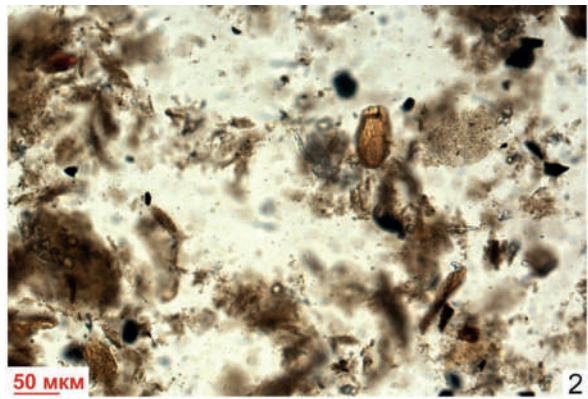
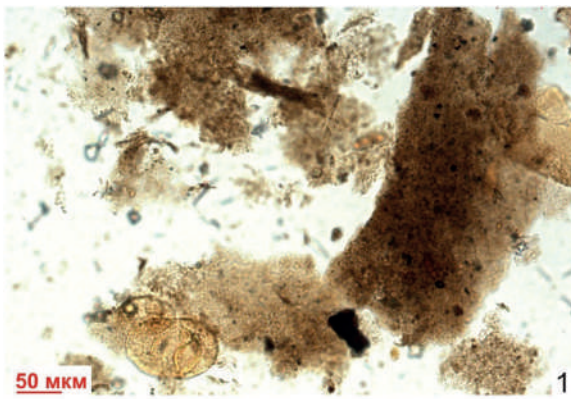
Для спорово-пыльцевого комплекса характерно малое количество и незначительное разнообразие спор (1,5–12%). Наиболее многочисленны споры осмундовых папоротников (1–6%), постоянно присутствуют споры циатейных/диптерисовых папоротников (0,5–2%) и плаунов (0,5–1,5%). Встречаются представители хвощей, сфагновых мхов, схизейных и глейхениевых папоротников, а также водных папоротников семейства *Salviniaceae*, которые характерны для растительности неглубоких (до 1,5–2 м) областей озер.

Доминирует пыльца голосеменных (88–98,5%), состав которой очень разнообразный (рисунки). В этой группе преобладает мешковая пыльца хвойных (60–83%). Особенно многочисленны пыльца плохой сохранности *Disaccites* (11–36%) и древние морфотипы со слабо дифференцированными мешками: *Palaeoconiferus* spp. (0–3%), *Protoconiferus* spp. (1–6%), *Protopinus* spp. (1–5%), *Alisporites* spp. (1–2,5%), *Pseudopicea* spp. (10–25%) и др. Достаточно много пыльцы, морфологически близкой к современной, продуцируемой елями и соснами: *Piceapollenites* spp. (4–18%), *Pinuspollenites* spp. (2–7%). Постоянно присутствует пыльца подокарповых (*Podocarpidites* spp., 1–2%). Среди безмешковой пыльцы существенную роль играют крупные безбороздные формы (1–12%), описанные под родовыми названиями *Psophasphaera* и *Podozamites*, которые иногда сближаются с пыльцой подозамитовых и/или хвойных. Морфотипы, встреченные в разрезе Турга, по структуре экзины близки к пыльце араукариевых (*Araucariacidites*, 0–3%) и *Callialasporites* (0–3,5%). Также значительного количества иногда достигает пыльца, сближаемая с пыльцой кипарисовых (1,5–6,5%) и гинкговых/цикадовых (1,5–11%). Постоянно присутствуют сциадопитисовые (1–3%). Спорадически встречается пыльца неясного систематического положения (*Exesipollenites*, *Eucommiidites*, *Inaperturopollenites*), а также сближаемая с пыльцой гнетовых/эфедровых (*Ephedripites*) и лиственниц (aff. *Larix*?). Пыльца хейролепидиевых (*Classopollis*), обилие которой характерно для жаркого и аридного климата, представлена одним экземпляром.

Важно отметить постоянное присутствие пыльцы покрытосеменных (0,5–2%), поскольку эта группа имеет большое значение для определения возраста отложений. В разрезе Турга эта пыльца в основном представлена мелкими трехбороздными формами с гладкой и микросетчатой экзиной (рисунки). В Сибири пыльца покрытосеменных спорадически встречается с середины баррема и постоянно с кровли баррема–апта, постепенно, но незначительно увеличиваясь в количестве (Стрепетилова и др., 1982; Пещевецкая, 2018). Это позволяет определить возраст отложений в разрезе Турга как верхи баррема – низы апта. В Забайкалье присутствие пыльцы покрытосеменных является характерной чертой баррем-аптских региональных слоев со спорами и пыльцой *Appendicisporites*, *Gleicheniaceae*, *Rouseisporites* spp., *Kuylisporites lunaris*, *Angiospermae* (Скобло и др., 2001).

В целом состав спорово-пыльцевого комплекса соответствует данным, ранее приведенным по этому разрезу по материалам М. А. Седовой (Олейников, 1975). В работе показана общая характеристика комплекса, но отсутствует его биостратиграфический и биофациальный анализ.

Сравнительный анализ баррем-аптских спорово-пыльцевых комплексов на территории Забайкалья и Бурятии показывает, что процентное соотношение отдельных таксонов и их групп сильно варьирует. Выделяются два типа комплексов с характерными признаками. Первый отличается резким доминированием пыльцы голосеменных в основном за счет мешковых форм и присутствием пыльцы покрытосеменных. Отмечаются *Kuylisporites lunaris* Cook. et Dett., иногда *Appendicisporites*. К этому типу относятся комплексы из разреза Турга, верховья р. Витим и Ингодинского района (Котова, 1970; Вахрамеев, Котова, 1977). Характерные признаки позволяют уверенно определять возраст отложений. На севере Сибири вид *Kuylisporites lunaris* появляется в барреме, пыльца покрытосеменных – в средней части этого яруса (Пещевецкая, 2010, 2018). С середины баррема постоянно присутствует *Appendicisporites*. Для второго типа забайкальских комплексов характерно обилие спор и значительное колебание



процентных показателей отдельных групп. Пыльца покрытосеменных здесь отсутствует, но большого количества могут достигать характерные меловые формы (*Cicatricosisporites*, *Trilobosporites*, *Pilosisporites*, *Aequitriradites*). Однако в Сибири их разнообразие и большое количество характерно и для готерива (Маркова, 1971; Пещевичкая, 2010, 2018 и др.). Такие комплексы изучены как на востоке Забайкалья, в Чернышевском районе, так и на юго-западе Бурятии, в Гусиноозерской впадине (Котова, 1964, 1968).

Большие различия в составе спорово-пыльцевых комплексов могут быть связаны с фациальными особенностями, но также, возможно, с тем, что комплексы второго типа выявлены на других стратиграфических уровнях. Отметим, что меловые отложения в Забайкалье и Бурятии развиты в многочисленных изолированных впадинах, что затрудняет корреляцию разрезов и свит. Континентальный характер отложений не позволяет проводить сопоставление местных фаунистических комплексов с типовыми зональными последовательностями Сибирского региона.

Биофациальный анализ спор и пыльцы свидетельствует, что растительность вокруг Тургинского палеозера была преимущественно представлена хвойными лесами с примесью лиственных пород: гинкговых, цикадовых, первых покрытосеменных, возможно, предковых форм дубов и ореховых. По сравнению с северными областями Сибири раннемеловая древесная флора Забайкалья отличается большим разнообразием. Такое большое разнообразие древесной растительности сегодня характерно для тайги южного типа, которая произрастает на севере Китая и в Уссурийском крае (Жизнь ... , 1978). В барреме–апте такие леса произрастали на востоке Забайкалья, видимо, в предгорьях и межгорных долинах (спорово-пыльцевой комплекс первого типа). Комплексы второго типа с обилием спор циатейных папоротников и большим колебанием процентного содержания схизейных, осмундовых, гинкговых, пыльцы хвойных, иногда кипарисовых, вероятно, отражают более влаголюбивую растительность юго-западных областей Забайкалья и Бурятии, где восстанавливается Даурская низменность

Палиноморфы из разреза Турга. Масштабная линейка 20 мкм, если не указано иначе:

1 – обр. К3-3, общий состав мацерата; 2 – обр. К5-1, общий состав мацерата; 3 – *Protopodocarpus monochromatus* Bolchovitina, обр. К1-7, экз. 1619/4-92; 4 – *Protoconiferus funarius* (Naumova) Bolchovitina, обр. К2-11, экз. 1620/12-103; 5 – *Protopicea accepta* Bolchovitina, обр. К5-1, экз. 1625/5-106; 6 – *Tricolporopollenites* sp., обр. К4-1, экз. 1622/13-93; 7 – *Tricolporopollenites* sp., обр. К2-11, экз. 1620/7-99; 8 – *Podocarpidites unicus* (Bolchovitina) Chlonova, обр. К5-1, экз. 1625/19-91; 9 – *Picea complanatifomis* Bolchovitina, обр. К5-1, экз. 1625/4-106; 10 – *Cyathidites rafaeli* (Burger) Burger, обр. К5-1, экз. 1625/6-101; 11 – *Lycopodiumsporites nodosus* Dettmann, обр. К5-1, экз. 1625/13-92; 12 – *Foveotricolpites* sp., обр. К2-11, экз. 1620/5-94; 13 – aff. *Tricolpites*, обр. К5-1, экз. 1625/15-97; 14 – *Angiospermae?* gen. sp. indet., обр. К4-1, экз. 1622/5-85; 15 – *Pseudopicea magnifica* Bolchovitina, обр. К2-11, экз. 1620/11-96; 16 – *Involutisaccites piceoides* Martynova, обр. К2-11, экз. 1619/3-105; 17 – *Pinus subconcinua* Bolchovitina, обр. К3-3, экз. 1621/7-96; 18 – *Angiospermae?* gen. sp. indet., обр. К1-7, экз. 1619/4-97; 19 – *Angiospermae?* gen. sp. indet., обр. К1-7, экз. 1619/15-107; 20 – *Angiospermae?* gen. sp. indet., обр. К4-1, экз. 1622/14-92; 21 – *Cupressacites* sp., обр. К2-11, экз. 1620/10-96; 22 – *Taxodium rotundiformis* Bolchovitina, обр. К4-7, экз. 1624/6-99; 23 – *Tricolpites* sp., обр. К4-1, экз. 1622/9-99; 24 – *Tricolpites* sp., обр. К4-1, экз. 1622/6-106; 25 – *Salvinia sangarensis* Bolchovitina, обр. К5-1, экз. 1625/10-94; 26 – *Callialasporites turbatus* Schulz, обр. К4-1, экз. 1622/6-105; 27 – *Ephedripites* sp., обр. К4-1, экз. 1622/9-101; 28 – *Cicatricosisporites striatus* Rouse, обр. К5-1, экз. 1625/4-98; 29 – *Alisporites similis* (Balme) Dettmann, обр. К5-1, экз. 1625/13-97; 30 – *Biretisporites potoniaei* Delcourt et Sprumont, обр. К5-1, экз. 1625/7-98; 31 – *Piceapollenites exilioides* (Bolchovitina) Petrosjanz, обр. К3-3, экз. 1621/7-86; 32 – aff. *Larix?*, обр. К5-1, экз. 1625/15-93; 33 – *Cycas glabra* Bolchovitina, обр. К1-7, экз. 1619/8-109; 34 – *Pinus insignis* Bolchovitina, обр. К2-11, экз. 1620/19-105; 35 – *Densoisporites velatus* Weyland et Kreiger, обр. К5-1, экз. 1625/18-95; 36 – *Botryococcus* sp., обр. К1-7, экз. 1619/4-93; 37 – *Podocarpidites multesimus* (Bolchovitina) Росоцк, обр. К5-1, экз. 1625/18-108; 38 – *Osmunda diversispinulata* Klimova, обр. К5-1, экз. 1625/13-98; 39 – *Podozamites bullulinaeformis* (Maljavkina) Bolchovitina, обр. К3-3, экз. 1621/6-85; 40 – *Picea pseudorotundiformis* Maljavkina, обр. К3-3, экз. 1621/4-98; 41 – *Podocarpidites proximus* (Bolchovitina) Petrosjanz, обр. К2-11, экз. 1620/20-92; 42 – *Marattisporites scabratus* Couper, обр. К4-5, экз. 1623/9-95; 43 – *Perinopollenites elatoides* Couper, обр. К1-7, экз. 1619/4-105; 44 – *Ginkgocycadophytus* sp., обр. К3-3, экз. 1621/6-85; 45 – *Cyathidites minor* Couper, обр. К4-1, экз. 1622/16-88; 46 – *Araucariacidites* sp., обр. К2-11, экз. 1620/12-100

(Атлас ... , 1968). Тип растительности позволяет предположить, что климат этой территории был умеренно теплым, переходным к субтропическому. Экотонный характер растительности Забайкалья восстанавливается также по макрофлоре (Скобло и др., 2001 и др.).

Следует отметить, что обилие хвойных в макрофлористических и палинологических комплексах Забайкалья некоторые исследователи связывали не с типом растительности, а с тафономическими особенностями и высокой пыльценосностью этих растений (Вахрамеев, Котова, 1977). Этими авторами предполагалось, что семена-летучки и мелкие фрагменты листьев и шишек, которые преобладают в макрофлоре, и легкая мешковатая пыльца аккумулировались в удаленных от берега областях озера со слабой гидродинамикой и дополнительно переносились ветром. Однако по материалам из разреза Турга корреляции состава спорово-пыльцевых спектров и гидродинамики не наблюдается. Малое количество влаголюбивых травянистых растений (папоротников, мхов и плаунов) действительно вызывает вопросы, т. к. условия вблизи озер обычно для них благоприятны. Тем более что в тургинской палинофлоре присутствуют осмундовые папоротники, которые обладают высокой продуктивностью спор и, соответственно, должны быть обильны в палинологическом материале. Возможным объяснением может быть обилие тени, создаваемой густой кроной ели и подавляющей развитие многих травянистых растений, и отсутствие широких безлесных пространств около озера.

Исследования выполнены в рамках программы ФНИ FWZZ-2022-0004 (ИНГГ СО РАН) и при поддержке гранта РФФ 22-17-00054.

Литература

- Атлас литолого-палеографических карт СССР. – М. : ГУГК, 1968. – Т. 3. – 77 л.
- Вахрамеев В. А., Котова И. З. Древние покрытосеменные и сопутствующие им растения из нижнемеловых отложений Забайкалья // Палеонтологический журнал. – 1977. – № 4. – С. 487–495.
- Котова И. З. Возраст континентальных отложений Гусиноозерской впадины и особенности состава раннемеловых флор Забайкалья // Изв. АН СССР. Серия геол. – 1964. – № 8. – С. 84–93.
- Котова И. З. О возрасте угленосных отложений восточного Забайкалья (букачачинская впадина) // Изв. АН СССР. Серия геол. – 1968. – № 11. – С. 95–104.
- Котова И. З. Палинологическое обоснование возраста юрских и нижнемеловых отложений Забайкалья // Советская геология. – 1970. – № 7. – С. 19–30.
- Косенко И. Н., Метелкин Е. К., Ефременко В. Д., Мирзабаев Д. А. Представители раннемеловой биоты Джебол в Забайкалье // Био- и геособытия в истории Земли. Этапность эволюции и стратиграфическая корреляция. Материалы LXIX сессии Палеонтологического общества при РАН. – СПб. : Картфабрика ВСЕГЕИ, 2023. – С. 71–75.
- Маркова Л. Г. История развития раннемеловой флоры Западно-Сибирской низменности (по данным палинологии). – М. : Недра, 1971. – 100 с.
- Олейников А. Н. Стратиграфия и филлоподы юры и мела Восточного Забайкалья. – М. : Недра, 1975. – 171 с.
- Пецевичская Е. Б. Диноцисты и палиностратиграфия нижнего мела Сибири. – Новосибирск : Гео, 2010. – 230 с.
- Пецевичская Е. Б. Палинологические последовательности готерива–альба на территории Гыданского района (север Западной Сибири) // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Материалы Девятого Всероссийского совещания. – Белгород : Полигтерра, 2018. – С. 218–221.
- Скобло В. М., Лямина Н. А., Руднев А. Ф., Лузина И. В. Континентальный верхний мезозой Прибайкалья и Забайкалья (стратиграфия, условий осадконакопления, корреляции). – Новосибирск : СО РАН, 2001. – 332 с.
- Стрепетилова В. Г., Пуртова С. И., Поповичева Л. В. Расчленение и корреляция нижнемеловых отложений севера Западно-Сибирской равнины по новым палинологическим данным // Стратиграфия и фации фанерозоя Западной Сибири. – Тюмень : ЗапСибНИГНИ, 1982. – С. 21–28.

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ПЫЛЬЦЕВЫХ ЗЕРЕН СЛОЖНОЦВЕТНЫХ

С. В. Полева

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва, svetlanapolevova@mail.ru

IDENTIFICATION OF ASTERACEAE POLLEN GRAINS

S. V. Polevova

Lomonosov Moscow State University, Moscow, svetlanapolevova@mail.ru

Аннотация. Представлен ключ для определения на светооптическом уровне пыльцевых зерен Asteraceae (сложноцветных) с информацией о пыльце представителей базальных групп этого семейства (Barnadesiaceae, Veroniceae, Muthisieae и др.).

Ключевые слова. Asteraceae, Cichorioideae, палинотип, ключ для определения пыльцевых зерен.

Abstract. A key for determining the pollen grains of Asteraceae at the light-optical level is proposed. Information about the pollen of the basal groups of this family (Barnadesiaceae, Veroniceae, Muthisieae and others) is given.

Key words. Asteraceae, Cichorioideae, pollen types, pollen grain key.

Пыльцевые зерна сложноцветных хорошо определяются в спорово-пыльцевых спектрах. Трехборозднопоровые пыльцевые зерна со сложноорганизованной экзиной, украшенной шипами, гребнями (или и тем, и другим одновременно) надежно характеризуют семейство. Однако это семейство самое крупное среди покрытосеменных, и наличие богатого комплекса признаков в строении спородермы определяет желание исследователей идентифицировать таксоны до родов, триб и т. д. внутри семейства. Подобные ключи для определения имеются начиная с самых первых работ Вудхауза и Эрдтмана (Wodehouse, 1935; Erdtman, 1952; Blackmore, 1984, 1986; Аскерова, 1987; Chester, Raine, 2001; Бовина, 2004; Punt, Hoen, 2009). Тем не менее накопление сведений о строении пыльцевых зерен различных представителей сложноцветных продолжается и, как следствие, работа по совершенствованию надежности ключей для их определения не останавливается. Наш опыт работы со сложноцветными Европейской России вылился в представленный здесь ключ.

Так, все пыльцевые зерна сложноцветных можно разделить на три большие группы, которые не соответствуют таксономическому членению семейства.

1. Шиповатая экзина с двойным столбиковым слоем, наружные столбики тонкие и сближенные, внутренние – толстые и ветвистые.

2. Шиповатая экзина с кавусом (крупной полостью в мезокольпиумах), без внутренних столбиков.

3. Шиповато-гребенчатая экзина, внутренние столбики маскируются мощно развитой скульптурой.

Первая группа пыльцевых зерен с двойным столбиковым слоем разбивается по характеру шипов на два палинотипа.

1.1. Шипиковатые пыльцевые зерна, шипики меньше 1 мкм. Размеры пыльцевых зерен сильно различаются.

1.2. Крупно-шиповатые пыльцевые зерна, шипы сравнимы по высоте с толщиной экзины или выше. Форма шипов разнообразна.

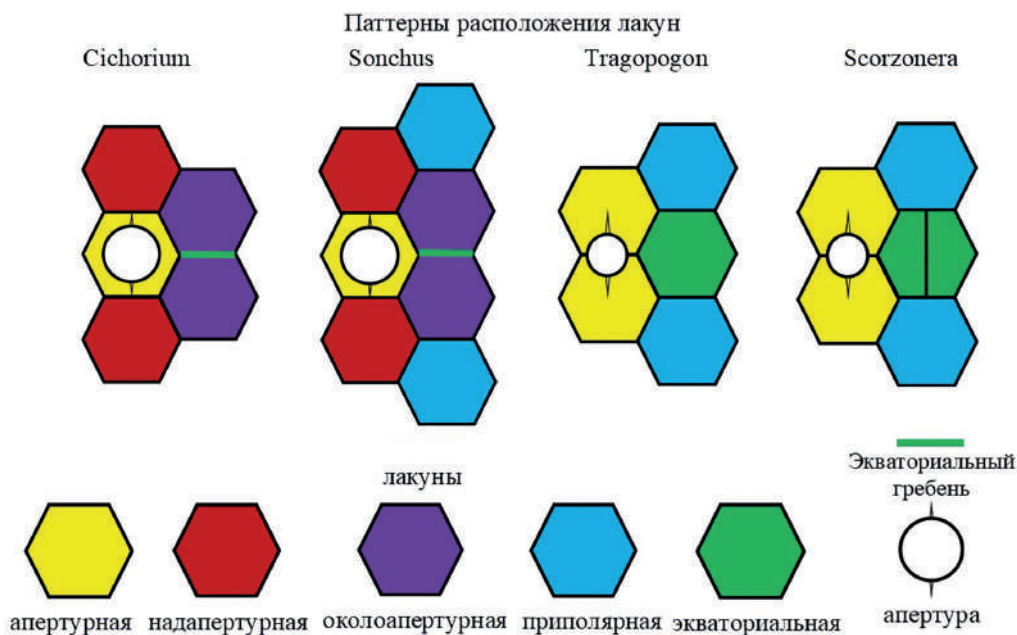
1.1.1. Шипиковатые пыльцевые зерна крупные, полярная ось – 60–120 мкм. **Палинотип – Echinops.** Состав: род *Echinops*.

1.1.2. Шипиковатые пыльцевые зерна средних размеров, полярная ось – 30–50 мкм. **Палинотип – Cyanus.** Состав: представители родов *Cyanus* и *Psephellus*, бывшие васильки *Centaurea sibirica*, *C. marschalliana*, *C. sumensis*, *C. cyanus*.

1.1.3. Шипиковатые пыльцевые зерна маленькие, пыльцевые зерна – от 15 до 30 мкм, сфероидальные. **Палинотип – Artemisia.** Состав: род *Artemisia*.

1.2. Шипы крупные, ширококонические. Пыльцевые зерна разнообразные по размерам.

1.2.1. Шипы крупные, ширококонические, с тупой вершиной. **Палинотип – Tanacetum.** К этой группе относятся представители родов *Jurinea* и *Onopordum*, полярная ось – 50–65 мкм.



Характер расположения лакун при каждой из апертур у цикориевых

У представителей родов *Arctium*, *Carlina*, *Saussurea*, *Serratula* и *Tanacetum* полярная ось – 35–55 мкм – представителей родов *Anthemis*, *Achillea*, *Chamomilla*, *Dendranthema*, *Helichrysum*, *Leucantemum*, *Pyrethrum*, *Tanacetum*, *Xeranthemum* пыльца еще мельче, полярная ось – 18–33 мкм.

1.2.2. Шипы ширококонические, соединены между собой невысокими, гладкими (0,5–1,5 мкм) гребнями. **Палинотип – *Cirsium***. Состав: представители родов *Cirsium*, *Rhaponiticoides* бывшие васильки *Centaurea ruthenica*, *C. modestii*.

Каватные пыльцевые зерна второй группы также подразделяются на шипиковатые и шиповатые пыльцевые зерна.

2.1. Шипиковатые пыльцевые зерна, с шипиками до 1 мкм, хорошо различимы по размерам.

2.1.1. Крупные пыльцевые зерна, полярная ось – 53–80 мкм, шипики практически не заметны. **Палинотип – *Centaurea scabiosa***. Состав: *Centaurea apiculata*, *C. scabiosa*, *C. orientalis*.

2.1.2. Мелкие, сфероидальные пыльцевые зерна с очень короткими бороздами, шипики практически не заметны. Полярная ось – 26–37 мкм. Борозды – от 3,5 до 7 мкм. **Палинотип – *Xanthium***. Состав: род *Xanthium*.

2.1.3. Средних размеров пыльцевые зерна, полярная ось – 28–45 мкм, с шипиками высотой в половину толщины экзины. **Палинотип – *Centaurea jacea***. Состав: *Centaurea diffusa*, *C. jacea*, *C. micranthos*, *C. pseudomaculosa*, *C. pseudophryga*, *C. trichocephala*.

2.1.4. Мелкие, сфероидальные пыльцевые зерна с очень короткими бороздами, шипики высотой в половину толщины экзины. Полярная ось – 21–30 мкм. Борозды – от 3,5 до 5 мкм. **Палинотип – *Ambrosia***. Состав: род *Ambrosia*.

2.2. Крупно-шиповатые пыльцевые зерна разных размеров. Шипы очень разнообразны по форме.

2.2.1. Шипы немногочисленные (4–5 по экватору мезокольпиума), конические или узкоконические, с заостренными вершинами. Полярная ось – 22–50 мкм. **Палинотип – *Solidago***. Состав: представители родов *Antennaria*, *Ligularia*, *Petasites*, *Solidago*, *Tussilago*.

2.2.2. Шипы многочисленные (5–7 по экватору мезокольпиума), узкоконические, обычно грушевидной формы на полусферическом основании, часто с изогнутыми вершинами. Полярная ось – 17–42 мкм. **Палинотип – *Calendula***. Состав: представители родов *Bidens*, *Calendula*, *Erigeron*, *Galinsoga*, *Gnaphalium*.

2.2.3. Шипы многочисленные (6–7 по экватору мезокольпиума), высокие, конические. Полярная ось – 18–39 мкм. **Палинотип – *Helianthus***. Состав: представители родов *Aster*, *Eupatorium*, *Galatella*, *Filago*, *Helianthus*, *Petasites*, *Tripolium*.

2.2.4. Шипы крупные, ширококонические. Пыльцевые зерна различаются по размерам. **Палинотип – Senecio.** К этому палинотипу относятся пыльцевые зерна родов *Inula*, *Senecio*, полярная ось – 17–35 мкм, а также рода *Carduus*, полярная ось – 35–60 мкм.

Пыльцевые зерна с шиповато-гребенчатой скульптурой свойственны практически всем представителям трибы цикориевых (*Cichorioideae*): гребни и лакуны у них очень правильно чередуются, образуют строго геометрический рисунок и имеют индивидуальные названия. Однако необходимо учитывать, что количество тех или иных лакун зависит от количества апертур, которых может быть как 3, 4, реже 5 (рисунок).

3.1. Пыльцевые зерна имеют 3 апертурных лакуны, в центре каждой из которых располагается апертура; гребни апертурных лакун соединены экваториальным гребнем в цепочку.

3.1.1. Каждое пыльцевое зерно имеет 15 лакун: 3 апертурных лакуны, 6 надапертурных, 6 околоапертурных, разделенных экваториальным гребнем. **Палинотип – Cichorium.** Состав: представители родов *Taraxacum*, *Cichorium*, *Lactuca*, *Micelis*, *Crepis*, *Lapsana*, *Achyrophorus*, *Leontodon*, *Hypochoeris*, *Chondrilla*, *Picris*, *Hieracium*.

3.1.2. Каждое пыльцевое зерно имеет 21 лакуну: 3 апертурных лакуны, 6 надапертурных, 6 околоапертурных, разделенных экваториальным гребнем и 6 приполярных. **Палинотип – Sonchus.** Состав: род *Sonchus*.

3.2. Пыльцевые зерна имеют 6 апертурных лакун, из которых каждую пару соседних разделяет апертура. Экваториальных гребней нет, на их месте располагаются экваториальные лакуны.

3.2.1. Каждое пыльцевое зерно имеет 15 лакун: 6 апертурных лакун, разделенных апертурой, 3 экваториальных и 6 приполярных. **Палинотип – Tragopogon.** Состав: род *Tragopogon*.

3.2.2. Каждое пыльцевое зерно имеет 18 лакун: 6 апертурных лакун, разделенных апертурой, 6 экваториальных и 6 приполярных. **Палинотип – Scorzonera.** Состав: род *Scorzonera*.

Однако этим разнообразием сложноцветных не исчерпывается. Так, вне Европы встречаются представители еще нескольких триб, родственных цикориевым. Например, пыльцевые зерна вернониевых (*Vernoniaeae*) и лиабовых (*Liabeae*) имеют гребни, которые часто украшены шипами. Гребни могут окаймлять лакуны или быть просто основаниями одиночных шипов. Более того, имеются все переходы от упорядоченных лакун типа *Cichorium* к неупорядоченным лакунам разных очертаний и размеров. Пыльцевые зерна мутизиевых (*Onoserideae*, *Nassauvieae*, *Mutisieae*) и других выделенных из их состава базальных сложноцветных (*Famatinanthus*, *Stiffia*, *Gongylolepis*, *Wunderlichia*, *Gochnatia*, *Anastraphia*, *Moquiniastrum*, *Richterago*, *Hecastocleis*, *Pertyoa*, *Ainsliaea*, *Oldenburgia*, *Tarchonanthe*, *Brachylaena*, *Dicoma*, *Pleiotaxis*, *Gymnarrhena*) могут иметь практически гладкий покров без шипиков или же отличаться депрессиями в мезокольпумах и даже гребнями с лакунами, не менее правильными, чем у вернониевых или цикориевых. Наконец, базальная триба барнадезиевых (*Dasyphyllum*, *Chuiraga*, *Barnadesia*) имеет пыльцевые зерна с гладкой поверхностью без шипов. Тем не менее сложное строение экзины с наружными и внутренними столбиками во всех этих группах сохраняется, что делает возможным надежное определение пыльцы сложноцветных во всех регионах.

Литература

- Аскерова Р. К. Палинология Цикориевых (*Compositae: Cichorioideae*). – Баку : Элм, 1987. – 207 с.
- Бовина И. Ю. Определительный ключ пыльцевых зерен Сложноцветных Средней России // Бюлл. МОИП. Отдел биологический. – 2004. – Т. 109. – Вып. 1. – С. 38–49.
- Blackmore S. The Northwest European Pollen Flora, 32: *Compositae–Lactuceae* // *Review of Palaeobotany and Palynology*. – 1984. – Vol. 42. – Pp. 45–85. – DOI: 10.1016/0034-6667(84)90062-9
- Blackmore S. The identification and taxonomic significance of lophate pollen in the *Compositae* // *Canadian Journal of Botany*. – 1986. – Vol. 64. – Pp. 3101–3112. – DOI: 10.1139/b86-409
- Chester P. I., Raine I. J. Pollen and spore keys for Quaternary deposits in the northern Pindos Mountains, Greece // *Grana*. – 2001. – Vol. 40. – No. 6. – Pp. 299–387. – DOI: 10.1080/00173130152987535

Erdtman G. Pollen Morphology and Plant Taxonomy—Angiosperms. — Stockholm : Almquist and Wiksell, 1952. — 539 p. — DOI: 10.2134/agronj1953.00021962004500040018x

Punt W., Hoen P. P. The northwest European pollen flora, 70: Asteraceae—Asteroideae // Review of Palaeobotany and Palynology. — 2009. — Vol. 157. — Pp. 22—183. — DOI: 10.1016/j.revpalbo.2008.12.003

Wodehouse R. P. Pollen grains, their structure, identification and significance in medicine. — New York : McGraw-Hill, 1935. — 574 p.

**НОВЫЕ БИОСТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ
(СКВАЖИНА ЛИСИНО-10, ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)
И СХЕМА РАСЧЛЕНЕНИЯ ОРДОВИКСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ
СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ ПО АКРИТАРХАМ**

Е. Г. Раевская, Г. С. Искюль

*Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского, Санкт-Петербург,
Elena_Raevskaya@vsegei.ru, Georgy_Iskul@vsegei.ru*

**NEW BIOSTRATIGRAPHIC DATA
(LISINO-10 BOREHOLE, SAINT-PETERSBURG REGION)
AND SCHEME OF THE ORDOVICIAN SUBDIVISION
OF THE NORTH-WEST RUSSIA BASED ON ACRITARCHS**

E. G. Raevskaya, G. S. Iskul

*A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg,
Elena_Raevskaya@vsegei.ru, Georgy_Iskul@vsegei.ru*

Аннотация. Статья посвящена анализу видового разнообразия и стратиграфического распространения акритарх в разрезе ордовика, вскрытого скв. Лисино-10 на западе Ленинградской области. Установлены шесть биостратонов в ранге слоев с акритархами в интервале верхов дапинского – нижней половины сандбийского ярусом среднего–верхнего ордовика. Новые данные позволяют увязать изученные ранее разрезы нижнего–среднего ордовика Московской синеклизы и Ленинградской области с разрезами среднего–верхнего ордовика Эстонии и составить предварительно практически полную стратиграфическую последовательность комплексов акритарх, характеризующих весь объем ордовикской системы бассейна Балтоскандии Восточно-Европейской платформы.

Ключевые слова. Акритархи, биостратиграфия, ордовик, Северо-Запад России.

Abstract. The article is devoted to the analysis of acritarch diversity and stratigraphic distribution in the Ordovician section of the well Lisino-10, to the west of the Saint-Petersburg. Six biostratigraphic subdivisions in the rank of acritarch Assemblage Zone have been identified in the interval of the upper Dapinian – lower half of the Sandbian stages of the Middle–Upper Ordovician. The new data allows correlation of the previously studied sections of the Lower–Middle Ordovician of the Moscow Syncline and the Leningrad Region with the sections of the Middle–Upper Ordovician of Estonia and to preliminarily compile an almost complete stratigraphic succession of acritarch assemblages characterizing the whole Ordovician of the Baltoscandian basin of the East European Platform.

Key words. Acritarchs, biostratigraphy, Ordovician, North-West Russia.

Скв. Лисино-10, пробуренная в 2010 г. в южной части Ижорской возвышенности на юго-западе от г. Санкт-Петербург у дер. Лисино, прошла ордовикские отложения мощностью около 140 м от тремадока до низов катия практически с полным отбором керна (рис. 1). Вскрытый разрез является переходным между классическими мелководными разрезами Северной Эстонии и более глубоководными разрезами Московской синеклизы и представляет собой вертикальную последовательность отложений, отражающую переход от конденсированных «нетропических» биокластических известняков (волховская–вийвиконнаская свиты) к типичным «тропическим» перилиторальным доломитам (елизаветнинская–изварская свиты) (Искюль, 2012). Нижняя конденсированная часть карбонатного разреза представлена эстонскими свитами (силлаоруская–азериская, кыргекаллаская, вийвиконнаская) и свитами (волховская, порожская, валимская), сопоставимыми по мощности и литологии с эстонскими аналогами. Средняя часть карбонатного разреза сложена «мергелистыми» свитами, общими с западной частью Московской синеклизы (грязновская, шундоровская, хревицкая); их стратотипы

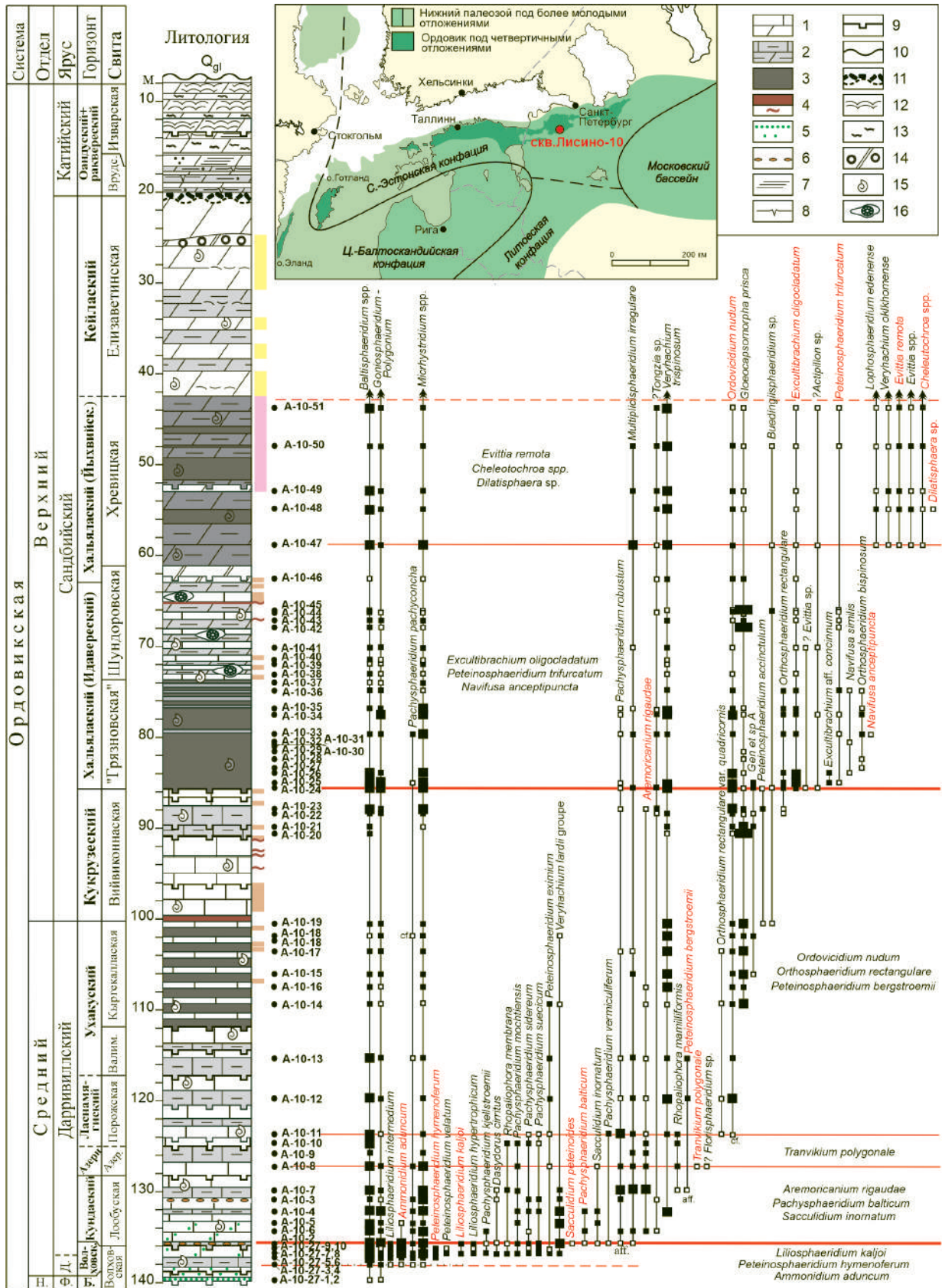


Рис. 1. Местонахождение, строение и микрофитологическая характеристика ордовикского разреза скв. Лисино-10:

1 – известняки и доломиты; 2 – известняки и доломиты глинистые; 3 – мергели; 4 – прослой кукуерита в масштабе и вне его; 5 – глауконититы и рассеянные зерна глауконита; 6 – железистые оолиты; 7 – ламинация; 8 – трещины усыхания; 9 – минерализованные хардграунды; 10 – контакт ордовика и квартера; 11 – поверхности перерыва с карстовой брекчией; 12 – пятнистые альгодолмиты; 13 – фенестры; 14 – существенно биокластические отложения; 15 – нормально-морская фауна; 16 – желваки кремней

находятся на Ижорской возвышенности. «Тропические» перилиторальные карбонаты верхней части разреза не имеют фациальных аналогов ни в Эстонии, ни в Московской синеклизе; стратотипы этих свит также расположены на Ижорской возвышенности.

При отборе образцов предпочтение отдавалось сероцветным глинисто-алевритовым разностям пород. Из самой нижней части разреза мощностью около 9 м, представленной нецементированными кварцевыми песками верхов кембрия – тремадока, опробование на акритархи не проводилось. Из верхней красновато-желтоватой доломитовой части разреза пробы на акритархи также не отбиралась из-за фациальной непригодности пород для данного вида исследований. Всего на акритархи из керна скв. Лисино-10 было отобрано 60 образцов. Все пробы подверглись технической обработке по классической методике, применяемой в спорово-пыльцевом анализе. Безусловное большинство изготовленных препаратов в разной степени насыщенности содержали акритархи хорошей сохранности (рис. 2). Анализ таксономического разнообразия и распространения видов в разрезе позволил выделить шесть последовательных комплексов акритарх, характеризующих стратиграфический интервал от верхней части дапинского до середины сандбийского ярусов среднего–верхнего ордовика. На рис. 1 вынесены только наиболее характерные таксоны.

Самый нижний комплекс с *Liliosphaeridium kaljoi*, *Peteinosphaeridium hymeniferum*, *Ammonidium aduncum* характеризуется, помимо перечисленных видов (рис. 1), присутствием многочисленных и разнообразных акритарх родов *Baltisphaeridium*, *Goniosphaeridium*, *Micrhystridium*, составляющих его основу. Представители этих родов в большом количестве встречаются по всему разрезу и мало пригодны для биостратиграфического расчленения отложений, поэтому далее не упоминаются. Менее обильны, но весьма разнообразны петейноидные формы (*Liliosphaeridium intermedium*, *L. hypertrophicum*, *Peteinosphaeridium armatum*, *P. eximium*, *P. velatum*, *Rhopaliophora membrana*) и представители рода *Pachysphaeridium* (*P. christianii*, *P. kjelstroemii*, *P. mochtiansis*, *P. pachyconcha*, *P. suecicum*, *P. vermiculiferum*). Дополняют разнообразие комплекса редкие *Dasydorus cirritus*, *Navifusa* sp., *Sacculidium* sp., *Tsmanites* sp. и др. Такой состав акритарх типичен для верхней половины волховского горизонта, он был описан из серии разрезов Ленинградской области (Раевская, 2007, 2019 и др.) и скважин Московской синеклизы (Raevskaya, Zaitsev, 2014).

Следующий комплекс отличается появлением *Aremoricanium rigaudae*, *Pachysphaeridium balticum*, *Sacculidium inornatum* и характерен для верхней половины кундаского горизонта. Подобная ассоциация акритарх распространена в верхней части кундаского горизонта Ленинградской области и Московской синеклизы (Raevskaya, Zaitsev, 2014).

Комплекс с *Tarnvikium polygonale* выделен пока условно по появлению названного вида. Комплекс обособляется примерно в пределах азерского горизонта. Вблизи его верхней границы заканчивают свое распространение многие виды *Pachysphaeridium*.

Комплекс с *Ordovicidium nudum*, *Peteinosphaeridium bergstroemii*, *Orthosphaeridium rectangulare* содержит множество проходящих таксонов. Но выделяется по появлению названных видов, которые продолжают встречаться и в верхнем ордовике. Диапазон его распространения охватывает ласнамягиский, ухакусский и кукрузеский горизонты. Следует отметить, что со второй половины ухакусского горизонта состав комплекса заметно беднеет в таксономическом и количественном выражении. Доминантная роль переходит к *Veryhachium trispinosum* и *Gloeocapsomorpha prisca*, отражая смену условий к более неблагоприятным для нормально морского микрофитопланктона. В верхней части интервала (кукрузеский горизонт) *G. prisca* заполняет собой отдельные уровни практически полностью. Здесь развиты пласты горючих сланцев – кукерситы.

Комплекс с *Excultibrachium oligocladatum*, *Peteinosphaeridium trifurcarum*, *Navifusa anceptipuncta* также имеет в своем составе существенное количество *G. prisca*, но отличается от предыдущего появлением в заметном количестве *E. oligocladatum* и *P. trifurcarum*. Единично встречается *N. anceptipuncta*. Не менее характерны *Navifusa similis*, *Peteinosphaeridium*

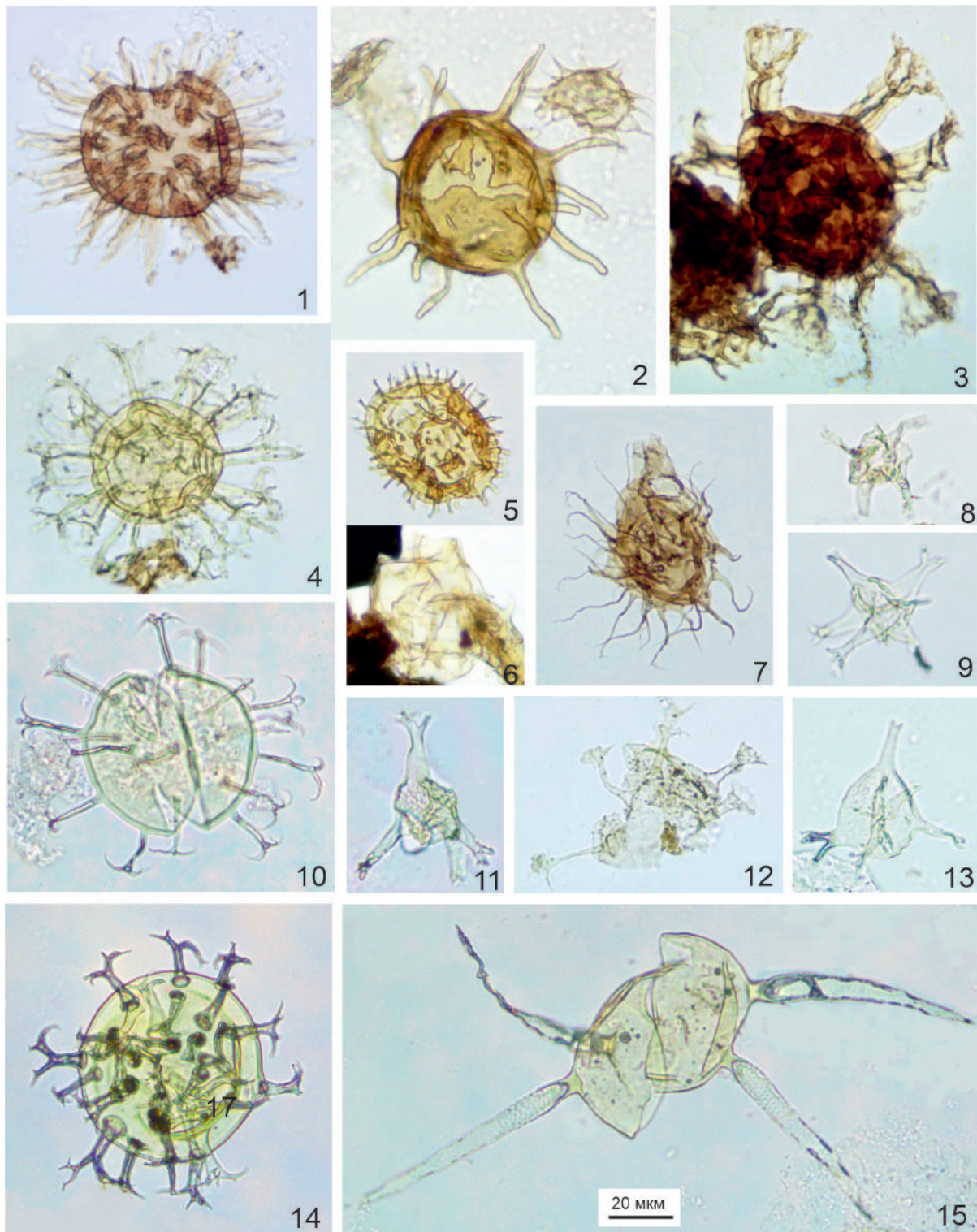


Рис. 2.

EF – координаты в палинологическом препарате образца: 1 – *Peteinosphaeridium hymeniferum* (Eisenack, 1938) Fensome et al., 1990, обр. A-10-27-7, EF: B27/1; 2 – *Pachysphaeridium robustum* (Eisenack, 1938) Fensome et al., 1990, обр. A-10-3, EF: C19/1; 3 – *Liliosphaeridium kaljoi* Uutela, Tynni, 1991, обр. A-10-27-7, EF: J23/2,4; 4 – *Peteinosphaeridium bergstroemii* Staplin et al., 1965, обр. A-10-13, EF: J41/4; 5 – *Ammonidium aduncum* Playford, Martin, 1984, обр. A-10-27-8, EF: X19/4; 6 – *Tranvikium polygonale* Tynni, 1982, обр. A-10-8, EF: R33/3; 7 – *Aremoricanium rigaudae* Deunff, 1955, обр. A-10-7, EF: A22,23/2,1; 8, 9 – *Evittia* sp.: 8 – обр. A-10-50, EF: E20, 9 – обр. A-10-49, EF: D25/2; 10 – *Excultibrachium oligocladatum* Turner, 1984, обр. A-10-26, EF: G45; 11 – *Cheleutochroa* sp., обр. A-10-49, EF: Z45/1; 12 – *Dilatisphaera* sp., обр. A-10-48, EF: D40/2; 13 – *Evittia remota* (Deunff, 1955) Playford, 1977, обр. A-10-48, EF: Q37/3; 14 – *Ordovicidium nudum* (Eisenack, 1959) Tap pan, Loeblich, 1978, обр. A-10-23, EF: K53/3; 15 – *Orthosphaeridium rectangulare* (Eisenack, 1963) Eisenack, 1968 var. *quadricornis* Navidi et al., 2019, обр. A-10-26, EF: F51/4. Масштабная линейка 20 мкм для всех экземпляров

accinctulum, *Orthosphaeridium bispinosum* и таксон, отнесенный пока к неустановленному Gen. et sp. A. В единичных количествах присутствует *Excultibrachium* aff. *concinnum* и ?*Evittia* sp.

В следующем комплексе с *Evittia remota*, *Cheleutochroa* spp., *Dilatisphaera* sp. определяющую роль играют не крупные специфические оболочки родов *Evittia* и *Cheleutochroa*. Присутствие редких *Dilatisphaera* также отличает этот комплекс от предыдущего. Верхняя граница комплекса не определена, поскольку в перекрывающих отложениях акритархи не выделены.

Два последних комплекса характеризуют хальялаский горизонт (условно нижнюю и верхнюю его части соответственно) и сопоставимы по составу с комплексами, выделенными в одновозрастных отложениях в разрезах скважин Викки-1 и Валга-10 в Эстонии (Raevskaya, Hints, 2019), где они надстраиваются последовательностью комплексов акритарх верхнего ордовика.

Таким образом, в результате проведенного микрофитологического изучения керна скв. Лисино-10 получены данные, которые вкуче с опубликованными ранее (Раевская 1999; Раевская, 2007, 2019; Raevskaya, Hints, 2019) позволят составить предварительную схему биостратиграфического расчленения всей ордовикской системы Балтоскандии по акритархам как дополнительного инструмента для регионального использования. Это особенно важно в связи с тем, что принятые биоэональные подразделения ордовика западной и центральной частей Восточно-Европейской платформы (Балтоскандийский бассейн), основанные на граптолитах, конодонтах, хитинозоях и трилобитах (Постановления ... , 2012), имеют свои ограничения в использовании из-за выраженной фациальной неоднородности отложений.

Литература

Исколь Г. С. Литологические маркеры границ региональных горизонтов ордовика в скважине 10 (Лисино) // Палеозой России: региональная стратиграфия, палеонтология, гео- и биособытия. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2012. – С. 105–107.

Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 41. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2012. – 48 с.

Раевская Е. Г. Расчленение и корреляция верхнекембрийских–среднеордовикских отложений приглинтовой полосы России (северо-запад Восточно-Европейской платформы) по акритархам // Нефтегазовая геология на рубеже веков. Прогноз, поиски, разведка и освоение месторождений. Т. 2. Стратиграфия, общая геология, региональный прогноз. Доклады юбилейной конференции. – СПб. : ВНИГРИ, 1999. – С. 179–192.

Раевская Е. Г. Раннепалеозойские акритархи Восточно-Европейской платформы – как основа построения конкурентоспособных биостратиграфических шкал // Стратиграфия и ее роль в развитии нефтегазового комплекса России. – СПб. : Изд-во ВНИГРИ, 2007. – С. 33–46.

Раевская Е. Г. Акритархи среднего–верхнего ордовика Эстонии: дополнение к стратиграфической схеме Восточно-Европейской платформы // Материалы LXV сессии Палеонтологического общества при РАН: Морфологическая эволюция и стратиграфические проблемы (1–5 апреля 2019 г., Санкт-Петербург). – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2019. – С. 130–132.

Raevskaya E. G., Zaitsev A. Acritarch based biostratigraphy of the Ordovician in Moscow syncline, East-European Platform // Abstracts of the 4th Annual Meeting of IGCP 591 «The Early to Middle Paleozoic Revolution». – Tartu, Estonia, 2014. – P. 49.

Raevskaya E. G., Hints O. Acritarchs from the Middle and Upper Ordovician of Estonia and their stratigraphic implications. Contributions of the 13th International Symposium on the Ordovician System. Novosibirsk, Russia, July 19–22, 2019 / eds. O. T. Obut, N. V. Sennikov, T. P. Kipriyanova // Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics SB RAS, Novosibirsk National Research State University. – Novosibirsk Publishing House of SB RAS, 2019. – Pp. 165–168.

МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦВЕТА ПАЛИНОМОРФ КАК ИНДИКАТОРА КАТАГЕНЕТИЧЕСКИХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА

Е. С. Разумкова, Е. В. Замираев

*Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского,
Санкт-Петербург, elena.razumkova@gmail.com*

PALYNOMORPH COLOUR AS AN INDICATOR OF CATAGENETIC TRANSFORMATIONS OF ORGANIC MATTER

E. S. Razumkova, E. V. Zamaraev

*A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute,
St. Petersburg, elena.razumkova@gmail.com*

Аннотация. Статья посвящена обзору методик определения и интерпретации цвета палиноморф в палинологических препаратах.

Ключевые слова. Органофациальный анализ, цвет палиноморф, УВ потенциал.

Abstract. The article is devoted to a review of methods for determining and interpreting palynomorph colour in palynological slides.

Key words. Organofacies analysis, palynomorphs colour, oil and gas potential.

Данные об органическом веществе (ОВ), из которого генерируются углеводороды (УВ), имеют большое значение для прогноза нефти и газа. Палинологический метод позволяет проанализировать неокисленный мацерат – кероген и содержащиеся в нем компоненты ОВ: споры и пыльцу растений, водоросли пресноводные и морские, фрагменты растительных тканей, углистые частицы, аморфное вещество и т. п. Анализ качественного и количественного распределения этих составляющих в образцах позволяет не только реконструировать палеообстановки осадконакопления, но и определять углеводородный потенциал породы.

Одним из важных параметров для выявления УВ потенциала является цвет палиноморф, который зависит от палеотемператур и варьирует значительно: от светло-желтого до коричневого. В палинологическом препарате объектами для измерения цвета и, соответственно, индикаторами катагенеза ОВ могут служить споры, диноцисты, акритархи, празиофиты и даже частицы витринита. Главное, чтобы выбранные объекты встречались постоянно по разрезу, имели относительно гладкую поверхность и не были слишком толстыми или слишком тонкими и прозрачными.

Ученые разных стран не одно десятилетие работают над созданием универсальной цветовой шкалы палиноморф. Самые первые шкалы формировались на основе цвета, определяемого «на глаз» (Staplin, 1969; Ровнина, 1980; Fisher et al., 1981; Pearson, 1990). В разных вариантах цветовой шкалы может быть от 5 до 10 оттенков желтого, что снижает объективность оценки.

Методы определения цвета палиноморф совершенствовались с развитием компьютерных программ для работы с изображениями и широким распространением цифровых фотокамер, подключаемых непосредственно к микроскопу. В настоящее время цвет микрофоссилий можно измерить на цифровой фотографии, которая анализируется с помощью любого графического редактора. В основе анализа – измерение значения цветовых компонентов (RGB) палиноморфы. Значения RGB в каждом пикселе поддаются количественной оценке, где основной компонент красного, зеленого и синего цветов варьирует от 0 до 255. Замеры делаются инструментом «пипетка» с областью измерения 5 × 5 пикселей. Этот метод эффективно определяет цвет объекта в целых числовых значениях.

Для обработки и интерпретации данных цветовых измерений был предложен метод определения PDI – Palynomorph Darkness Index (Goodhue, Clayton, 2010). Для этого были измерены

Цвет	R ₀	Зрелость ОВ	Палео- темпе- ратуры	Стадия преобразо- вания ОВ	Тип генерации УВ	KMI (Tahoun et al., 2018)	TAI (Staplin, 1969)	SCI (Fisher, 1980)	SCS (Pearson, 1990)	Зависимость RGB от TAI (Makled, Tahoun, 2015)	PDI (настоящая работа)
От бесцветного до светло-желтого	0,2	Незрелое	<65	Диagenез	Зона генерации сухого газа (биогеинный метан)	0,49	1	1	1		2
Светло-желтый	1+						2	7			
Желтый	2-						3	12			
Оранжевый	2						4	21			
Темно-желтый	0,52						5	34			
Светло- желтовато- коричневый	0,6	Зрелое	65-96	Катагенез	Начало образования нефти	0,61	2+	6	2+	38	
Желто-коричневый	0,7						3-	7	3-	45	
Коричневый	0,8						3	8	3	54	
Темно- коричневый	1,2						3+	9	3+	60	
Коричневато- черный	1,5						4-	9	4-	60	
Черный	2,58	Постзрелое	120-200	Метагенез	Нижняя граница генерации газоконденсата и жидкого газа	1,19	4	10	4	75+	
	5						5	10	5		
			>200		Нижний предел генерации сухого газа	1,22	5	10	5		

Стадии преобразования органического вещества, типы генерации углеводородов и сопоставление цветовых индексов палиноморф

показатели RGB у пазинофитов рода *Tasmanites*, которые с помощью математической формулы преобразуются в индекс. Интенсивность желтых оттенков трудно определить на глаз, поэтому авторы преобразовали их в серые, в результате чего стало возможным определить в процентах степень насыщенности объектов цветом по шкале от 0 (белый) до 100 % (черный). Для определения этого индекса необходимо замерить шесть значений: RGB как самой палиноморфы, так и фона, который ее окружает. Важным моментом данного метода является необходимость корреляции расчетного индекса PDI с коэффициентом отражательной способности витринита (R₀), измеренным традиционным геохимическим методом.

Пользоваться PDI удобно, создав формулу в таблице Excel, автоматизировав таким образом расчет. Нами был произведен расчет PDI по таблице Фишера, который представил цветовую шкалу SCI – Spore Colour Index (Fisher et al., 1981) – в виде фототаблицы со спорами 19 оттенков от бледно-желтых до черных. Шкала SCI широко используется, и корреляция с ней дает выход на шкалы палеотемператур и степень зрелости ОВ (рисунок).

Наряду с комплексной оценкой RGB существует метод анализа изменения каждой цветовой составляющей по отдельности. Большой вклад в это исследование вносят ученые из Египта. Так, было установлено, что значение компонента В практически не меняется с глубиной, в отличие от R и G, которые линейно меняют свои значения (Makled, Tahoun, 2015). Авторы отмечают, что изменения в значениях RGB меняются с глубиной не плавно, а ступенчато. Объясняется это тем, что цвет спор меняется, когда меняется химический состав спорополленина. Обычно так происходит, когда температура доходит до определенных значений. Для определения зрелости ОВ было предложено измерять значения RGB у гладких трехлучевых спор, фиксировать их в таблице и строить тернарные диаграммы. На диаграмме три поля, соответствующие трем степеням – незрелое вещество, зрелое, постзрелое и точки по цветовой шкале Пирсон для калибровки (Pearson, 1990). Таким образом, процесс автоматизирован, скалиброван и увязан с известными шкалами оптического определения степени зрелости. Для статистики необходимо делать несколько замеров RGB у разных экземпляров спор в одном образце. Сильные отклонения от скученности на графике будут свидетельствовать, например,

о засоре. Большим преимуществом анализа цветовых параметров по отдельности является то, что можно зафиксировать изменения в небольшом интервале глубин, тогда как на глаз цвет палиноморф будет оставаться неизменным.

Позднее была предложена формула для выявления индекса зрелости керогена – КМІ – Kerogen Maturity Index (Tahoun et al., 2018). Ученые установили, что самым чувствительным показателем, на котором лучше всех отражаются температурные изменения – это R, красный цвет. Именно он демонстрирует более равномерное изменение с глубиной, и его измерения имеют наименьшие значения стандартного отклонения по сравнению с зеленым и синим компонентами. Красный компонент обладает более широким спектром цветовых изменений и показывает более плавный переход от поздней незрелой фазы (TAI 2) до ранней постзрелой фазы (TAI 4–). В результате изучения 24 юрско-меловых образцов палинологически и геохимически специалистами было установлено, что индекс КМІ, рассчитанный по формуле $(100/R) + 0,1$ (где R – значение красного компонента), сопоставим с измеренным R_0 и имеет незначительные отклонения от него. Также КМІ может быть скоррелирован с другими шкалами оптического определения зрелости ОВ. Таким образом, для определения углеводородного потенциала, по мнению авторов, достаточно одного показателя – измеренного красного компонента RGB в цвете спор.

В случае, когда сохранность палиноморф неудовлетворительная, можно воспользоваться NOPDI – Non-Opaque Phytoclasts Darkness Index – индексом насыщенности непрозрачных фитокластов, например, витринита (Souza da Silva et al., 2019). Принцип вычисления индекса аналогичен PDI.

Нередко случается, что при оценке зрелости пород-источников углеводородов количество древесного материала для определения показателя отражения витринита в образцах недостаточно. В этом случае оптические методы определения зрелости ОВ являются доступной, быстрой и более дешевой альтернативой геохимии. Помимо спор, можно использовать изменения цвета конодонтов, фораминифер, остракод, ихтиолитов, конхостраков, аморфного органического вещества, акритарх, диноцист, празинофитов, кутикул артропод, охватывая таким образом породы всего фанерозоя. Для всех этих групп составлены свои цветовые шкалы, скоррелированные между собой и сопоставленные с R_0 , что позволяет одним или несколькими способами определить зрелость ОВ и оценить углеводородный потенциал (Hartkopf-Fröder et al., 2015).

Литература

- Ровнина Л. В. Палинологический метод определения уровня катагенеза органического вещества // Палинология в СССР. – М. : Наука, 1980. – С. 20–22.
- Fisher M. J., Barnard P. C., Cooper B. S. Organic maturation and hydrocarbon generation in the Mesozoic sediments of the Severdrup Basin, Arctic Canada // Proc. 4th Int. Palynol. Conf. – 1981. – Vol. 2. – Pp. 581–588.
- Goodhue R., Clayton G. Palynomorph Darkness Index (PDI) a new technique for assessing thermal maturity // Palynology. – 2010. – Vol. 4. – Pp. 147–156.
- Hartkopf-Fröder C., Königshof P., Littke R., Schwarzbauer J. Optical thermal maturity parameters and organic geochemical alteration at low grade diagenesis to anchimetamorphism: a review // International Journal of Coal Geology. – 2015. – Vol. 150–151. – Pp. 74–119.
- Makled W. A., Tahoun S. S. Digital quantification of the miospore coloration to assess the thermal maturity: Novel RGB-based measuring technique // Marine and Petroleum Geology. – 2015. – Vol. 67. – Pp. 1–15.
- Pearson D. L. Pollen/spore Color // «Standard». Version 2. Phillips Petroleum Company // Geology Branch, Bartlesville, Oklahoma. – 1990.
- Souza da Silva M., Del Mouro M., Vieira L. D., Waiche B. L. Thermal Effect Evaluation of Basic Sill on Rhythmite of Taciba Formation (Permian), South of Brazil, Using RGB Measurements on Non-Opaque Phytoclasts // Adapted from oral presentation given at 2018 International Conference and Exhibition, Cape Town, South Africa, November, 2018. – URL: https://www.searchanddiscovery.com/pdfz/documents/2019/51547/silva/ndx_silva.pdf.html
- Staplin F. L. Sedimentary organic matter, organic metamorphism, and oil and gas occurrence // Bulletin of Canadian Petroleum Geology. – 1969. – Vol. 17. – Pp. 47–66.
- Tahoun S. S., Deaf A. S., Gentzis T., Carvajal-Ortiz H. Modified RGB-based kerogen maturation index (KMI): Correlation and calibration with classical thermal maturity indices // International Journal of Coal Geology. – 2018. – Vol. 190. – Pp. 70–83.

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКИЕ РЕКОНСТРУКЦИИ ГОЛОЦЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ СУЗДАЛЬСКИХ ОЗЕР, САНКТ-ПЕТЕРБУРГ

Т. В. Сапелко

Институт озераведения РАН – СПб ФИЦ РАН, Санкт-Петербург, tsapelko@mail.ru

POLLEN RECONSTRUCTIONS OF THE HOLOCENE DEPOSITS ACCORDING TO THE SUZDALSKIYE LAKES, ST. PETERSBURG

T. V. Sapelko

Institute of Limnology, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, tsapelko@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена новым палинологическим данным по колонкам донных отложений Суздальских озер – уникальным естественным водоемам, расположенным в крупном мегаполисе Санкт-Петербург. История растительности и климата региона в течение голоценового периода показана на примере изучения оз. Верхнее Суздальское.

Ключевые слова. Пыльца, озерные отложения, голоцен, изменения растительности, климат.

Abstract. The article is devoted to new pollen data of the sediment sequences of the Suzdalskiye lakes – unique natural lakes located in a large metropolis St. Petersburg. The vegetation and climate history of the region during the Holocene are shown on the example of the Lake Verchnee Suzdalskoye study.

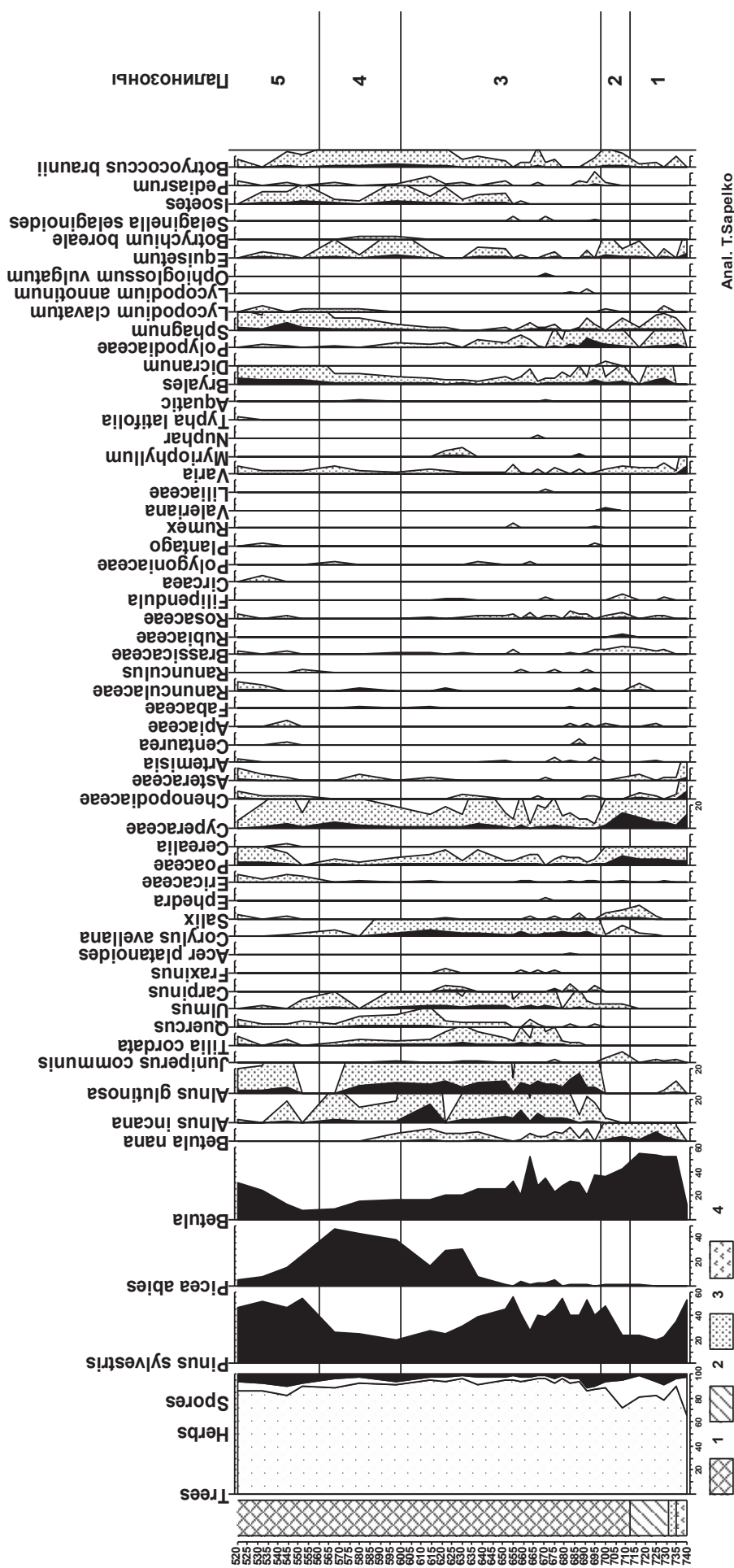
Key words. Pollen, lake sediments, Holocene, vegetation changes, climate.

Палеоэкологические исследования колонок донных отложений городских озер обычно проводят для определения динамики антропогенного воздействия. Так, первые исследования на Верхнем и Среднем Суздальских озерах были проведены с целью разделения влияния на озерные экосистемы природных и антропогенных факторов (Сапелко и др., 2017; Терехов и др., 2018; Гусева и др., 2018). Однако естественные водоемы содержат также информацию об образовании, динамике развития этих озер и изменении природной среды района исследования.

Суздальские (Верхнее, Среднее и Нижнее) озера расположены в северной части г. Санкт-Петербург, на верхней озерно-ледниковой террасе высотой 20–30 м. Озера являются водоемами естественного происхождения. Оз. Верхнее Суздальское расположено на самой высокой отметке – 23 м над уровнем моря. Узкая протока соединяет его со Средним Суздальским озером, лежащим на высоте 22,7 м. Из Среднего Суздальского озера сток идет по протоке, соединяющей его с Нижним Суздальским озером, расположенным на высоте 20 м над уровнем моря.

Первые комплексные палеолимнологические исследования на Суздальских озерах были начаты Институтом озераведения РАН в начале 2000-х годов, когда впервые изучалась колонка донных отложений оз. Нижнее Суздальское с помощью литологического, палинологического, геохимического и гранулометрического анализов (Хомутова и др., 2001; Верзилин и др., 2005). Исследования Нижнего Суздальского озера с отбором колонок донных отложений были продолжены в 2005–2009 гг. Получены новые результаты палинологического анализа, а также выполнен диатомовый анализ (Лудикова, 2008). Впервые для донных отложений Суздальских озер получены три радиоуглеродные датировки.

В 2015 г. на Суздальских озерах проведены новые исследования. Впервые палеолимнологические исследования начаты на Верхнем и Среднем Суздальских озерах (Сапелко и др., 2017). Получены новые палинологические данные. Так, с помощью палинологического анализа изучена колонка донных отложений оз. Верхнее Суздальское (60°02,136' с. ш.; 30°18,783' в. д.), которая была отобрана с глубины 5,1 м. Для построения спорово-пыльцевой диаграммы (рисунок) использовались компьютерные программы TILIA2, TILIA GRAPH2 и TGView. За 100 % принята сумма общего состава пыльцы деревьев, трав и спор, от которого рассчитывался процент содержания таксонов. Помимо пыльцы и спор определялись непыльцевые палиноморфы (диатомовые и зеленые водоросли *Pediastrum* и *Botryococcus braunii*, устьица растений, фитолиты, споры грибов, остатки микрофауны и др.). Выделено 5 палинозон.



Палинозона 1 (712–740 см). Преобладает пыльца древесных пород (65–90 %). Процент пыльцы трав самый высокий по разрезу (6,6–31 %). Абсолютно преобладает пыльца березы. Отмечено максимальное по разрезу содержание пыльцы *Betula nana*, которое достигает здесь 7,4 %. Значителен процент пыльцы сосны. Постоянно встречается пыльца можжевельника. Среди трав преобладает пыльца Сурегасеае и Роасеае. Значительно среди травянистых пород содержание пыльцы *Artemisia* и *Chenopodiaceae*. Встречается пыльца *Ericaceae*. Общее содержание спор составляет 1,6–9,4 %, среди которых отмечены *Bryales*, *Polypodiaceae*, *Sphagnum*, *Equisetum* и др. Встречаются водоросли *Botryococcus braunii*.

Палинозона 2 (698–712 см). Общее содержание пыльцы древесных пород в среднем немного повышается и составляет 72–88 %. Процент пыльцы трав резко снижается с 22 до 5,6 %. Среди древесных пород в пределах зоны меняется доминанта. По-прежнему преобладает пыльца сосны и березы, но процентное содержание пыльцы сосны растет, а березы – падает. Появляются единичные зерна ели, вяза и лещины. Среди трав преобладает пыльца Сурегасеае. Споры в основном представлены *Polypodiaceae* и *Equisetum*. Появляется в небольших количествах *Dicranum*. Среди зеленых водорослей, помимо *Botryococcus braunii*, появляются водоросли *Pediastrum*.

Палинозона 3 (600–698 см). Содержание пыльцы древесных пород максимально по разрезу и составляет 86,2–96,2 %. Доминирует пыльца сосны. Содержание пыльцы березы постепенно уменьшается со второй половины зоны, и здесь же резко возрастает пыльца ели. Появляется и образует непрерывную кривую на протяжении всей зоны пыльца ольхи (*Alnus incana*, *Alnus glutinosa*). Содержание пыльцы можжевельника сокращается и встречается периодически в небольших количествах. Сокращается содержание пыльцы *Betula nana*. Значительно содержание пыльцы широколиственных пород, количество и разнообразие которых на протяжении этой зоны является наиболее значительным по разрезу. Широколиственные породы здесь представлены пылью *Tilia*, *Ulmus*, *Quercus*, *Carpinus*, *Fraxinus*, *Acer platanoides*. Процент пыльцы *Corylus* возрастает и достигает здесь своего максимума по разрезу (до 5 %). Значение пыльцы травянистых пород резко снижается и не превышает 2,1–6,3 %. Среди трав преобладает пыльца Сурегасеае. Со второй половины зоны появляется пыльца *Ericaceae*. Появляется пыльца водных и прибрежно-водных растений. Процент спор уменьшается с 11 до 0,7 %. Среди спор отмечаются *Polypodiaceae*, *Bryales*, *Sphagnum*, *Equisetum* и др. Со второй половины зоны появляются споры *Isoetes*. Постоянно встречаются водоросли *Botryococcus braunii* и *Pediastrum*.

Палинозона 4 (560–600 см). Сумма пыльцы древесных пород немного уменьшается и составляет 88,5–92,8 %. Доминантой становится пыльца ели, достигая здесь своего максимума – 47,3 %. Содержание пыльцы сосны и березы уменьшается, процент пыльцы сосны не превышает 26,7 %, а березы – 16,5 %. К концу зоны исчезает пыльца *Betula nana* и *Alnus glutinosa*. Содержание пыльцы широколиственных пород сокращается. Периодически встречается пыльца *Tilia*, *Ulmus* и *Quercus*. Процент пыльцы лещины также снижается. Содержание пыльцы трав сохраняется около 2,8–7,3 %, однако снижается их разнообразие. Среди трав по-прежнему преобладает пыльца осоковых. Пыльца водных растений становится редкой. Содержание спор сокращается до 2,8–6,3 %. Преобладают споры *Equisetum*. Содержание спор *Isoetes* уменьшается. Постоянно встречаются водоросли *Botryococcus braunii* и снижается количество водорослей *Pediastrum*.

Палинозона 5 (520–560 см). Сумма пыльцы древесных пород снова снижается и составляет 82,7–89,3 %. Доминанта среди древесных меняется. Содержание пыльцы сосны увеличивается до 54 %, а пыльцы ели снижается до 25,7 %. При этом процент пыльцы ели к концу зоны сокращается до 4,4 %. Значение пыльцы березы растет и ее процент достигает к концу зоны 29,8 %. Пыльца *Betula nana* и *Juniperus* отсутствует. Содержание пыльцы широколиственных пород невелико. Все также встречается пыльца *Tilia*, *Ulmus* и *Quercus*. Пыльца лещины к концу зоны исчезает совсем. Содержание пыльцы трав немного увеличивается, составляя

6,8–9,8%. Растет процент пыльцы Poaceae, Cyperaceae, Ericaceae и Asteraceae. Появляется пыльца рудеральных растений, таких как *Centaurea*, *Plantago*, *Chenopodium*, *Artemisia* и др. К концу зоны появляется *Typha latifolia*. Сумма спор составляет не более 9,8%. Среди спор преобладают *Bryales* и *Sphagnum*. Споры полушника озерного исчезают к концу зоны. Водоросли *Pediastrum* и *Botryococcus braunii* встречаются в небольших количествах.

На основе полученных данных для начального периода накопления (палинозона 1) изученной толщи донных отложений мы можем реконструировать распространение лесных сообществ. В основном преобладали березовые и сосново-березовые леса. Открытые ландшафты также занимали значительные пространства. В основном это были заболоченные ландшафты, покрытые карликовой березкой, ивой, вереском. Также здесь формировались сфанговые мхи. Подобные условия ранее нами были реконструированы и для оз. Нижнее Суздальское, где одна из колонок донных отложений была отобрана на краю современного озера. В пребореальном – начале бореального периодах место отбора этой колонки было сушей после понижения уровня крупного водоема, существовавшего на месте Суздальских озер в позднеледниковье. Наличие водорослей *Botryococcus braunii*, обитающих в оз. Верхнее Суздальское в это время, позволяет говорить о водной среде на рассматриваемой территории и отсутствии перерыва озерного осадконакопления в колонке оз. Верхнее Суздальское. Зеленые водоросли *Botryococcus braunii* обитают в основном в мелких заболоченных водоемах (Van Geel, 2006). Довольно прохладные климатические условия, существовавшие в этот период, мешали развитию других водных и прибрежно-водных растений. Благодаря полученным результатам можно с уверенностью отнести выделенную палинозону 1 к пребореальному периоду. Радиоуглеродная датировка для подобных реконструированных условий оз. Нижнее Суздальское 10 580 кал. лет назад подтверждает пребореальный возраст выделенной палинозоны 1 для изученного разреза оз. Верхнее Суздальское.

Дальнейшее развитие лесных сообществ (палинозона 2) способствует сокращению открытых пространств. Увеличились площади сосновых лесов и немного сократились пространства, занимаемые березовыми и сосново-березовыми лесами. В качестве примесей в лесах появились редкие термофильные породы вяз и лещина. Сократились открытые заболоченные пространства, занимаемые сфанговыми мхами. Появились мхи, характерные для лесных болот, например, такие как *Dicranum*. Наряду с распространением *Botryococcus braunii* появление зеленых водорослей *Pediastrum* свидетельствует об изменении экологических условиях водоема (Cook et al., 2011). Вероятно, здесь можно говорить об изменении pH воды озера и увеличении глубины водоема. Увлажнение климата и его дальнейшее потепление способствовало широкой облесенности изучаемой территории. Проведенная реконструкция позволяет отнести зону 2 к бореальному периоду.

Широкое распространение термофильных пород на следующем этапе развития озера (палинозона 3) свидетельствует о распространении широколиственных лесов, в состав которых входили липа, дуб, вяз, ясень, клен с подлеском из лещины. При этом были распространены и смешанные хвойно-широколиственные леса: в начале с сосной, а затем с елью. По берегам озера появились серая и черная ольха. Открытые пространства практически исчезли, весь водосбор озера покрыли леса. Появились водные и прибрежно-водные растения. При этом в начале периода состав макрофитов свидетельствует о возможном изменении олиготрофного статуса на мезотрофный. Во второй половине периода озеро вновь стало олиготрофным, о чем свидетельствует появление полушника озерного, снова появившиеся водоросли *Pediastrum* и т. д. Климатические условия на протяжении описанного периода немного менялись, однако в общем климат был теплым и влажным, характерным для климатического оптимума голоцена. Как известно, распространение широколиственных пород в это время доходило до Кольского полуострова. Совершенно очевидно, что палинозона 3 относится к атлантическому периоду.

Сокращение широколиственных пород в составе лесов и вытеснение смешанных лесов еловыми и елово-сосновыми характерно для следующего периода (палинозона 4). Снижение

разнообразия трав может свидетельствовать о широком распространении темнохвойных сомкнутых лесов со слабым развитием нижнего яруса. Сократилось распространение макрофитов. Климат стал более холодным, характерным для суббореального периода.

Дальнейшее распространение сосновых лесов за счет вытеснения еловых и увеличение открытых ландшафтов (палинозона 5) свидетельствует не только о дальнейшем похолодании климата, но и об усилении антропогенного воздействия. Состав травянистого покрова более связан с хозяйственной деятельностью человека, чем с лесными сообществами. Увеличение открытых ландшафтов может свидетельствовать о сведении лесов. Иногда содержание трав в лесной зоне в периоды активной деятельности человека достигает 85 %, о чем свидетельствуют палинологические данные археологических стоянок. Палинозону 5 однозначно можно отнести к субатлантическому периоду. Фиксацию наступившего на границе суббореального и субатлантического периодов похолодания можно соотнести с подобной реконструкцией для оз. Нижнее Суздальское, для колонки донных отложений которого были получены радиоуглеродные датировки 2820 и 2250 кал. лет назад.

Исходя из полученных результатов, мы можем говорить об образовании оз. Верхнее Суздальское в раннем голоцене после понижения уровня Балтийского Ледникового озера. Реконструкция растительности и климата позволила определить непрерывное осадконакопление в озере с пребореального до субатлантического периода.

Исследование выполнено в рамках государственного задания ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН по теме № FMNG-2019-0001.

Литература

Верзилин Н. Н., Мороз Т. А., Севастьянов Д. В. и др. Эволюционно-географический подход при изучении геохимических особенностей голоценовых донных осадков озера Нижнее Суздальское (Санкт-Петербург) // Геология и эволюционная география. – СПб. : РГПУ, 2005. – № 5. – С. 170–178.

Гусева М. А., Кузнецов Д. Д., Сапелко Т. В. Элементный состав донных отложений Среднего Суздальского озера // Вопросы естествознания. – 2018. – № 1 (15). – С. 57–62.

Лудикова А. В. История развития и современное состояние водоемов Карельского перешейка и г. Санкт-Петербурга по материалам диатомового анализа донных отложений // Дисс. канд. геогр. наук. – 2008. – 179 с.

Сапелко Т. В., Игнатьева Н. В., Кузнецов Д. Д. и др. Диагностика антропогенных изменений озерных экосистем европейской части России по палеолимнологическим данным // Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем. – СПб., 2017. – С. 279–283.

Терехов А. В., Сапелко Т. В., Гусева М. А. и др. Методические подходы к определению антропогенного влияния на накопление химических элементов в донных отложениях озер за индустриальный период // Вопросы естествознания. – 2018. – № 4 (18). – С. 79–85.

Хомутова В. И., Трапезников Ю. А., Виноградова О. М. Реконструкция природных условий голоцена в районе Санкт-Петербурга // Пыльца как индикатор состояния окружающей среды и палеоэкологические реконструкции. – СПб. : ВНИГРИ, 2001. – С. 233.

Cook E. J., van Geel B., van der Kaars S., van Arkel J. A review of the use of non-pollen palynomorphs in palaeoecology with examples from Australia // Palynology. – 2011. – Vol. 35. – No. 2. – Pp. 155–178.

Van Geel B. Non-pollen palynomorphs // Tracking environmental change using lake sediments. – 2006. – Vol. 3. – Pp. 99–119.

ПАЛИНОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА НИЖНЕКЕЛЛОВЕЙСКИХ ОТЛОЖЕНИЙ СЕВЕРО-ВОСТОКА РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ (БАССЕЙН РЕКИ ПЕША)

Л. А. Селькова

Институт геологии им. акад. Н. П. Юшкина Коми НЦ УрО РАН,
Сыктывкар, laselkova@mail.ru

PALYNOLOGICAL CHARACTERISTICS OF THE LOWER CALLOVIAN DEPOSITS OF THE NORTHEAST OF THE RUSSIAN PLATFORM (PESHA RIVE BASIN)

L. A. Selkova

Yushkin Institute of Geology, Komi Science Centre, Ural Branch, Russian Academy of Sciences,
Syktyvkar, laselkova@mail.ru

Аннотация. В работе представлены результаты палинологических исследований нижнекелловейских отложений в бассейне р. Пеша. В отложениях установлено наличие микрофитофоссилий. Дана характеристика выделенного палинокомплекса.

Ключевые слова. Споры и пыльца, диноцисты, нижний келловей.

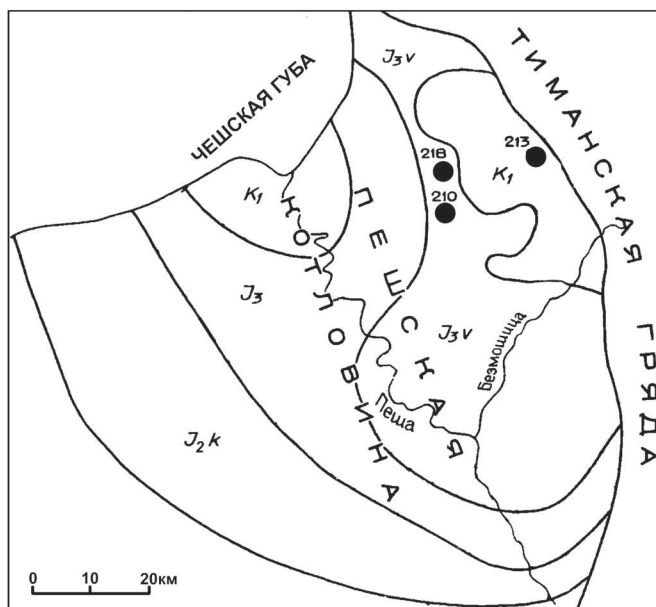
Abstract. The paper presents the results of palynological studies of Lower Callovian deposits in the Pesha river basin. The sediments contain microphytofossils. The characteristic of the distinguished palynocomplex is given.

Key words. Spores and pollen, dyncocysts, lover callovian.

В долине р. Безмошица, правом притоке р. Пеша, пробурены скважины, которые прошли отложения четвертичной, меловой, юрской и триасовой систем (рисунок).

В юрско-меловом разрезе выделены четыре свиты: заворотная, висская, волоковская и гу-синецкая. Объектом наших исследований явились отложения заворотной свиты, названной по р. Заворотная (Горностай и др., 1990). Отложения свиты, непосредственно залегающие на триасовых породах, по палеонтологическим и палинологическим данным относятся к келловейскому ярусу. Большая часть свиты приходится на нижнекелловейский подъярус. Нижняя часть свиты стратиграфически сопоставляется с сысольской свитой (там же). Отложения свиты представлены светло-серыми кварцевыми песками, слоистыми серыми и темно-серыми пластинчатыми глинами с многочисленными прослоями зеленовато-серых и светлых алевроитов и глинистых песков в центральной части Пешской котловины. Находки фораминифер *Haplofragmoides infracallovienensis* Dain, 1948, *Lenticullina tatarienensis* Mjatljuk, 1954, *Guttulina tatarienensis* Mjatljuk in Mityanina, 1955, двустворок *Melerginella ovalis* (Phill.) и гастропод *Euspira gerassimovi* Beizel, 1983, *Hudlestonella pusilla* (Tullberg, 1881) указывают на раннекелловейский возраст свиты. Мощность нижнего келловея составляет 35–42 м (Горностай и др., 1990; Льюров, 1996).

Из этих же отложений были отобраны образцы на палинологический анализ. Ранее нами по результатам анализа была приведена неполная характеристика выделенных палинокомплексов, а сопутствующий микрофитопланктон



Карта расположения скважин

(большой частью это диноцисты) не учитывался (Горностай и др., 1990). Позднее были проведены дополнительные палинологические исследования этих образцов и благодаря этому выделен палинологический комплекс, содержащий не только миоспоры наземных растений, но и диноцисты.

Для выделенного палинокомплекса характерно преобладание пыльцы (60–86 %) над спорами (14–40 %). В пыльцевой части большое количество безмешковой пыльцы *Classopollis* (40–70 %). Причем наблюдается увеличение их количества вверх по разрезу. Чаще в спектрах встречаются зерна *Classopollis classoides* Pflug, 1953, реже *C. minor* Couper, 1953. Вторая по многочисленности группа пыльца двухмешковых (17–35 %) с различными видами *Vitreisporites pallidus* (Reissinger) Nilsson, 1958, *Piceapollenites exilioides* (Bolchovitina, 1956) Petrosjanz 1971, *P. mesophyticus* (Bolchovitina, 1956) Petrosjanz, 1971, *P. variabiliformis* (Maljavkina) Bolchovitina, 1956, *Pinuspollenites divulgatus* (Bolchovitina, 1956) Petrosjanz, 1971, *P. pernobilis* (Bolchovitina, 1956) Bolchovitina, 1964, *Podocarpidites cretacea* (Naumova) Bolchovitina, 1953, *P. enodatus* Bolchovitina, 1956, *P. major* (Couper, 1953) Bolchovitina, 1956, *P. multesimus* (Bolchovitina, 1956) Росоцк, 1962, *P. patula* Bolchovitina, 1956, *P. unicus* (Bolchovitina, 1956) Росоцк, 1970. Постоянно в небольших количествах присутствуют зерна *Sciadopityspollenites* (3–6 %) с *S. mezosoicus* Couper, 1958, *S. multiverrucosus* (Sachanova et Iljina, 1968) Iljina, 1985, *Callialasporites* (1–2 %) с *C. dampieri* Balme, 1957, *C. trilobatus* (Balme) Dev, 1961, *Quadraeculina limbata* Maljavkina, 1949 (1–2 %), *Perinopollenites elatoides* Couper, 1958 (1–2 %).

В споровой части основную роль играют группы *Cyathidites* (5–15 %) и *Leiotriletes* (8–14 %) – *Cyathidites australis* Couper, 1953, *C. minor* Couper, 1953. Постоянно присутствуют споры папоротников глейхениевых (6–12 %) *Gleicheniidites dicarpoides* (Grigorjeva, 1961) Bolchovitina, 1961, *G. laetus* (Bolchovitina, 1953) Bolchovitina, 1961, *G. senonicus* (Ross, 1949) Bolchovitina, 1961, *G. umbonatus* (Bolchovitina, 1953) Bolchovitina, 1961 *Microlepidites crassirimosus* Timoshina, 1980. В небольших количествах обнаружены зерна плаунов *Lycopodiumsporites* (1–4 %) *L. perplicatum* Bolchovitina, 1956, *L. subrotundum* (Kara-Mursa, 1970) Bolchovitina, 1956, *Neorastriackia rotundiformis* (Kara-Mursa, 1951) Tarasova, 1971 (1–3 %). Спорадически присутствуют зерна мхов (0–1 %) *Stereisporites bujargiensis* (Bolchovitina, 1956) Schulz, 1966, *S. congregatus* (Bolchovitina, 1956), Schulz, 1970. Из остальных спор в комплексе встречаются *Matonisporites phleboteroides* Couper, 1958 (1–2 %), *Tripartina variabilis* Maljavkina, 1949 (1–2 %), *Toroisporis soluthion* Krutzchinina, 1966 (1–2 %), *Osmundacidites jurassicus* (Kara-Mursa, 1954) Bolchovitina, 1956 (1–3 %), *Duplexisporites anagrammensis* (Kara-Mursa, 1958) (0–1 %), *Klukisporites variegates* Couper, 1958 (1–3 %), *Camptotriletes cerebriformis* Naumova ex Jaroshenko, 1965 (1–2 %). Характерным является участие *Ornamentifera echinata* (Bolchovitina, 1966) Bolchovitina, 1968 (1–4 %), *Sestrosporites pseudoalveolatus* (Couper, 1958) Dettmann, 1963 (1–2 %). Кроме миоспор в спектрах наблюдается большое количество зерен микрофитопланктона. Характерно присутствие *Nannoceratopsis* (3–5 %), *N. deflandrei* Evitt, 1961, *N. gracilis* Alberti, 1961, *N. pellucida* Deflandre, 1938, причем количество их постепенно уменьшается вверх по разрезу и в спектрах из верхней части они встречаются единично. Многочисленные находки *Paragonyaulacysta retiphragmata* Dorgofer et Davies, 1980 (5–14 %) также характерны для выделенного комплекса. Постоянно в спектрах встречаются *Fromea amphora* Cookson et Eisenack, 1958 (2–4 %), *Chytroisphaeridia hyalina* (Raynaud, 1978) Lentin et Williams, 1981 (1–2 %), *Pareodinia ceratophora* Deflandre, 1947 (4–10 %), *Tubotuberella rhombiformis* Vozzhennikova, 1967 (2–3 %), *Dingodinium* sp. (1–2 %), *Lithodinia caytonensis* (Sarjeant, 1959) Gocht, 1976 (1–3 %), *Endoscrinium galeritum* (Deflandre, 1938) Vozzhennikova, 1967 (2–10 %), *Circolodinium* sp. (2–3 %), *Sirmiodinium grossi* Alberti, 1961 (1–2 %), *Kalyptea stegasta* (Sarjeant, 1959) Wiggins, 1975 (1–2 %). Единично участие таких видов, как *Gonyaulacysta jurassica* subsp. *adecta* Sarjeant, 1982, *Rhynchodiniopsis cladophora* (Deflandre, 1938) Below, 1981. Наличие таких видов, как *Pareodinia prolongata* Sarjeant, 1959 (6–8 %), *Fromea tornatilis* (Drugg, 1978) Lentin et Williams, 1981 (4–6 %), их значительное количество, является одним из характерных признаков данного комплекса.

В работе впервые приведено описание миоспорового комплекса и благодаря дополнительному изучению палинологического материала учтены диноцисты. Выделенный комплекс микрофитофоссилий характеризуется многочисленными зернами *Classopollis*, участием спор глейхениевых папоротников, наличием спор *Ornamentifera echinata*, *Sestrosporites pseudoalveolatus*. В комплексе характерно участие таких видов диноцист, как *Fromea tornatilis*, *Pareodinia prolongata*, *Nannoceratopsis*, *Paragonyaulacysta retiphragmata*. Выделенный комплекс сопоставляется с комплексом диноцист, характерным для диноцистовой зоны *Fromea tornatilis* и палинокомплексом с *Sestrosporites pseudoalveolatus*, *Sciadopityspollenites macroverrucosus* из нижнекелловейских отложений Русской платформы (Унифицированная ... , 2012; Riding et al., 1999). На основании этого, а также по находкам макро- и микрофауны возраст описываемого комплекса и вмещающих его отложений датируется как ранний келловей.

Литература

- Горноста́й Б. А., Молин В. А., Маськов М. А. и др. Мезозойские марганценовые отложения Западного Прикамья // Сер. препринтов «Научные доклады» КНЦ УрО АН СССР. Вып. 255. – Сыктывкар, 1990. – 24 с.
- Льюров С. В. Юрские отложения севера Русской плиты. – Екатеринбург : УрО РАН, 1996. – 140 с.
- Унифицированная региональная стратиграфическая схема юрских отложений Восточно-Европейской платформы (14 листов). Объяснительная записка. – М. : ПИН РАН – ФГУП «ВНИГНИ», 2012. – 64 с.
- Riding J. B., Fedorova V. A., Ilyina V. I. Jurassic and lowermost Cretaceous dinoflagellate cyst biostratigraphy of the Russian Platform and northern Siberia, Russia // AAPS Contribution ser. – 1999. – Vol. 36. – 184 p.

СТАНОВЛЕНИЕ СОВРЕМЕННОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКО-ФИНЛЯНДСКОГО ПАРКА «ДРУЖБА» НА ФОНЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ В ГОЛОЦЕНЕ

Л. В. Филимонова

Институт биологии КарНЦ РАН, Петрозаводск, filimonovaluda@mail.ru

MODERN VEGETATION ESTABLISHMENT ON THE RANGE OF THE RUSSIAN-FINNISH FRIENDSHIP NATURE RESERVE AGAINST CHANGES IN THE NATURAL ENVIRONMENT DURING THE HOLOCENE

L. V. Filimonova

Institute of Biology Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk, filimonovaluda@mail.ru

Аннотация. С использованием стратиграфического, радиоуглеродного и палеоботанических методов выполнена детальная реконструкция истории становления современных северотаежных сосновых лесов на территории российско-финляндского парка «Дружба». Выявлены региональные и локальные особенности развития суходольной и водно-болотной растительности в районе исследований.

Ключевые слова. Палеорастительность, растительные макроостатки, радиоуглеродное датирование, спорово-пыльцевой анализ.

Abstract. The detailed reconstruction of the history of contemporary north-taiga pine forests establishment on the range of the Russian-Finnish Nature Reserve was carried out using stratigraphic, radiocarbon and palaeobotanical methods. Regional and local features of dry land and wetland vegetation development in the study area are revealed.

Key words. Palaeovegetation, plant macrofossils, radiocarbon dating, spore-pollen analysis.

Получена реконструкция динамики растительности на территории заповедника «Костомукшский» (Филимонова, 2021), который расположен на северо-западе Карелии, входит в состав российско-финляндского парка «Дружба» и Зеленого пояса Фенноскандии. Она основана на материалах стратиграфических, радиоуглеродных и палеоботанических (определение пыльцы, спор, макроостатков растений) исследований озерно-болотных отложений двух разрезов болота Межсельговое (64,578611 N, 30,369444 E). Спорово-пыльцевые диаграммы (СПД) и датировки по ¹⁴C приведены на рис. 1 и 2. Для выявления общих тенденций и локальных особенностей развития суходольной и водно-болотной растительности проведено

сопоставление и обобщение новых и ранее полученных автором статьи данных по разрезам болот Isosuo (64,566667 N, 29,85 E) и Härkösuo (64,2 N, 30,433333 E) из финской части парка «Дружба» (Kuznetsov et al., 2012).

Реконструкции динамики растительности выполнены со времени дегляциации района исследований в пребореале до современности на фоне изменения природной среды, а также с учетом геоморфологии территории и антропогенного воздействия. Они опираются на 20 датировок по ^{14}C . Калиброванный возраст рассчитан с использованием программы OxCal (<https://c14.arch.ox.ac.uk/oxcal.html>) на основе калибровочной кривой IntCal20 (Reimer et al., 2010). Полученная климатохронологическая схема динамики суходольной растительности с пребореала до настоящего времени приведена на рис. 3.

Согласно данным, дегляциация территории российско-финляндского парка «Дружба» началась примерно 9700 лет назад / 11 160 кал. лет назад и закончилась не позднее 9500 ± 70 лет назад / $10\,830 \pm 160$ кал. лет назад. Она была обусловлена глобальным потеплением климата в начале пребореального периода с максимумом примерно 10 000 лет назад / 11 600 кал. лет назад (рис. 3). По мере отступления ледника здесь распространились перигляциально-степные поlynно-марево-разнотравные, тундровые (ерниково- и кустарничково-зеленомошные, ивовые и осоково-злаковые), а также лесотундровые березовые сообщества. Доля первых близ мест исследований была невысокой, а к концу периода уменьшились и площади, занимаемые тундровой растительностью. Наибольшее распространение в это время имели березовые редколесья. О несомкнутости растительного покрова свидетельствуют низкая насыщенность отложений микрофоссилиями, присутствие в них пыльцы можжевельника, эфедры и довольно большого количества спор различных плаунов (рис. 1, 2).

В пребореале началось заторфовывание некоторых обводненных депрессий, что подтверждает радиоуглеродная датировка 9500 ± 70 лет назад / $10\,830 \pm 160$ кал. лет назад базального слоя торфа с примесью песка из разреза Isosuo. Мелководья палеоводоемов также начали зарастать водно-болотной растительностью, но этот процесс сдерживался их глубоководностью, поступлением холодных талых вод и еще довольно суровыми климатическими условиями.

В бореале березовые редколесья сменились березовыми и сосново-березовыми редкостойными лесами, которые на протяжении большей его части были еще широко представлены близ болот Межсельговое, Härkösuo (9110 ± 80 лет назад / $10\,300 \pm 100$ кал. лет назад) и Isosuo (8370 ± 60 лет назад / 9370 ± 80 кал. лет назад). Возрастание участия сосны в составе лесов близ болота Härkösuo датировано возрастом 8750 ± 50 лет назад / 9750 ± 120 кал. лет назад, у болота Isosuo – 8370 ± 60 лет назад / 9370 ± 80 кал. лет назад. Максимального распространения сосновые леса достигли в конце бореала, в интервале от 8240 ± 60 лет назад / 9220 ± 100 кал. лет назад (Kuznetsov et al., 2012) до 8090 ± 200 лет назад / 9000 ± 260 кал. лет назад (рис. 1). О редкостойности лесов в бореальное время свидетельствует присутствие в их составе, согласно данным палинологического анализа (рис. 1, 2), можжевельника и значительного количества разнообразных плаунов.

Распространение северотаежных лесов в бореале на территории исследований проходило на фоне дальнейшего потепления климата и дефицита влажности (рис. 3). Благоприятный климат и снижение уровня грунтовых вод в результате продолжающегося гляциоизостатического подъема Балтийского щита способствовали экспансии сосны, что нашло отражение во всех СПД из района исследований, в том числе полученных на болоте Межсельговое (рис. 1, 2), а также создало условия для болотообразования. Началось заторфовывание тектонической депрессии, приведшее к образованию болота Härkösuo, причем сразу с отложения мезотрофного торфа, базальный слой которого датирован возрастом 9110 ± 80 лет назад / $10\,300 \pm 100$ кал. лет назад. Значительное снижение уровня воды в палеоводоеме Межсельговое привело к его обмелению. Это на фоне существенного потепления климата улучшило его прогрев и вызвало распространение планктона, бентоса и гидрофитов,

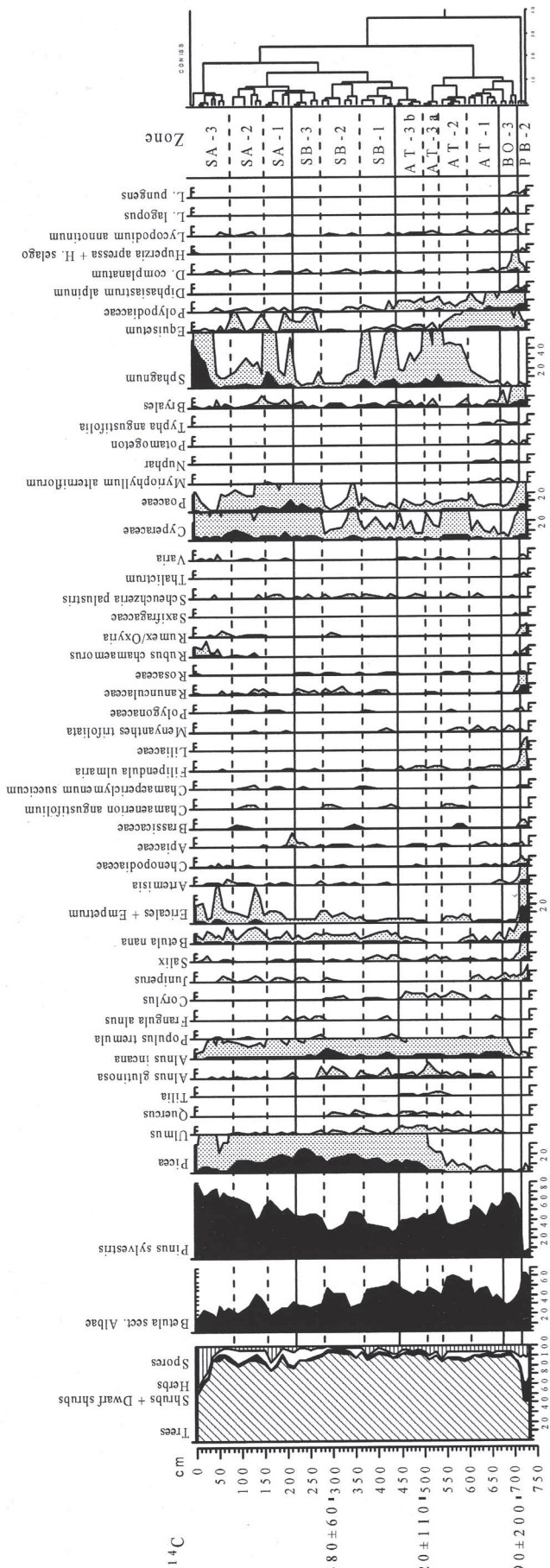


Рис. 1. Спорво-пыльцевая диаграмма разреза озерно-болотных отложений разреза Межельское-1

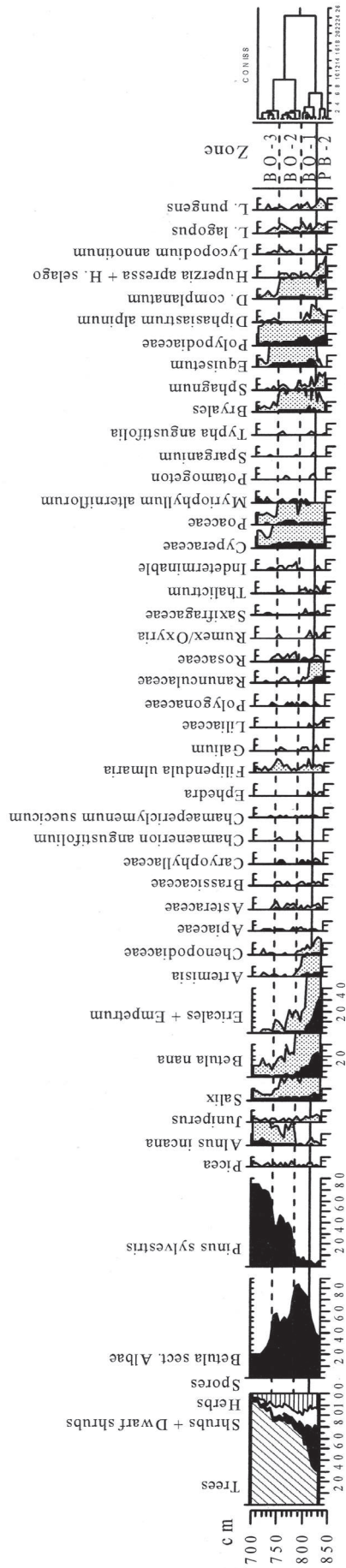


Рис. 2. Спорво-пыльцевая диаграмма разреза озерных отложений разреза Межельское-2

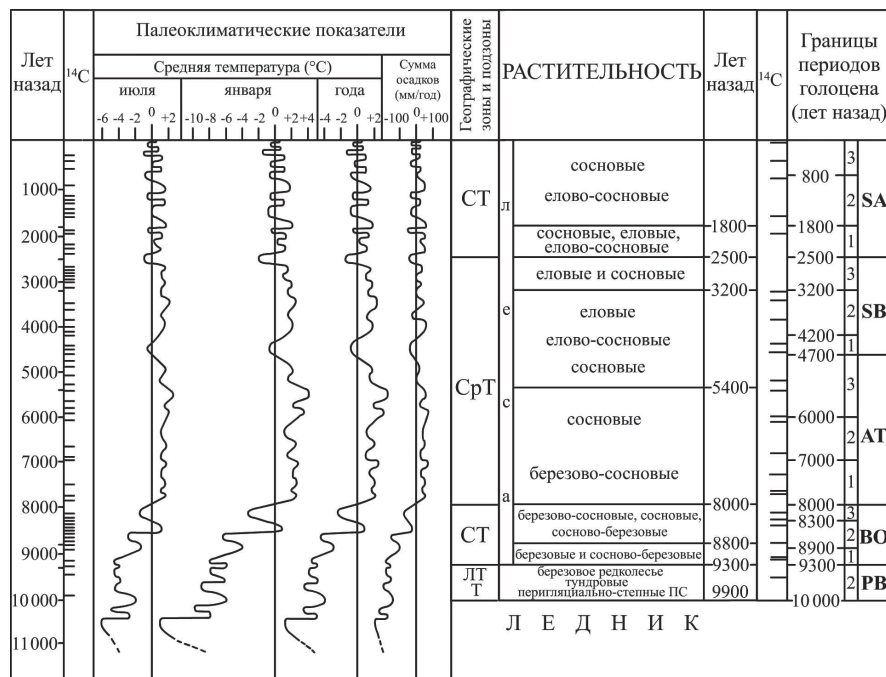


Рис. 3. Динамика растительности на фоне изменения климата в голоцене

Палеоклиматические показатели (по: Elina et al., 1995) показаны относительно современных их значений: $t_{VI}^{\circ} = +15^{\circ}$, $t_I^{\circ} = -12^{\circ}$, $t_{гола}^{\circ} = 0,5^{\circ}C$, количество осадков = 535 мм/год. Обозначения: ПС – палеосообщества, Т – тундра, ЛТ – лесотундра, СТ – северная тайга, СрТ – средняя тайга

что способствовало отложению сапропеля. В прибрежной части палеоводоёма, вероятно, уже сформировались болотные палеосообщества и шло торфонакопление.

На протяжении всего атлантикума в регионе исследований по-прежнему преобладали сосновые и березово-сосновые леса. Потепление и увеличение влажности климата способствовало тому, что они приобрели среднетаежный облик, создало условия для расселения ольхи клейкой, возможно, вяза. Распространение ели началось в последней трети атлантического периода. Согласно данным, присутствие ее пыльцы в разрезе Härkösuo 6000 ± 70 лет назад / 6850 ± 100 кал. лет назад было незначительным (0,3 %) и связано, вероятно, с ветровым переносом. Примерно 5700 лет назад / 6470 кал. лет назад содержание пыльцы составило 1,7 %, что подтверждает участие ели в растительном покрове, а 5440 ± 40 лет назад / 6240 ± 50 кал. лет назад достигло 7 % и свидетельствует о существенном ее вкладе в состав лесов. На территории заповедника «Костомукшский» увеличение доли еловых лесов отмечено со времени 5220 ± 110 лет назад / 6000 ± 140 кал. лет назад (рис. 1).

В атлантическом периоде шло активное зарастание обмелевших водоемов, в том числе Межсельговое, евтрофными травяными, травяно-сфагновыми и травяно-гипновыми сообществами, и переход их на тельматическую стадию развития. На болотах Isosuo и Härkösuo широкое распространение имели евтрофные и мезотрофные фитоценозы, в состав которых входили различные осоки и мхи, а также вахта и хвощ. В последней трети атлантикума на первом из них отмечено появление мезотрофно-олиготрофных осоково-шейхериево-сфагновых сообществ, на втором – формирование кочковато-топяных комплексов со сфагнум фускум на кочках.

В суббореале продолжается распространение ели, о чем свидетельствует увеличение содержания ее пыльцы в отложениях этого времени (4420 ± 50 лет назад / 5050 ± 120 кал. лет назад, 4400 ± 70 лет назад / 5040 ± 130 кал. лет назад и 3290 ± 70 лет назад / 3520 ± 80 кал. лет назад). Согласно данным после 3480 ± 60 лет назад / 3750 ± 80 кал. лет назад в лесах, окружающих болото Межсельговое, доля хвойных пород, особенно сосны, уменьшилась, а березы и ольхи возросла. То, что эти локальные изменения имели пожарное происхождение,

подтверждают изменения в соотношении пыльцы основных древесных пород (рис. 1), а также присутствие пыльцы иван-чая, вереска и угольных частичек. Последующее увеличение в последней трети суббореала содержания пыльцы сосны и ели отражает постпирогенное восстановление хвойных лесов, а максимум последней во всех трех СПД, полученных для парка «Дружба», – наибольшее распространение здесь еловых лесов. В это время они, возможно, согосподствовали с сосняками или даже преобладали в пределах отдельных небольших территорий. В суббореале для болот Isosuo и Härkösuo были характерны те же сообщества, что и в конце атлантикума, а на болоте Межсельговое сформировались грядово-мочажинные комплексы.

Глобальное похолодание в начале субатлантического периода (SA) вызвало выпадение из растительного покрова района исследований и южнее расположенных территорий неморальных видов, изреживание сосновых и еловых лесов, в результате чего они приобрели северотаежный облик. Согласно данным, в SA-1 ельники еще играли значительную роль в окружении болот Межсельговое (рис. 1) и Isosuo (2030 ± 60 лет назад / 1980 ± 90 кал. лет назад). Близ болота Härkösuo участие еловых и сосновых лесов в это время резко уменьшилось, а постпирогенных ольхово-березовых сообществ возросло. Несколько позже появление последних отмечено близ болота Межсельговое (рис. 1). В SA-2 доля еловых лесов снизилась, что нашло отражение в СПД Межсельговое-1 (рис. 1) и других, а также подтверждено датировкой из разреза Härkösuo (1650 ± 60 лет назад / 1530 ± 80 кал. лет назад). Еще большее уменьшение участия ели в составе лесов отмечено в последние 800 (700) лет. Подтверждающие это датировки: 830 ± 30 лет назад / 730 ± 30 кал. лет назад, 450 ± 60 лет назад / 470 ± 70 кал. лет назад и 55 ± 10 лет назад / 120 ± 80 кал. лет назад получены для СПД Härkösuo и Isosuo.

В субатлантике на исследованном участке болота Härkösuo отмечено увеличение трофности из-за большего поступления богатых грунтовых вод и формирование мезотрофно-евтрофных осоково-сфагновых сообществ. На болоте Isosuo подъем уровня болотно-грунтовых вод способствовал распространению гипергидрофильных сфагнов, характерных для обводненных мочажин. В месте отбора разреза Межсельговое-1 зафиксировано «наступление» мочажины на гряду в SA-1. Однако последующая экспансия мезоолиготрофных и олиготрофных мхов, а со времени 800 лет назад / 700 кал. лет назад доминирование сфагнум фускум свидетельствуют об обеднении болотно-грунтовых вод, снижении их уровня и переходе центральной части болота на атмосферный тип питания.

В конце субатлантического периода на фоне преимущественного распространения коренных сосновых северотаежных лесов на территории исследований характерно появление вторичных лесов, образовавшихся в результате агрокультурного освоения территории. Здесь проводили выборочные рубки, расчищали участки под сенокосы и поля, прокладывали дороги. Вырубали и выжигали прежде всего еловые и сосново-еловые леса, произрастающие на равнинных территориях с наиболее богатыми почвами. Сосняки, растущие на бедных каменистых грунтах, малодоступных скалах, вершинах, а также склонах гряд и холмов, страдали от этого, естественно, в меньшей степени. Пионеры зарастания (береза и ольха) среди первых заселяли вырубку, гари, брошенные сельскохозяйственные земли. В настоящее время сосняки занимают почти 84 %, ельники – менее 16 %, мелколиственные леса – 0,5 % лесопокрытой площади заповедника «Костомукшский». Из-за приграничного расположения, а затем перехода территории исследования в статус государственного природного заповедника леса здесь не испытали существенного антропогенного воздействия. Кроме того, лесные массивы, особенно сосняки, пострадавшие от природных пожаров (молний), возникавших периодически на протяжении голоцена, пройдя постпирогенные стадии, уже практически восстановились.

В результате проведенных исследований установлено, что дегляциация северо-запада Карелии и появление здесь ели произошли несколько раньше, чем считалось. Смены растительных сообществ на первых этапах формирования растительного покрова происходили

значительно быстрее, чем в среднетаежной ее подзоне. В результате сопоставления данных, полученных для российско-финляндского парка «Дружба», выявлены региональные и локальные особенности развития суходольной и водно-болотной растительности. Получены климатохронологическая схема динамики суходольной растительности с пребореала до настоящего времени для района палеогеографических исследований, а также комплекс датированных СПД (20^{14}C) для современной территории распространения северотаежных сосновых лесов, который может быть использован в качестве эталона при корреляции с СПД других регионов с целью реконструкции пространственно-временной динамики растительности.

Литература

Филимонова Л. В. Динамика растительности в заповеднике «Костомукшский» (Россия) и на окружающей территории на фоне изменения природной среды в голоцене // Nature Conservation Research. Заповедная наука. – 2021. – № 6 (Suppl.1). – С. 98–115. – DOI: 10.24189/ncr.2021.019

Kuznetsov O., Heikkilä R., Mäkilä M., Filimonova L. Holocene vegetation dynamics and carbon accumulation of two mires in Friendship Park, eastern Finland // Mires from pole to pole. J. The Finnish environment. – 2012. – Vol. 38. – Pp. 91–112.

Elina G. A., Filimonova L. V., Klimanov V. A. Late Glacial and Holocene paleogeography of East Fennoscandia // Climate and environment changes of East Europe during Holocene and Late-Middle Pleistocene. – Moscow : Institute of Geography RAS, 1995. – Pp. 20–27.

Reimer P. J., Austin W. E. N., Bard E. et al. The IntCal20 Northern Hemisphere Radiocarbon Age Calibration Curve (0–55 cal kBP) // Radiocarbon. – 2020. – Vol. 62 (4). – Pp. 725–757. – DOI: 10.1017/RDC.2020.41

ДИНОЦИСТЫ ДЖАНГУРСКОЙ СВИТЫ (БАЙОС – НИЖНИЙ БАТ) БАСЕЙНА КУБАНИ (СЕВЕРНЫЙ КАВКАЗ)

О. В. Шурекова

*Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского,
Санкт-Петербург, Olga_Shurekova@vsegei.ru*

DINOFLAGELLATE CYSTS OF THE DJANGURA FORMATION (BAJOCIAN – LOWER BATHONIAN), KUBAN RIVER BASSIN (NORTHERN CAUCASUS)

O. V. Shurekova

*A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg,
Olga_Shurekova@vsegei.ru*

Аннотация. Рассматриваются систематический состав и стратиграфическое распределение цист динофлагеллат в верхней подсвите джангурской свиты междуречья Кубани и Урупа. Биостратиграфические подразделения по диноцистам сопоставлены с хроностратиграфической шкалой.

Ключевые слова. Байос, бат, цисты динофлагеллат, джангурская свита, Северный Кавказ.

Abstract. The systematic composition and stratigraphic distribution of dinoflagellate cysts in the upper subformation of the Djangura Formation in the interfluvium of the Kuban and Urup Rivers are considered. Biostratigraphic subdivisions according to dinocysts are compared with the chronostratigraphic scale.

Key words. Bajocian, Bathonian, dinoflagellate cysts, Djangura Formation, Northern Caucasus.

Джангурская свита (байос – нижний бат), представленная терригенными породами (глины, аргиллиты, алевролиты), имеет широкое распространение в Лабино-Малкинской и Восточно-Кубанской СФЗ Предкавказья (Безносков, 1967; Ростовцев и др., 1992). Обобщенные данные по палинологии байоса–бата Северного Кавказа приведены в монографии О. П. Ярошенко (1965), но в этой работе были охвачены только палиноморфы наземного генезиса.

Изучение морского микрофитопланктона Северного Кавказа было начато автором в 2015 г. в рамках комплексного палеонтолого-стратиграфического исследования разрезов джангурской свиты междуречья Кубани и Урупа (Зеленчукский и Усть-Джегутинский районы

Карачаево-Черкесской республики), инициированного В. В. Митта (ПИН РАН). Результаты этих исследований опубликованы в ряде статей (Митта и др., 2017, 2018, 2021, 2023 и др.), посвященных характеристике выделенных по разным группам фоссилей биостратонов и сопоставлению их с хроностратиграфической шкалой. В данном сообщении обобщены данные по диноцистам верхней подсвиты джангурской свиты.

Палинологически были изучены 45 образцов из 14 местонахождений (рис. 1) верхней подсвиты джангурской свиты бассейна р. Кубань. Во всех образцах обнаружены палиноморфы как наземного (споры и пыльца), так и морского (диноцисты, прازیнофиты и акритархи) генезиса. Изучение систематического состава и стратиграфического распространения диноцист (рис. 2) позволило выделить слои с *Carpathodinium predae*, *Rhynchodiniopsis? regalis*, *Meiourogonyaulax valensii*, отвечающие верхнему байосу, и слои с *Ctenidodinium sellwoodii*, соответствующие самым верхам байоса и низам бата (рис. 3).

Слои с *Carpathodinium predae*, *Rhynchodiniopsis? regalis*, *Meiourogonyaulax valensii* установлены в интервале зон Niortense, Garantiana и нижней части зоны Parkinsoni верхнего байоса. В комплексе слоев доминируют цисты рода *Nannoceratopsis* (*N. spiculata* Stover, 1966, *N. gracilis* Alberti, 1961, *N. senex* van Helden, 1977, *N. dictyambonis* Riding, 1984, *N. raunsgaardii* Poulsen 1996) и цисты рода *Dissiliodinium* spp. Постоянно присутствуют *Carpathodinium predae* (Beju, 1971) Drugg, 1978; *Meiourogonyaulax* spp. (*M. valensii* Sarj., 1966; *M. caytonensis* (Sarj., 1959) Sarj., 1969); *Pareodinia* spp. (*P. ceratophora* Deflan., 1947, *P. halosa* (Filat., 1975) Prauss, 1989, *P. prolongata* Sarj., 1959); *Rhynchodiniopsis? regalis* (Gocht, 1970) Jan du Chêne et al., 1985; *Aldorfia aldorfensis* (Gocht, 1970) Stover et Evitt, 1978; *Valensiella ovulum* (Defl., 1947) Eisen., 1963; *Durotrigia* spp., в том числе *D. daveyi* Bailey, 1987; *Ctenidodinium* spp. (*C. sellwoodii* (Sarj., 1975) Stover et Evitt, 1978; *C. continuum* Gocht, 1970, *C. ornatum* (Eisen., 1935) Deflan., 1939); *Endoscrinium asymmetricum* Riding, 1987.

Редки *Korystocysta* spp., *Phallocysta elongata* (Beju, 1971) Riding, 1994; *P. eumekes* Dörh. et Davies, 1980; *Cribroperidinium crispum* (Wetzel, 1967) Fenton, 1981; *Paraevansia brachythelis* (Fens., 1979) Below, 1990; *Wanaea acollaris* Dodek., 1975; *Chytroeisphaeridia chytroeides* (Sarj., 1962) Downie et Sarj., 1965, *Kallosphaeridium hypornatum* Prauss, 1989; *Kalyptea stegasta* (Sarj., 1961) Wiggins, 1975.

Первое появление *C. predae* отмечается в основании зоны Niortense на границе нижнего и верхнего байоса Германии. Виды *M. valensii* и *R. regalis* впервые появляются в верхней

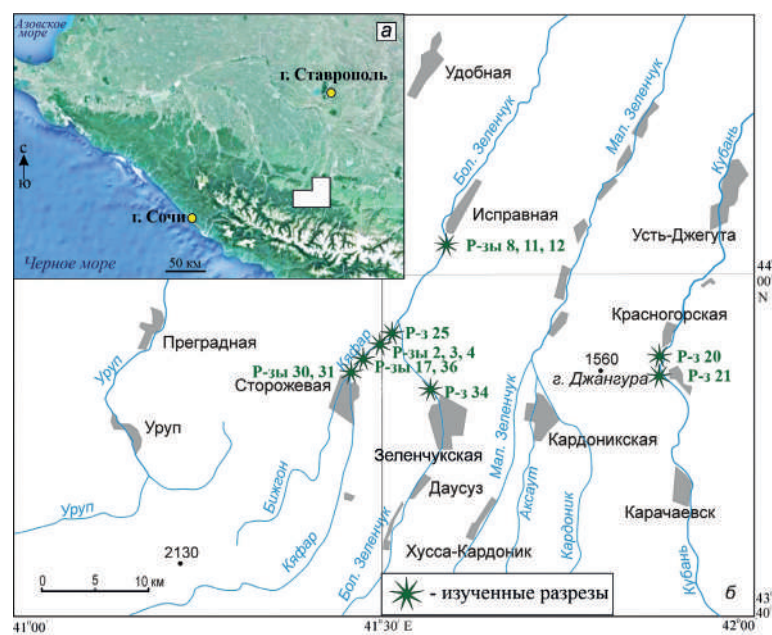


Рис. 1. Схема расположения района работ (а) и изученных разрезов (б)

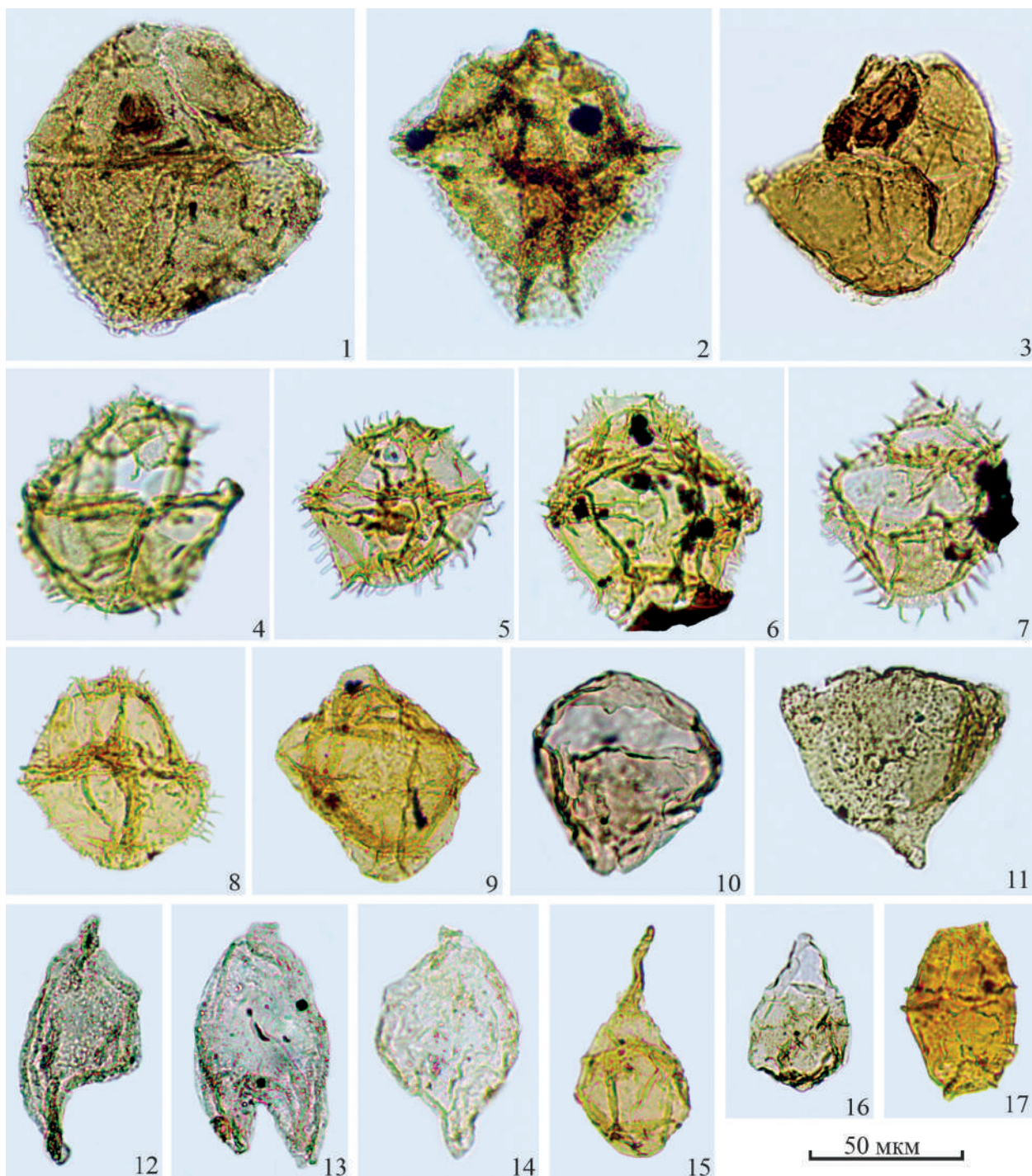


Рис. 2. Диноцисты джангурской свиты средней юры Кубани:

1 – *Cribopteridinium crispum* (Wetz., 1967) Fent., 1981; 2 – *Meiourogonyaulax valensii* Sarj., 1966; 3 – *Korystocysta pachyderma* (Deflan., 1939) Wooll., 1983; 4 – *Durotrigia daveyi* Bailey, 1987; 5 – *Ctenidodinium sellwoodii* (Sarj., 1975) Stover et Evitt, 1978; 6 – *Ctenidodinium continuum* Gocht, 1970; 7 – *Ctenidodinium ornatum* (Eisen., 1935) Deflan., 1939; 8 – *Rhynchodiniopsis? regalis* (Gocht, 1970) Jan du Chêne et al., 1985; 9 – *Endoscrinium asymmetricum* Riding, 1987; 10 – *Dissiliodinium? hocneratum* (Fent., Neves et Piel, 1980) Praus, 1989; 11 – *Dissiliodinium caddaense* (Filat., 1975) Stover et Helby, 1987; 12 – *Nannoceratopsis gracilis* Alberti, 1961; 13 – *Nannoceratopsis spiculata* Stover, 1966; 14 – *Nannoceratopsis senex* van Helden, 1977; 15 – *Pareodinia prolongata* Sarj., 1959; 16 – *Phallocysta eumekes* Dörh. et Davies, 1980; 17 – *Carpathodinium predae* (Beju, 1971) Drugg, 1978.

Местонахождение: 1, 14 – р. Кыфар, р-з 30, обр. 16-1-30-1, зона Niortense; 2, 5–7, 10 – р. Кыфар, зона Parkinsoni: 2 – р-з 4, обр. 16-2-4-3, 5 – обр. 16-2-0-1, 6 – р-з 4, обр. 16-2-4-1, 7 – р-з 3, обр. 16-2-3-4, 10 – р-з 25, обр. 15-1-25-1; 3, 16 – р. Кубань, р-з 21, обр. 20-1-21-1, зона Niortense; 4, 11 – р. Большой Зеленчук, зона Niortense, р-з 34: 4 – обр. 16-1-34-2, 11 – обр. 16-1-34-1; 8, 9, 15, 17 – р. Кыфар, зона Garantiana: 8 – р-з 36, обр. 17-2-36-4, 9 – р-з 5, обр. 16-2-5-10, 15 – р-з 5, обр. 16-2-5-1, 17 – р-з 36, обр. 17-2-36-2; 12, 13 – р. Большой Зеленчук, р-з 12, обр. 15-1-12-1, зона Zigzag



части нижнего байоса (зона Humphriesianum) Юго-Западной Германии (Feist-Burkhardt, Wille, 1992). Также в зоне Humphriesianum в стратотипе байоса Франции зафиксировано появление *M. valensii* (Feist-Burkhardt, Monteil, 1997). Последнее появление *M. valensii* известно в терминальном байосе Франции (зона Parkinsoni) и в основании бата Германии (зона Zigzag). Все эти сведения послужили аргументом в пользу выбора видов *C. predae*, *M. valensii* и *R. ? regalis* в качестве видов-индексов для выделенных слоев.

Кроме того, описываемый комплекс обнаруживает сходство с комплексами диноцист верхнего байоса (зоны Niortense, Garantiana, Parkinsoni) стратотипа байоса в Западной Франции (Feist-Burkhardt, Monteil, 1997), Южной Германии (Feist-Burkhardt, Wille, 1992), зоны по диноцистам DSJ14 (зона Parkinsoni) Центральной Польши (Poulsen, 1998), а также с комплексом подзоны и зоны по диноцистам *Acanthaulax crispa* (зоны Niortense, Garantiana, Parkinsoni) верхнего байоса Англии (Riding, Thomas, 1992).

Слои с *Ctenidodinium sellwoodii* установлены в зоне *Parkinsonia parkinsoni* (терминальный байос, слои с *Parkinsonia djanelidzei*) и в зоне *Zigzagiceras zigzag* (низы нижнего бата, слои с *Oraniceras scythicum*).

В комплексе доминируют *Ctenidodinium sellwoodii*, *Dissiliodinium* spp. (в нижней части), *Nannoceratopsis spiculata* (в верхней части) и *Valensiella ovulum*. Постоянны: *A. aldorfensis*; *N. gracilis*; *C. ornatum*; *C. continuum*; *K. gochtii*; *M. caytonensis*; *Durotrigia filapicata* (Gocht, 1970) Riding et Bailey, 1991; *Dapsilodinium? deflandrei* (Valensi, 1947) Lentin et Williams, 1981; *E. cinctum*; *C. chytrooides*. Единичны: *W. acollaris*; *P. ceratophora*; *P. halosa*; *P. prolongata*; *P. brachythelis*; *Protobatioladinium elatmaense* Riding et Ilyina, 1996; *Epiplosphaera gochtii* Fens., 1979) Bren., 1988; *Evansia* spp.; *Gonyaulacysta eisenackii* (Deflandre, 1939) Gorka, 1965; *Rhynchodiniopsis? regalis* (в нижней части).

Обилие и разнообразие цист рода *Ctenidodinium*, в частности вида *C. sellwoodii*, является характерным для бата Англии (Riding, Thomas, 1992), Центральной Польши (Poulsen, 1998), Северной Болгарии (Dodekova, 1990) и Восточного Крыма (Шурекова, 2015). Появление *C. sellwoodii* зафиксировано в верхнем байосе (зона Parkinsoni) стратотипа байоса в Западной Франции (Feist-Burkhardt, Monteil, 1997) и в зоне Garantiana Британских островов (Riding, Thomas, 1992). В изученных разрезах вид появляется в зоне Niortense верхнего байоса и количество его значительно увеличивается в терминальной части зоны Parkinsoni верхнего байоса и зоне Zigzag нижнего бата. На основании обилия этого вида, а также близости состава комплекса с комплексами диноцистовых зон бата как в тетических, так и в бореальных областях *C. sellwoodii* выбран в качестве вида-индекса выделенных слоев.

Установленные по диноцистам биостратиграфические подразделения сопоставляются с хроностратиграфической шкалой средней юры. Это первые шаги на пути создания шкалы по диноцистам юры Кавказа, до настоящего времени отсутствующей в стратиграфических схемах этого региона (Решение ... , 1984). Кроме того, полученные данные дополняют палеонтологическую характеристику верхней подсвиты джангурской свиты бассейна р. Кубань.

Литература

Безносков Н. В. Байосские и батские отложения Северного Кавказа. – М. : Недра, 1967. – 179 с. (Тр. ВНИИГаз. Вып. 28/36).

Митта В. В., Глинских Л. А., Савельева Ю. Н., Шурекова О. В. Микрофауна, палиноморфы и биостратиграфия зоны Garantiana верхнего байоса (средняя юра) бассейна р. Большой Зеленчук, Северный Кавказ // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2021. – Т. 29. – № 1. – С. 28–47.

Митта В. В., Глинских Л. А., Савельева Ю. Н., Шурекова О. В. Микрофауна, палиноморфы и биостратиграфия зоны Strenoceras niortense верхнего байоса (средняя юра) бассейна р. Кубань, Северный Кавказ // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2023. – [в печати].

Митта В. В., Савельева Ю. Н., Федорова А. А., Шурекова О. В. Аммониты, микрофауна и палиноморфы нижней части зоны Parkinsoni верхнего байоса бассейна р. Большой Зеленчук, Северный Кавказ // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2018. – Т. 26. – № 5. – С. 49–67.

Митта В. В., Савельева Ю. Н., Федорова А. А., Шурекова О. В. Биостратиграфия пограничных отложений байоса и бата бассейна р. Большой Зеленчук (Северный Кавказ) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2017. – Т. 25. – № 6. – С. 30–49.

Решение 2-го Межведомственного регионального стратиграфического совещания по мезозою Кавказа (юра) 1977 г. – Л. : ВСЕГЕИ, 1984.

Шурекова О. В. Первые данные о батских (среднеюрских) диноцистах Восточного Крыма // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. – Махачкала : АЛЕФ, 2015. – С. 309–313.

Ярошенко О. П. Спорово-пыльцевая характеристика юрских и нижнемеловых отложений Северного Кавказа и их стратиграфическое значение // Тр. Геологического ин-та АН СССР. – 1965. – Вып. 117. – 102 с.

Dodekova L. Dinoflagellate cysts from the Bathonian–Tithonian (Jurassic) of North Bulgaria. 1. Taxonomy of Bathonian and Callovian dinoflagellate cysts // *Geologica Balcanica*. – 1990. – Vol. 20. – Iss. 2. – Pp. 3–45.

Feist-Burkhardt S., Monteil E. Dinoflagellate cysts from the Bajocian stratotype (Calvados, Normandy, western France) // *Bulletin des Centres de Recherches Exploration. Prod. Elf-Aquitaine. Mem.* 21. – 1997. – Vol. 1. – Pp. 31–105.

Feist-Burkhardt S., Wille W. Jurassic palynology in Southwest Germany. State of the art // 8th International Palynological Congress, Aix-en-Provence, 13–16th Sept. 1992 – Excursion F. *Cahiers de Micropaléontologie*. – 1992. – Vol. 7. – No. 1/2. – Pp. 141–163.

Poulsen N. E. Upper Bajocian to Callovian (Jurassic) dinoflagellate cysts from central Poland // *Acta Geologica Polonica*. – 1998. – Vol. 48. – No. 3. – Pp. 237–245.

Riding J. B., Thomas J. E. Dinoflagellate cyst of the Jurassic System / ed. A. J. Powell // *A stratigraphic index of dinoflagellate cysts*. – London : Chapman & Hall, 1992. – Pp. 7–97.

ДИНОЦИСТЫ СРЕДНЕГО ЭОЦЕНА – НАЧАЛА ОЛИГОЦЕНА АРМЕНИИ: БИОСТРАТИГРАФИЯ И ОБСТАНОВКИ ОСАДКОНАКОПЛЕНИЯ

А. И. Яковлева

Геологический институт РАН, Москва, alina.iakovleva@gmail.com

MIDDLE EOCENE-EARLIEST OLIGOCENE DINO CYSTS OF ARMENIA: BIOSTRATIGRAPHY AND PALEOENVIRONMENTS

A. I. Iakovleva

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, alina.iakovleva@gmail.com

Аннотация. Работа посвящена комплексам цист динофлагеллат и других палиноморф из среднеэоценовых–нижнеолигоценовых отложений разрезов Ланджар и Шагап в Армении. Рассматривается последовательность стратиграфического распространения ключевых таксонов диноцист, обсуждаются реконструкции условий осадконакопления.

Ключевые слова. Средний эоцен, ранний олигоцен, диноцисты, палиноморфы, биостратиграфия, Армения.

Abstract. This research is devoted to the study of assemblages of the dinoflagellate cysts and other palynomorphs from the middle Eocene – lowermost Oligocene sediments of the Landzhar and Shagap outcrop sections in Armenia. The sequence of stratigraphic distribution of the key dinocyst taxa is considered, and reconstructions of sedimentation conditions are discussed.

Key words. Middle Eocene, earliest Oligocene, dinocysts, palynomorphs, biostratigraphy, Armenia.

В палеогене территория современной Армении представляла собой обширный морской бассейн, занимавший переходную зону между Тетисом и Перитетисом. Карбонатный тип осадконакопления позволяет проводить здесь калибровки первого порядка эоценовых диноцистовых событий с событиями по известковому нанопланктону и планктонным фораминиферам, что обеспечивает возможности точных межрегиональных корреляций. Хотя первые находки палеогеновых диноцист в Армении были сделаны уже более 50 лет назад (Лейе, 1968), однако до сих пор их исследования в регионе остаются единичными (Запорожец, 1989; Андреева-Григорович, 1991; Щербинина и др., 2017).

В результате проведенного в последние годы изучения опорных разрезов Ланджар и Шагап удалось выявить интервалы в разрезах среднего эоцена – низов олигоцена с количественно представительными и таксономически разнообразными комплексами диноцист (более 150 видов), акритарх, празиофитов и континентальных палиноморф (рис. 1, 2, 3). В результате проведенных исследований установлены интервалы диноцистовых зон *Rhombodinium draco*–*Rhombodinium porosum*, *Reticulosphaera actinocoronata*, *Talladinium? angulosum*, *Wetzeliella gochtii*. Сопоставление с зонами по нанопланктону позволило уточнить уровни появлений ряда зональных видов-маркеров и провести сравнение с диноцистовыми

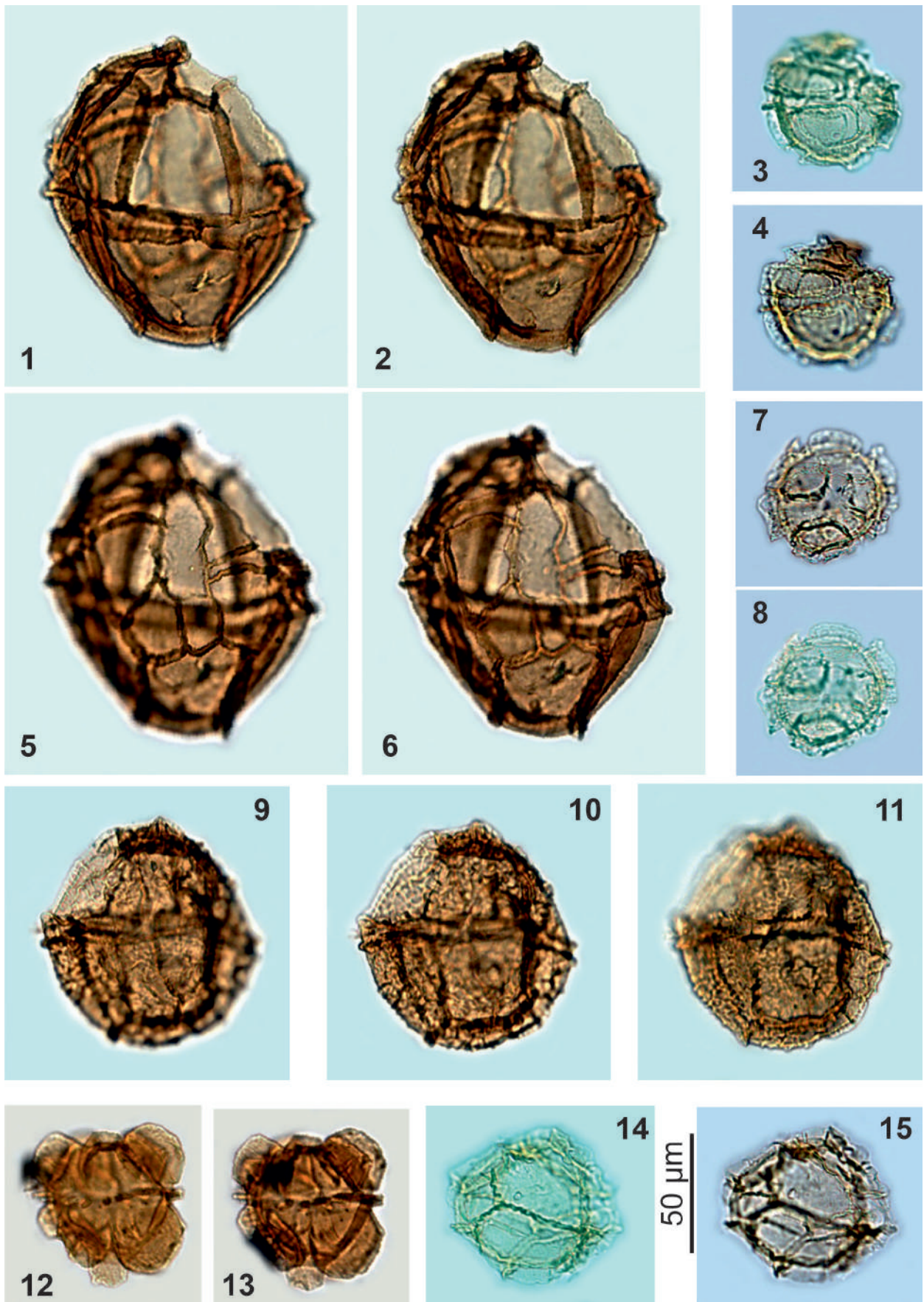


Рис. 1. Характерные таксоны диноцист из средне-верхнеэоценовых отложений Армении:

1, 2, 5, 6 – *Impagidinium brevisulcatum* Michoux, 1985, азатекская свита; 3, 4, 7, 8 – *Hemiplacophora semilunifera* Cookson et Eisenack, 1965, азатекская свита; 9–11 – *Impagidinium cassicus* Wilson, 1988, азатекская свита; 12, 13 – *Hystrichokolpota* sp., азатекская свита; 14, 15 – *Impagidinium* sp. 1, азатекская свита

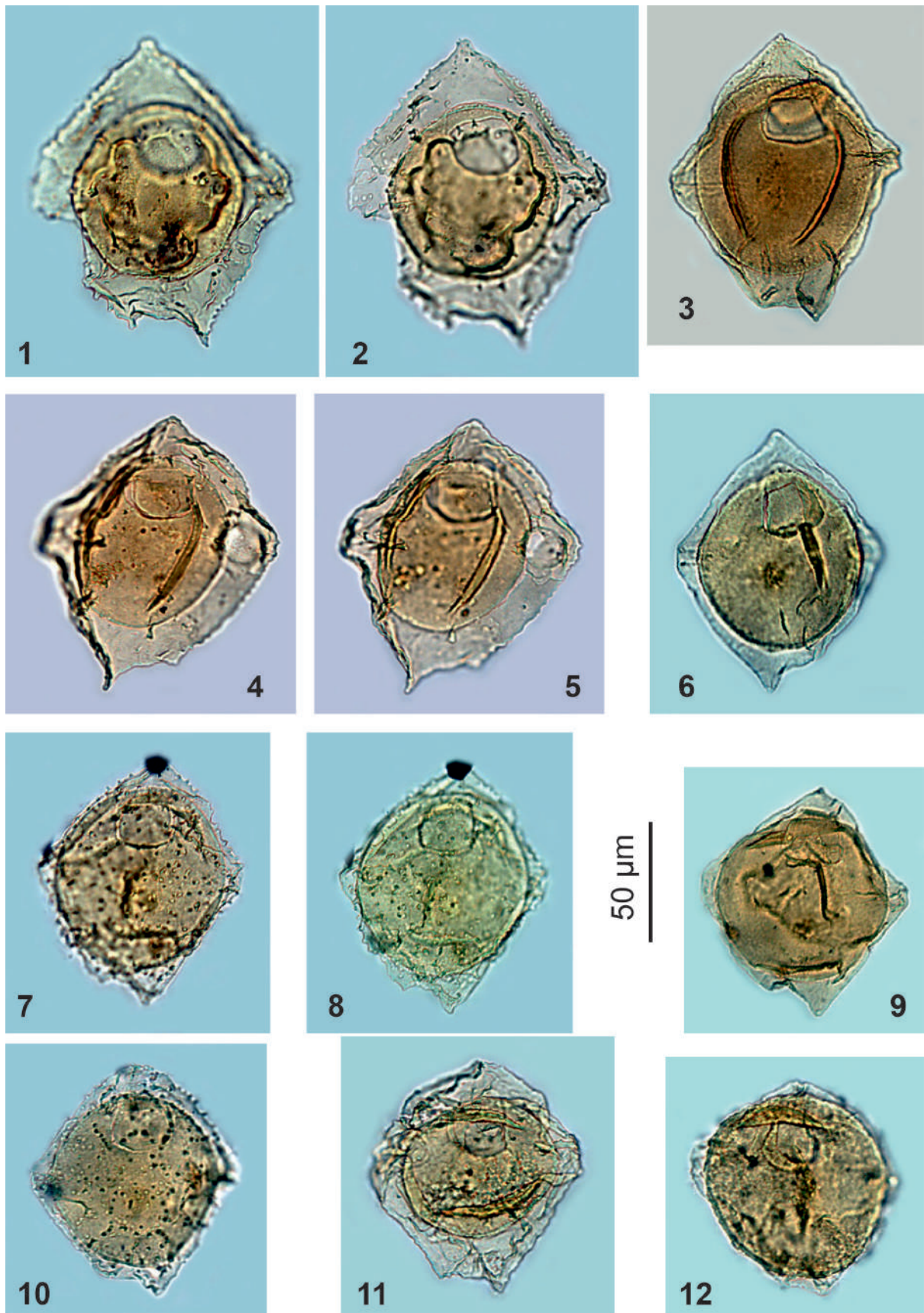


Рис. 2. Характерные таксоны диноцист из средне-верхнеэоценовых отложений Армении:

1, 2, 4, 5, 9, 11 – *Stichodinium? lineidentatum* (Deflandre et Cookson, 1955) Williams et al., 2015, арпинская свита;
 3 – *Rhombodinium freienwaldense* (Gocht, 1955) Costa et Downie, 1979, азатекская свита; 6 – *Rhombodinium draco*
 Gocht, 1955, азатекская свита; 7, 8, 10 – *Rhombodinium spinula* (Bujak, 1979) Williams et al., 2015, арпинская свита;
 12 – *Rhombodinium? aidae* Iakovleva, 2015, арпинская свита

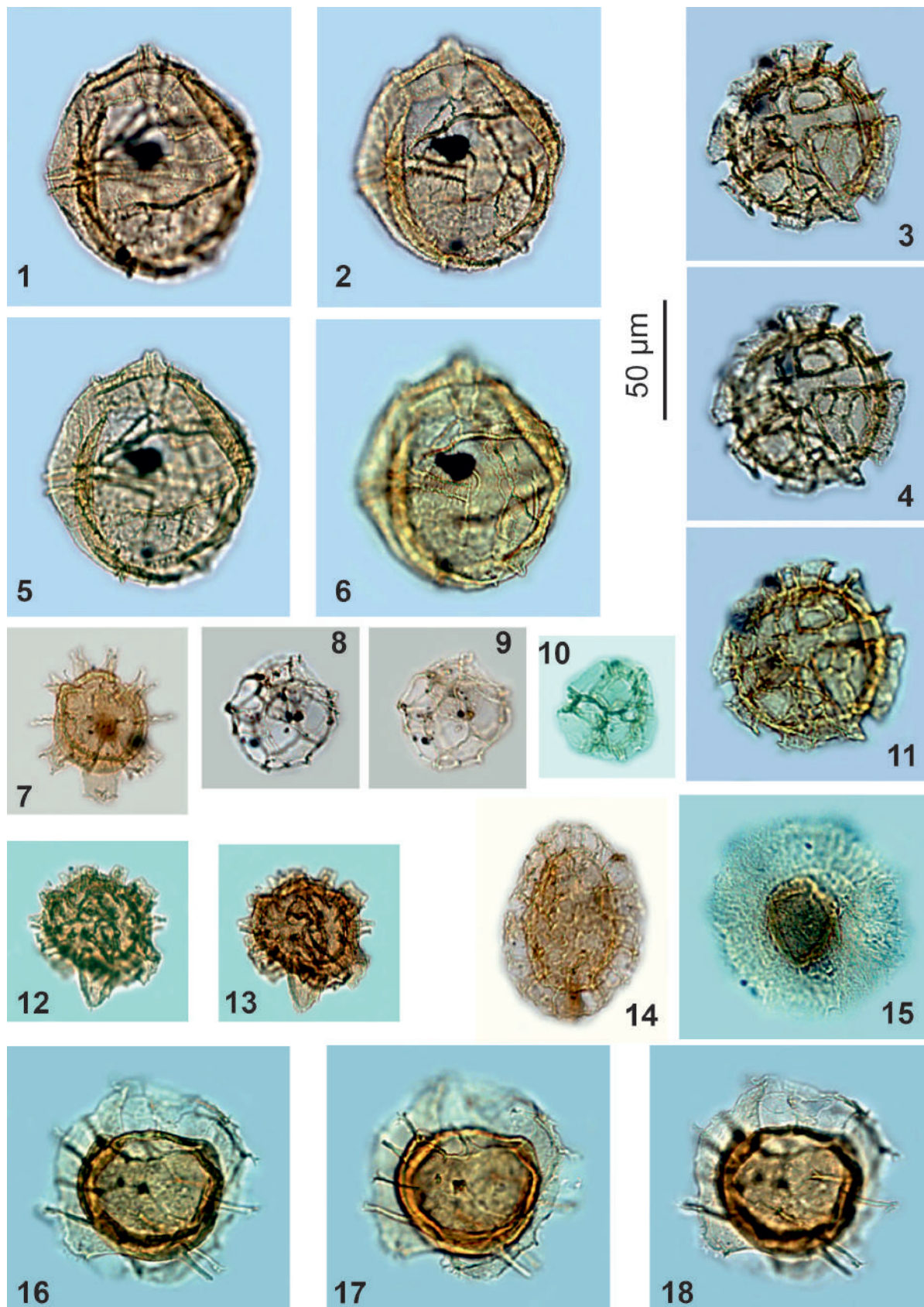


Рис. 3. Характерные таксоны диноцист из средне-верхнеэоценовых отложений Армении:

1, 2, 5, 6 – *Impagidinium cassiculus* Wilson, 1988, азатекская свита; 3, 4, 11 – *Hemiplacophora semilunifera* Cookson et Eisenack, 1965, азатекская свита; 7 – *Hystrichokolpota* sp. A, азатекская свита; 8, 9 – *Hapsocysta kysingensis* Heilmann-Clausen et Van Simaeyns, 2005, азатекская свита; 10 – *Impagidinium* sp. A in Gedl, 2005, азатекская свита; 12, 13 – *Hystrichokolpota* sp. A, азатекская свита; 14 – *Distatodinium* sp., азатекская свита; 15 – *Prasinophyte* sp. 1, азатекская свита; 16–18 – *Pentadinium goniferum* Edwards, 1982, арпинская свита

событиями из других регионов. Результаты количественного анализа ассоциаций морских и континентальных палиноморф свидетельствуют об изменениях, произошедших в рассматриваемой части морского бассейна в течение конца среднего эоцена – начале олигоцена. Так, в наиболее удаленных от берега (неритическая зона) обстановках формировалась бартонская азатекская свита; приабонская урцадзорская свита накапливалась в более мелководных прибрежных обстановках, тогда как нижнеолигоценовая шагапская свита начала формироваться в условиях прогрессирующего обмеления бассейна и перехода к континентальному типу осадконакопления.

Литература

Андреева-Григорович А. С. Зональная стратиграфия палеогена юга СССР по фитопланктону (диноцисты и нанопланктон) // Автореф. дисс. д-ра геол.-минерал. наук. – Киев, 1991. – 47 с.

Запорожец Н. И. Палинокомплексы и комплексы фитопланктона верхнеэоценовых и олигоценовых отложений скважины № 1 (пос. Ланджар, Армения) / ред. М. А. Ахметьев // Палеофлористика и стратиграфия фанерозоя. – М. : ГИН РАН, 1989. – С. 85–103.

Лейе Я. Б. Флористическое обоснование расчленения палеогеновых и неогеновых отложений Армении (по данным спорово-пыльцевого анализа) / ред. С. Р. Самойлович // Палеопалинологический метод в стратиграфии. – Л. : Недра, 1968. – С. 175–186.

Щербинина Е. А., Яковлева А. И., Закревская Е. Ю. Наннопланктон и палиноморфы среднего эоцена – раннего олигоцена разреза Ланджар Южной Армении: зональная стратиграфия и палеоэкология // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2017. – Т. 25. – № 5. – С. 84–108.

ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРΟΣЛИ И СИЛИКОФЛАГЕЛЛАТЫ



НОВЫЕ ДАННЫЕ ПО СИЛИКОФЛАГЕЛЛАТАМ ИЗ ПАЛЕОГЕНОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ

А. Ю. Гладенков

Геологический институт РАН, Москва, agladenkov@ilran.ru

NEW DATA ON SILICOFLLAGELLATES FROM PALEOGENE SEDIMENTS OF WESTERN KAMCHATKA

A. Yu. Gladenkov

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, agladenkov@ilran.ru

Аннотация. Статья посвящена ископаемым силикофлагеллатам, обнаруженным в разрезе морского кайнозоя в бухте Квачина Западной Камчатки. На основе стратиграфического распространения различных таксонов в верхней части разреза (белесоватой толще) выделена серия слоев с флорой. Сделан вывод об раннеолигоценном и позднеолигоценном возрасте этих биостратиграфических подразделений.

Ключевые слова. Силикофлагеллаты, олигоцен, Камчатка.

Abstract. The paper deals with fossil silicoflagellates found in the marine Cenozoic section of Western Kamchatka at the Kvachina Bay. A series of beds with flora are identified in the upper part of section (the Belesovataya Sequence) based on stratigraphic occurrence of various taxa. Early Oligocene and late Oligocene age of these biostratigraphic units is inferred.

Key words. Silicoflagellates, Oligocene, Kamchatka.

Кремнистые микрофоссилии успешно используются при датировании и корреляции разнофациальных толщ кайнозоя, широко развитых в пределах Камчатки и прилегающих акваторий. К одной из таких групп микроорганизмов относятся силикофлагеллаты – морские одноклеточные планктонные водоросли с кремнистым скелетом. Сопоставление изучаемых в разрезах палеонтологических комплексов с ассоциациями разработанных океанических зональных шкал дает возможность определять возраст вмещающих отложений. Однако, в отличие от неогеновой, палеогеновая флора силикофлагеллат в Камчатском регионе изучена крайне слабо. Прежде всего, это объясняется тем, что находки остатков этих водорослей в толщах палеогена достаточно редки и, как правило, приурочены к отдельным стратиграфическим уровням. Отсутствие возможности прослеживания последовательной смены разновозрастных ассоциаций в разрезах препятствует выделению смыкающихся биостратиграфических подразделений, а также затрудняет изучение особенностей развития флоры силикофлагеллат в морских палеогеновых экосистемах региона. В этой связи несомненный интерес представляют данные, полученные по ископаемым силикофлагеллатам, найденным в палеогеновых отложениях разреза Западной Камчатки, расположенном в бухте Квачина (рис. 1).

Изученный стратиграфический разрез морского кайнозоя относится к одному из опорных в обрамлении восточной части Охотского моря. В нем представлена практически непрерывная последовательность терригенных отложений (относимых к тигильской и белесоватой толщам, а также кавранской серии) от эоцена до миоцена с общей мощностью около 500 м (Гладенков, 2016; Гладенков и др., 2018). Ранее сведения о находках силикофлагеллат в данном разрезе отсутствовали. В результате обработки собранного автором при полевых исследованиях материала силикофлагеллаты обнаружены в стратиграфическом интервале, охватывающем верхнюю часть разреза (мощностью около 300 м), которая относится к верхней части белесоватой толщи. В образцах, отобранных на различных уровнях, отмечены остатки силикофлагеллат, которые отличаются по таксономическому разнообразию, степени сохранности и обилию. В целом флора включает более 30 видовых и внутривидовых таксонов. Анализ их стратиграфического распространения в разрезе позволил выделить серию биостратиграфических подразделений в ранге слоев с силикофлагеллатами, границы которых проведены по уровням появления в разрезе маркирующих форм. Выделено три слоя с флорой (стратиграфически снизу вверх): 1) слой с *Dictyocha deflandrei* – *Stephanocha raupii*, 2) слой с *Stephanocha speculum* – *Corbisema triacantha* и 3) слой с *Stephanocha speculum pseudocrux* – *Stephanocha cf. boliviensis*.

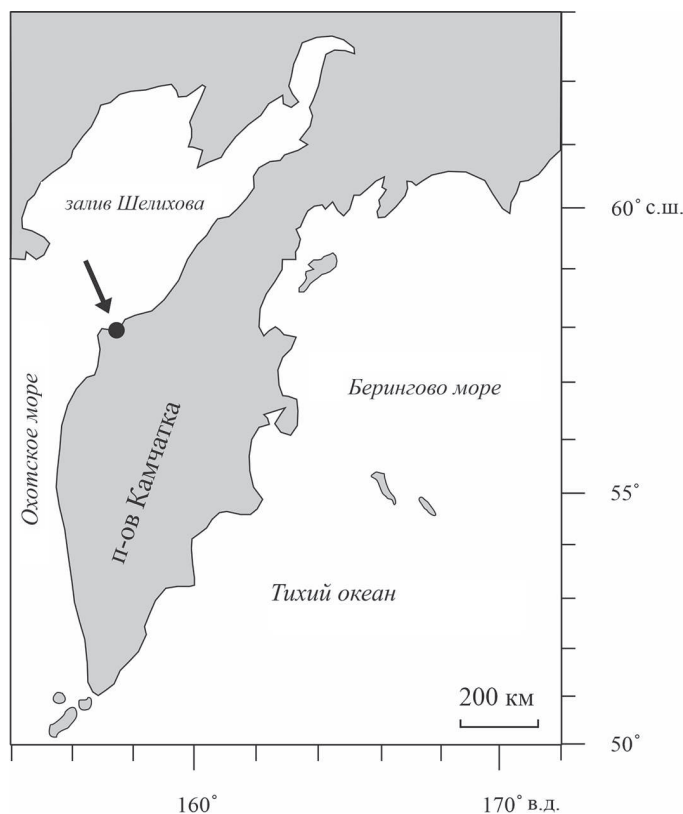


Рис. 1. Географическое положение бухты Квачина, где представлен один из опорных разрезов морского кайнозоя Западной Камчатки (точка)

В составе выделенных в разрезе ассоциаций силикофлагеллат отмечен ряд таксонов, представляющих важность при определении возраста вмещающих отложений. К таким таксонам относятся: *Dictyocha deflandrei* Frenguelli, 1940 ex Gleser, 1966, *D. pentagona* (Schulz, 1928) Bukry et Foster, 1973, *D. variabilis* (Hanna, 1931) Ciesielski, 1975, *Stephanocha raupii* (Bukry, 1976) McCartney et Jordan, 2015, *St. speculum* var. *pentagona* (Lemmermann, 1901) McCartney et Jordan, 2015, *St. speculum* var. *pseudocrux* (Schulz, 1928) McCartney et Jordan, 2015, *Distephanopsis stradneri* (Jerković, 1965) Desikachary et Prema, 1996, *D. crux* subsp. *darwinii* (Bukry, 1976) Desikachary et Prema, 1996, *Septamesocena apiculata* subsp. *grabra* (Schulz, 1928) Desikachary et Prema, 1996 и др. (рис. 2). Палеонтологические комплексы, характеризующие выделенные в разрезе слои с флорой, в определенной степени отличаются от таковых зональных подразделений по силикофлагеллатам шкал, разработанных для расчленения донных отложений кайнозоя Мирового океана.

Тем не менее анализ систематического состава комплексов слоев с *Dictyocha deflandrei* – *Stephanocha raupii* и слоев с *Stephanocha speculum* – *Corbisema triacantha* указывает на возможность их сопоставления с зоной *Dictyocha deflandrei* конца позднего эоцена – раннего олигоцена, выделяемой в шкале для высоких–средних широт (Bukry, 1974, 1981) (рис. 3). В то же время слои с *Stephanocha speculum pseudocrux* – *Stephanocha* cf. *boliviensis* скоррелированы с зоной *Naviculopsis biariculata* позднего олигоцена (рис. 3). Необходимо подчеркнуть, что с нижней границей этих слоев совпадает уровень появления в разрезе бухты Квачина вида диатомей *Rocella gelida* (Mann, 1907) Bukry, 1978 (Гладенков, 2018; Gladenkov, 2019), который типичен для позднего олигоцена. Отметим, что комплексы силикофлагеллат олигоцена, сопоставленные с ассоциациями упомянутых зон шкалы Д. Бакри, обнаружены в донных отложениях окраинных морей западной части Северо-Тихоокеанского региона (Цой, 2011).

Таким образом, в разрезе бухты Квачина выявлена последовательная смена разновозрастных ассоциаций силикофлагеллат раннего и позднего олигоцена. Необходимо отметить, что целый ряд таксонов, в том числе стратиграфически важных, обнаружен в разрезах Западной Камчатки впервые. Находки силикофлагеллат в изученном разрезе дополняют его палеонтологическую характеристику. Полученные результаты позволяют провести прямую корреляцию слоев с силикофлагеллатами и выделенных ранее в разрезе локальных зон по диатомеям (Гладенков, 2018; Gladenkov, 2019), для которых намечено сопоставление с зональной диатомовой шкалой Северной Пацифики (рис. 3), а также со шкалой геомагнитной полярности (Казанский и др., 2021). Это представляет важность для расчленения олигоценых толщ по кремнистому микропланктону, а также уточнения возраста региональных подразделений стратиграфической схемы кайнозоя Западно-Камчатской структурно-формационной зоны. Кроме того, новые данные позволяют дополнить представления об особенностях развития и роли флоры силикофлагеллат в кайнозойских экосистемах восточной части пра-Охотского морского бассейна.

Работа выполнена по теме госзадания Геологического института РАН (Москва).

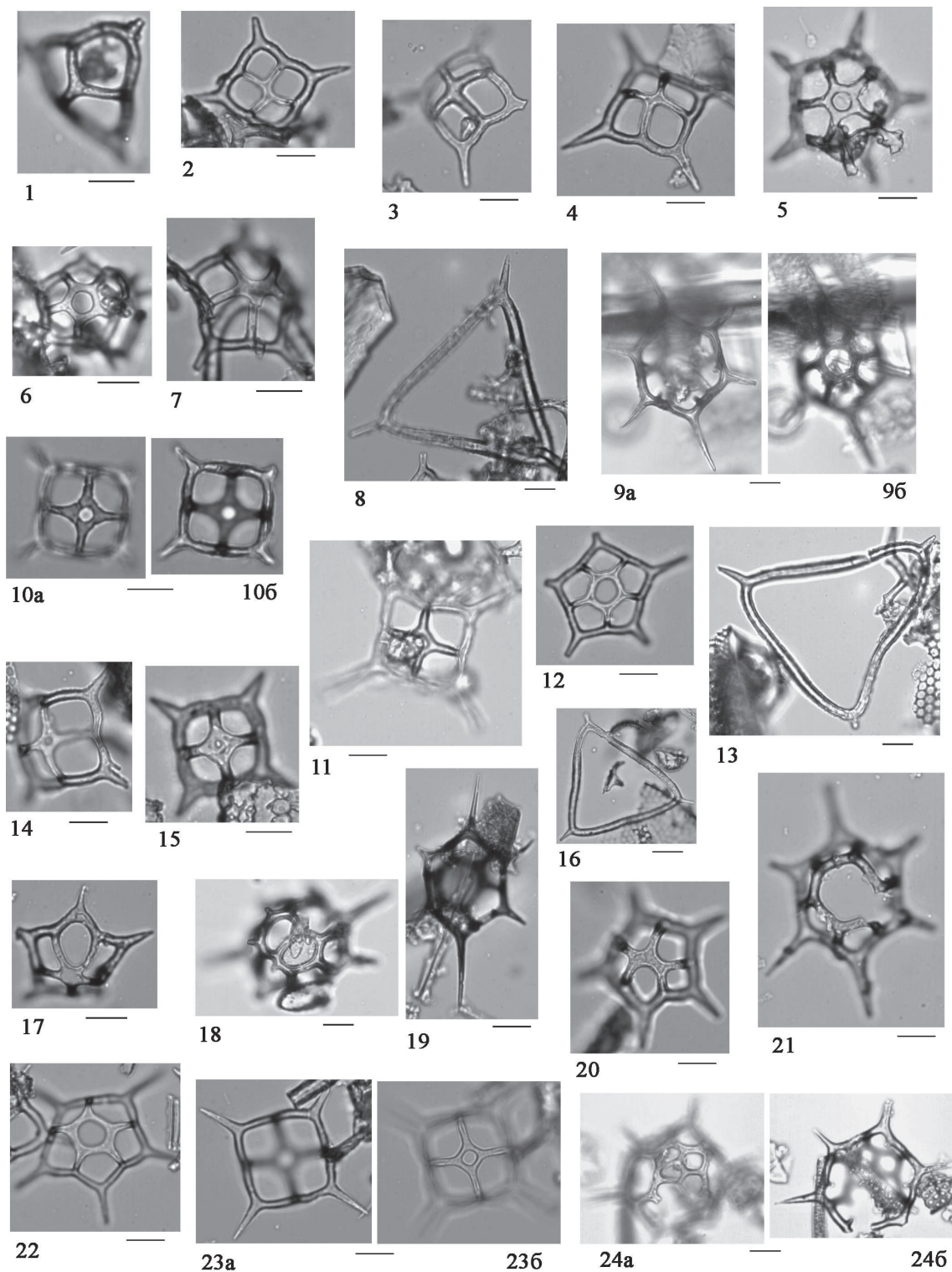


Рис. 2. Характерные и стратиграфически важные таксоны силикофлагеллат из разреза кайнозоя в бухте Квачина, Западная Камчатка:

1 – *Corbisema triacantha* (Ehrenberg, 1845) Hanna, 1931; 2–4 – *Dictyochoa deflandrei* Frenguelli, 1940 ex Gleser, 1966; 5, 6 – *Stephanocha raupii* (Bukry, 1976) McCartney et Jordan, 2015; 7, 17 – *Dictyochoa variabilis* (Hanna, 1931) Ciesielski, 1975; 8, 16 – *Septamesocena apiculata* subsp. *apiculata* (Schulz, 1928) Bachmann, 1970; 9 – *Stephanocha* cf. *boliviensis* (Frenguelli, 1940) McCartney et Jordan, 2015; 10, 14, 15 – *Distephanopsis crux* subsp. *darwinii* (Bukry, 1976) Desikachary et Prema, 1996; 11, 23 – *Distephanopsis stradneri* (Jerković, 1965) Desikachary et Prema, 1996; 12, 22 – *Stephanocha quinquangella* (Bukry et Foster, 1973) McCartney et Jordan, 2015; 13 – *Septamesocena apiculata* subsp. *grabra* (Schulz, 1928) Locker, 1996; 18, 24 – *Stephanocha speculum* var. *hemisphaerica* (Ehrenberg, 1844) McCartney et Jordan, 2015; 19, 21 – *Stephanocha speculum* (Ehrenberg, 1839) McCartney et Jordan, 2015; 20 – *Dictyochoa pentagona* (Schulz, 1928) Bukry et Foster, 1973; a, б – разные фокусы.

Длина масштабных линеек – 10 мкм

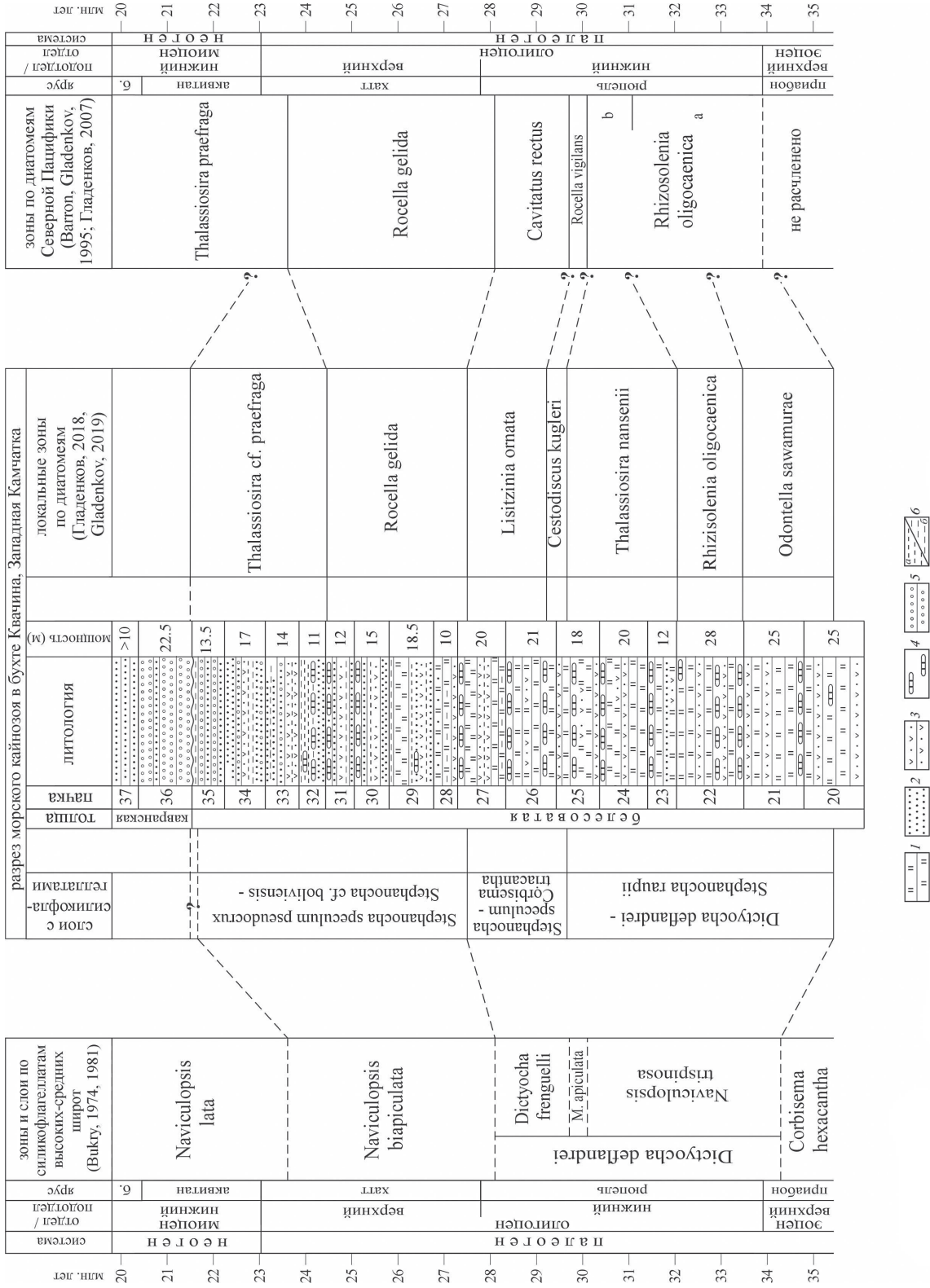


Рис. 3. Сопоставление выделенных в разрезе кайнозоя бухты Квачина слоев с силикофлагеллатами с подразделениями зональной шкалы высоких-средних широт и их прямая корреляция с локальными зонами по диатомеям:
 1 – опоквидные алевролиты; 2 – песчаники; 3 – туфогенные породы; 4 – карбонатные конкреции; 5 – конгломераты и гравелиты; 6 – аргиллиты (а) и алевролиты (б); б. – бурдигал

Литература

- Гладенков А. Ю. Детальная стратиграфия и морские экосистемы позднего кайнозоя севера Тихоокеанского региона (по диатомеям) // Труды ГИН РАН. Вып. 571. – М. : ГЕОС, 2007. – 296 с.
- Гладенков А. Ю. Ярусы олигоцена и граница между палеогеном и неогеном на Западной Камчатке – новые данные по диатомеям / отв. ред. А.Ю. Гладенков // Неоген и квартал России: стратиграфия, события и палеогеография. – М. : ГЕОС, 2018. – С. 23–29.
- Гладенков Ю. Б. Расчленение опорного разреза кайнозоя бухты Квачина Западной Камчатки и проблемы его корреляции // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2016. – Т. 24. – № 6. – С. 101–113.
- Гладенков Ю. Б., Гладенков А. Ю., Бордунов С. И. и др. Опорный разрез кайнозоя Западно-Камчатской структурно-формационной зоны. – М. : Геокарт-ГЕОС, 2018. – 202 с.
- Казанский А. Ю., Водовозов В. Ю., Гладенков А. Ю. и др. Магнитостратиграфия опорного разреза морского кайнозоя Западной Камчатки (бухта Квачина) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2021. – Т. 29. – № 1. – С. 99–115.
- Цой И. Б. Силикофлагеллаты кайнозоя Японского и Охотского морей и Курило-Камчатского желоба. – Владивосток : Дальнаука, 2011. – 226 с.
- Barron J. A., Gladenkov A. Y. Early Miocene to Pleistocene diatom stratigraphy of Leg 145 // Proceedings ODP, Sci. Results. College Station, TX (Ocean Drilling Program). – 1995. – Vol. 145. – Pp. 3–19.
- Bukry D. Stratigraphic value of silicoflagellates in nontropical regions // Geol. Soc. Am. Bull. – 1974. – Vol. 85. – No. 12. – Pp. 1905–1906.
- Bukry D. Synthesis of silicoflagellate stratigraphy for Maestrichtian to Quaternary marine sediment // SEPM Special Publication. – 1981. – No. 32. – Pp. 433–444.
- Gladenkov A. Yu. New data on diatoms from the marine Cenozoic section of West Kamchatka at the Kvachina Bay // Paleontological Journal. – 2019. – Vol. 53. – No. 8. – Pp. 799–802.

ПРИМЕНЕНИЕ ЦИСТ ХРИЗОФИТОВ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ РАЗВИТИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ЛАДОЖСКОГО ОЗЕРА В ГОЛОЦЕНЕ

А. В. Лудикова

Институт озероведения РАН – СПб ФИЦ РАН, Санкт-Петербург, ellerbeckia@yandex.ru

THE OF USE OF CHRYSOPHYCEAE CYSTS IN STUDIES OF THE EVOLUTION OF LAKE LADOGA ECOSYSTEM IN THE HOLOCENE

A. V. Ludikova

Institute of Limnology, Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, ellerbeckia@yandex.ru

Аннотация. Выявлены закономерности изменений абсолютного и относительного содержания цист золотистых водорослей в колонках донных отложений Ладожского озера. Предпринята попытка интерпретации полученных данных в контексте изменений природно-климатических обстановок голоцена.

Ключевые слова. Цисты золотистых водорослей, диатомовые водоросли, отношение «цисты : диатомеи», палеолимнологические реконструкции.

Abstract. The study revealed regularities in changes of the absolute abundances and proportions of chrysophyte cysts in the sediment cores from Lake Ladoga. An attempt of the data interpretation in the context of the Holocene climatic and environmental changes was made.

Key words. Chrysophyte cysts, diatoms, «cysts to diatoms» ratio, paleolimnological reconstructions.

Донные отложения озер являются важнейшим «архивом» информации о развитии озерных экосистем, зафиксированной в изменениях состава и соотношения микро- и макроостатков различных представителей водной биоты. Однако далеко не все группы водных организмов могут быть использованы в палеолимнологических исследованиях: преимуществом обладают организмы с устойчивыми к биологической и химической деструкции тканями и оболочками. К ним относятся, в частности, диатомовые водоросли (Bacillariophyceae), клетка которых заключена в кремнистый панцирь, и золотистые водоросли (Chrysophyceae, хризифиты). Для переживания неблагоприятных условий последние формируют окремнелые (стомато) цисты, которые хорошо сохраняются в донных отложениях.

Диатомовые водоросли традиционно находят гораздо более широкое применение в исследованиях истории развития озер, главным образом благодаря детально разработанной

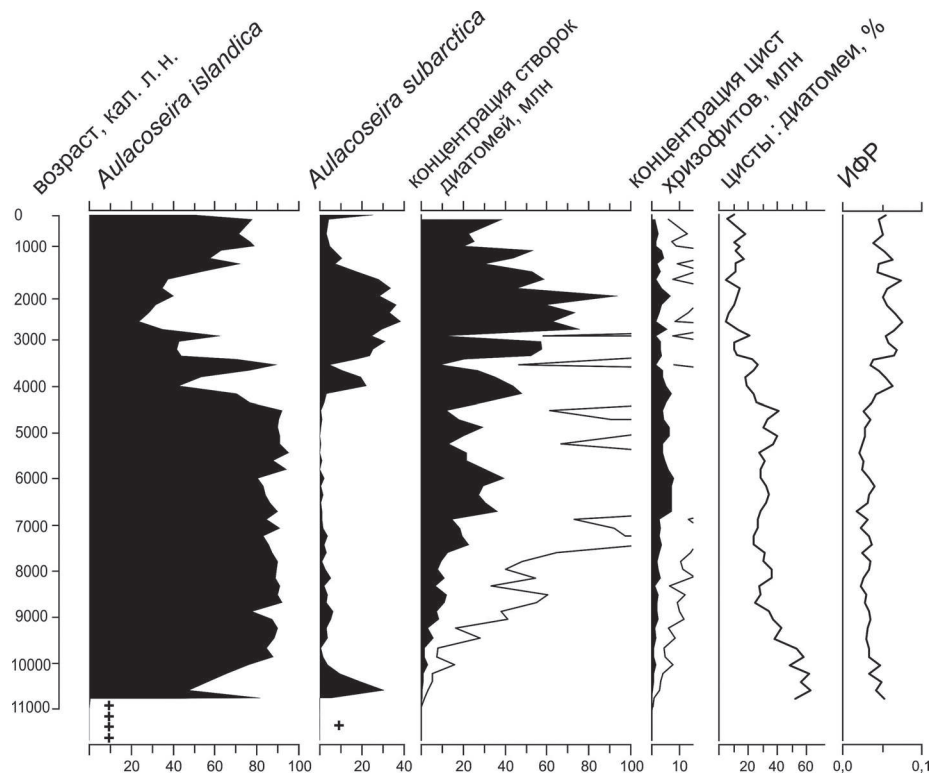
систематике и четко установленным для большинства видов экологическим предпочтениям и специфическим требованиям к условиям среды. Использование диатомового анализа позволяет реконструировать основные этапы эволюции озерных экосистем, судить о скорости и направленности происходящих в них процессов. Золотистые водоросли, как и диатомовые, широко распространены в континентальных водоемах, и индикационный потенциал этой группы микрофоссилий для палеореконокструкций представляется достаточно значимым (Лудикова, 2015, 2019). Однако их широкое применение ограничивается недостаточно разработанной систематикой цист: далеко не для всех морфотипов установлена связь с видами, их продуцирующими, кроме того, сходные морфотипы цист могут формироваться разными видами хризофитов.

Поскольку золотистые водоросли, помимо прочих биогенных элементов (P, N), остро конкурируют с диатомовыми за растворенный кремнезем, в палеолимнологических исследованиях традиционно используется отношение «цисты : диатомеи», выраженное в процентах (Smol, 1985). Изменения доли золотистых водорослей во времени указывает на изменения условий водной среды, в результате которых хризофиты получали конкурентное преимущество по сравнению с диатомеями или, наоборот, оказывались менее конкурентоспособными.

В Ладожском озере максимальное развитие диатомей приходится на период биологической весны (май – 1-я половина июля), тогда как в сезон биологического лета в составе фитопланктонных сообществ доминируют сине-зеленые и криптофитовые водоросли. Золотистые водоросли также развиваются преимущественно в летнем фитопланктоне, в период устойчивой термической стратификации водной толщи. Несмотря на то, что в глубоководных районах озера биомасса хризофитов может достигать 35 % от общей биомассы фитопланктона, золотистые водоросли в настоящее время не играют важной роли в составе планктонных сообществ Ладожского озера.

В настоящей работе выполнено сопоставление результатов расчета абсолютного и относительного содержания цист золотистых водорослей и изменений видового состава диатомовых комплексов в донных осадках. Используются данные по четырём колонкам донных отложений, отобраным в центральной части Ладожского озера с глубин 54, 68 и 70 м и в северо-западном глубоководном районе с глубины 111 м. Лабораторная пробоподготовка и расчет концентраций цист золотистых и створок диатомовых водорослей в 1 г сухого осадка выполнены по стандартным методикам. Рассчитано отношение «цисты : диатомеи», позволяющее оценить вклад хризофитов в палеосообщества кремнистых микроводорослей. Для оценки изменения видового разнообразия диатомовых водорослей использовался индекс флористического разнообразия (ИФР).

Выявлены следующие закономерности. Отложения начала голоцена характеризуются крайне низкими концентрациями цист хризофитов и створок диатомей, что свидетельствует о суровых природно-климатических обстановках, неблагоприятных для развития как диатомовых, так и золотистых водорослей. В первой половине голоцена возрастание содержания створок диатомей и цист хризофитов отмечается во всех изученных разрезах (рисунок). Очевидно, развитию продукционных процессов в озере способствовало продолжающееся потепление климата. Концентрации створок в несколько раз превосходят концентрации цист, указывая на то, что продуктивность диатомовых водорослей в прошлом была так же высока в Ладожском озере, как и в настоящее время. Для этого периода также характерно наиболее высокое относительное содержание цист. При этом в колонках, отобраных из центральной части ладожской котловины, к раннему голоцену приурочен отчетливый максимум значений отношения «цисты : диатомеи», тогда как в колонке из глубоководной впадины этот максимум не столь выражен. Поскольку золотистые водоросли в Ладожском озере преимущественно развиваются на стадии биологического лета, их высокое относительное содержание в отложениях первой половины голоцена может свидетельствовать о низкой конкуренции со стороны



Массовые виды диатомей, абсолютное содержание створок диатомовых и цист золотистых водорослей (в 1 г сухого осадка), отношение «цисты : диатомеи» (%), индекс флористического разнообразия (ИФР) в голоценовых отложениях центральной части Ладожского озера (глубина 68 м)

летних видов диатомей и других представителей фитопланктона. Формирование в первой половине голоцена монодоминантных диатомовых комплексов с абсолютным преобладанием ранневесенней планктонной диатомеи *Aulacoseira islandica* (O. Müller) Simonsen, 1979 (рисунок) также свидетельствует о том, что термические и гидробиологические условия этого периода отличались от современных. По-видимому, продолжительность периода весенней циркуляции и сроки установления термической стратификации отличались в этот период от современных (Лудикова, Кузнецов, 2021).

Во второй половине голоцена во всех изученных колонках отмечается заметное снижение значений отношения «цисты : диатомеи». Вероятно, это стало следствием изменений термического режима озера в результате изменения природно-климатических обстановок, в частности, начавшегося похолодания климата, а также усиления конкуренции со стороны представителей летнего диатомового планктона (виды родов *Cyclotella* (Kützing) Brébisson, 1838 sensu lato, *Stephanodiscus* Ehrenberg, 1845). Вторая половина голоцена также характеризуется наиболее контрастными изменениями состава диатомовых комплексов, а именно появлением планктонной *Aulacoseira subarctica* (O. Müller) E. Y. Haworth, 1990 в качестве со-доминанта *Aulacoseira islandica*. Массовое развитие этого вида может указывать на увеличение продолжительности периода весенней циркуляции в результате более медленного прогресса водных масс в условиях более прохладного климата. Концентрации цист хризофитов во второй половине голоцена сравнительно невысоки, тогда как концентрации створок диатомей заметно возрастают. Параллельно происходит обогащение видового состава диатомовых комплексов, выразившееся в увеличении значений ИФР (рисунок). Все это позволяет говорить об установлении более благоприятных условиях для развития диатомовых водорослей. Этому могло способствовать увеличение площади литоральной зоны в результате повышения уровня Ладожского озера и обогащение биогенными элементами в ходе затопления прибрежных низменностей. Можно предположить, что в условиях похолодания диатомовые водоросли

оказались более конкурентоспособными по сравнению как с массовыми представителями ладожского фитопланктона (зелеными и сине-зелеными водорослями), так и с золотистыми водорослями.

Сравнительно низкая доля цист хризифитов в поверхностном слое донных отложений соответствует их незначительной роли в составе современных фитопланктонных сообществ.

Таким образом, полученные данные указывают на то, что значения концентраций и относительного содержания цист золотистых водорослей представляют большой интерес для изучения развития экосистемы Ладожского озера и могут быть использованы для биостратиграфического расчленения и корреляции разрезов донных отложений голоцена из разных частей ладожской котловины.

Литература

Лудикова А. В. Использование цист Chrysophyceae в палеореконструкциях // Современная микропалеонтология. Сборник трудов XVI Всероссийского микропалеонтологического совещания. – Калининград, 2015. – С. 420–424.

Лудикова А. В. Цисты Chrysophyceae в донных отложениях Ладожского озера – потенциальная индикаторная группа для палеореконструкций // Материалы V Всероссийской научной конференции с международным участием «Динамика экосистем в голоцене» (к 100-летию Л. Г. Динесмана). – М. : Медиа-ПРЕСС, 2019. – С. 202–203.

Лудикова А. В., Кузнецов Д. Д. Кремнистые микроводоросли в донных отложениях Ладожского озера и их роль в палеолимнологических реконструкциях // Изв. РГО. – 2021. – Т. 153 – № 6. – С. 46–64.

ДИАТОМОВАЯ ЗОНА *BIPALLA OAMARUENSIS* (ГЛЕЗЕР, 1979) В РЕГИОНАЛЬНОЙ СТРАТИГРАФИЧЕСКОЙ СХЕМЕ ПАЛЕОГЕНА ЮГА РУССКОЙ ПЛИТЫ

Т. В. Орешкина, Э. П. Радионова

Геологический институт РАН, Москва, oreshkina@gmail.com, eradionova@list.ru

BIPALLA OAMARUENSIS DIATOM ZONE (GLESER, 1979) IN THE REGIONAL STRATIGRAPHIC SCHEME OF THE PALEOGENE OF THE SOUTHERN PART OF THE RUSSIAN PLATE

T. V. Oreshkina, E. P. Radionova

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, oreshkina@gmail.com, eradionova@list.ru

Аннотация. На материале серии опорных разрезов эоцена Русской плиты рассмотрены таксономическое наполнение и стратиграфический объем диатомовой зоны *Bipalla oamaruensis*. Прямая корреляция с зонами по другим группам планктона позволяет отнести отложения сергеевской, тишкинской и касьяновской свит к верхам лютета – низам приабона.

Ключевые слова. Диатомеи, силикофлагеллаты, бартон, юг Русской платформы.

Abstract. The taxonomic content and stratigraphic volume of the *Bipalla oamaruensis* Diatom zone are considered based on a series of Eocene reference sections from the south of the Russian Plate. Direct correlation with zonation for other groups of plankton allows us to attribute the deposits of the Sergeevska, Tishki, and Kasyanovska formations to the upper Lutetian – Lower Priabonian.

Key words. Diatoms, silicoflagellates, Lutetian, Bartonian, Priabonian, south of the Russian plate.

Одним из дискуссионных моментов региональной стратиграфии палеогена южной части Русской плиты является оценка возраста и дробного расчленения интервала биокремнистых отложений, относимых к диатомовой зоне *Bipalla oamaruensis* (Глезер, 1979). Отметим, что в настоящее время для расчленения палеогена юга Русской плиты используются как горизонты Северной Украины (Ахметьев, Беньямовский, 2003), так и подразделения схемы В. П. Семенова (1975) для Воронежской антеклизы. Рассматриваемый интервал соотносится с тишкинской и касьяновской свитами региональной стратиграфической схемы Воронежской антеклизы и с верхней подсвитой киевской свиты и обуховской свитой стратиграфической схемы палеогена Украины (соответственно киевский и обуховский горизонты).

В рамках работ по актуализации региональных стратиграфических схем (Александрова и др., 2020; Яковлева, Александрова, 2021; Орешкина и др., 2021) получены и проанализированы данные по распределению диатомей и силикофлагеллат в серии опорных разрезов на северо-востоке Украины (скв. 230 (Стрелечье), скв. 246 (Старый Салтов)), в Павловско-Кантемировской (скв. 9540 (Рудаевка), скв. 16 (Богучар), разрезы Сергеевка и Кантемировка) и в Преддонецкой (скв. 5/93 (Монастырщина)) структурно-фациальных зонах (СФЗ) Воронежско-Придонецкого субрегиона (рис. 1). Нами был использован доступный спектр биостратиграфических методов – прямая корреляция с другими группам микропланктона, датированные уровни реперных видов диатомей и силикофлагеллат, трангрессивно-регрессивная этапность. Особенности диатомовых комплексов эпиконтинентальных бассейнов – преобладание прибрежных транзитных видов, слабая представительность и нарушение последовательности появления стратиграфически важных реперов от разреза к разрезу, присутствие диатомей с неясной или спорной таксономической принадлежностью, перерывы в целом затрудняют возможность выделения и прослеживания дробных биостратиграфических подразделений. Диатомовые ассоциации этого интервала, отличающиеся высоким таксономическим разнообразием, можно подразделить на несколько неформальных групп. Первая группа, состоящая в основном из транзитных видов с суммарно высокими количественными показателями, представлена таксонами, тяготеющими к краевым участкам бассейна. Это неритические, бентосные и тихопелагические виды, а также представители так называемых родов-спор – *Eupyxidicula*, *Costopyxis*, *Paralia*, *Anuloplicata*, *Radioplicata*, *Actinoptychus*, *Arachnoidiscus*, *Aulacodiscus*, *Pseudopodosira*, *Hyalodiscus*, *Stictodiscus*, *Pseudostictodiscus*, *Skeletonema*, *Pterotheca*, *Omphalotheca*, *Clavícula*, *Eunotogramma*, *Biddulphia*, *Liradiscus*, *Melosira*, *Odontotropis*, *Ktenodiscus*, *Vallodiscus*, *Rhaphoneis*.

Группа стратиграфических реперов с широким географическим ареалом включает *Bipalla oamaruensis* (Grove et Stuart) Gleser, 1992, *Distephanosira architecturalis* (Brun) Gleser, 1992, *Fenneria brachiata* (Brightwell) Witkowski, 2018, *Hemiaulus polycystinorum* Ehrenberg, 1863, *Craspedodiscus oblongus* (Greville) Grunow in Schmidt, 1881, *Brightwellia coronata* (Brightwell) Ralfs in Prichard, 1861, *Brightwellia hyperborea* Grunow in Van Heurck, 1883, *Peponia barbadensis* Greville, 1863, *Mycetacanthus crenatus* (Sheshukova) Strelnikova et Fourtanier, 2002, *Williamriedelia claviger* (Schmidt) Blanco et Wetzel, 2016, *Azpeitia tuberculata* Sims in Fryxell, Sims et Watkins, 1986.

К эндемичным видам эпиконтинентальных бассейнов Северного Перитетиса можно отнести *Coscinodiscus obscurus* var. *concaus* Gleser in Gleser et Sheshukova-Poretskaya, 1969, *Cristodiscus duplex* (Gleser) Gleser et Olshtynskaya, 1994, *Cristodiscus succinctus* (Sheshukova et Gleser) Gleser et Olshtynskaya, 1994, *Eupyxidicula charkoviana* (Jousé) Blanco et Wetzel, 2016. Перечисленные таксоны в целом характеризуют всю зону *Bipalla oamaruensis*, охватывающую тишкинскую и касьяновскую свиты (а в некоторых разрезах и сергеевскую свиту). Незначительные изменения состава комплексов наблюдаются вблизи границы тишкинской и касьяновской свит. В качестве стабильного критерия, позволяющего разделить зону *Bipalla oamaruensis* на две подзоны, можно рассматривать появление силикофлагеллаты *Dictyocha hexacantha* Schulz, 1928, сменяющей близкий по морфологии вид *Dictyocha spinosa* (Deflandre) Gleser, 1970. Среди новых элементов флоры можно отметить *Triceratium unguiculatum* Greville, 1864, *Cosmidiscus breviradiatus* Gleser et Olshtynskaya, 1994, *Eupyxidicula joynsonii* (A. Schmidt) Blanco et Wetzel, 2016, *Mastogloia splendida* (Gregory) Peragallo, 1888, *Coscinodiscus* cf. *eomonoculus* Bukry, 1987, *Peponia* sp.

Нижняя и верхняя границы этой зоны проведены условно и, по-видимому, совпадают с биооной зонального индекс-вида. Мощность отложений, относимых к зоне *Bipalla oamaruensis*, составляет от 10–20 м в кремнистых разностях пород до 30–40 м в разрезах с преобладанием терригенных осадков.

Зона *Bipalla oamaruensis* установлена в тишкинской и касьяновской свитах в большинстве изученных разрезов и отвечает последовательности зон по радиоляриям *Cyrtophormis*

млн. лет	Отдел подотдел		Матрихон	Полярность	Мартин (1971)	Okada et Vekry (1980)	Зона по радиациям	Воронжской вилки	Зона по индонитам	Япония по индонитам (Яковлева, 2017)	Зона по индонитам и спирофитам (Степанов, Акулиничев, 2017)
	Олиг.	Мел.									
34	Олиг.	Мел.	C13		NP21	CP16	CNE21	Не установлена	Не установлены		
35	Верхний	Верхний	C15		NP19	CP15	CNE20				
36	Верхний	Верхний	C16		-20		CNE19				
37	Верхний	Верхний	C17		NP18		CNE18				
38	Верхний	Верхний	C17		NP17		CNE17				
39	Верхний	Верхний	C17				CNE16				
40	Верхний	Верхний	C18				CNE15				
41	Верхний	Верхний	C18		NP16		CNE14				
42	Верхний	Верхний	C19				CNE13				
43	Верхний	Верхний	C20				CNE12				
44	Верхний	Верхний	C20		NP15		CNE11				
45	Верхний	Верхний	C20				CNE10				
46	Верхний	Верхний	C21				CNE9				
47	Верхний	Верхний	C21		NP14		CNE8				
48	Верхний	Верхний	C21				CNE7				
49	Верхний	Верхний	C22				CNE6				
50	Верхний	Верхний	C22		NP13		CNE5				
51	Верхний	Верхний	C23				CNE4				
52	Верхний	Верхний	C23		NP12		CNE3				
53	Верхний	Верхний	C23				CNE2				
54	Верхний	Верхний	C24		NP10		CNE1				
55	Верхний	Верхний	C24				CNE1				
56	Верхний	Верхний	C24		NP9		CNE1				
57	Верхний	Верхний	C24				CNE1				
58	Верхний	Верхний	C25		NP8		CNE1				

Северо-восточная Украина
Скв. 230 (Стрельчье)
(Радионова и др., 1994; Iakovleva, 2015)

Павловско-Кантемировская СФЗ

Разрез Кантемировка
(Козлова, 1999; Khokhlova et al., 1999; Бугрова и др., 2016; Мусатов, 2020)

Предонская СФЗ

Скв. 5/93 (Монастырщина)
(Khokhlova et al., 1999; Орешкина и др., 2021)

Воронжско-Придонецкий субрегион

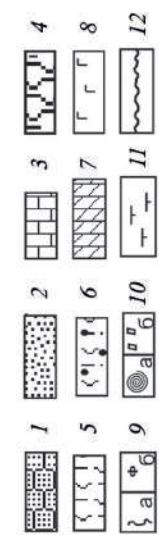
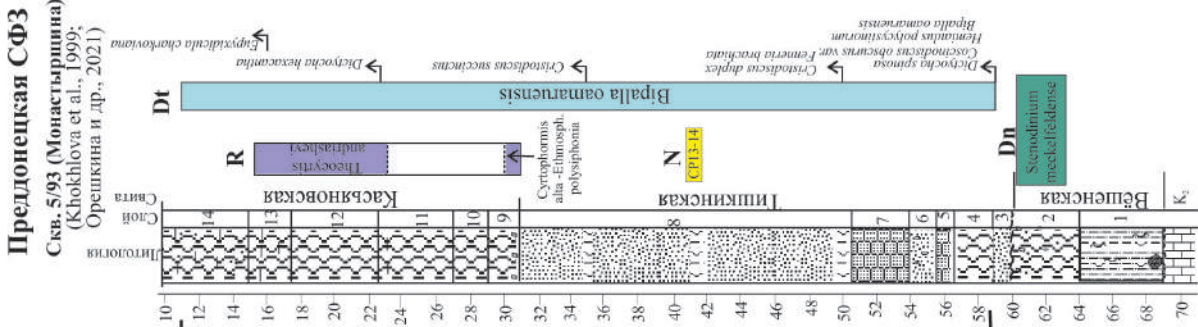
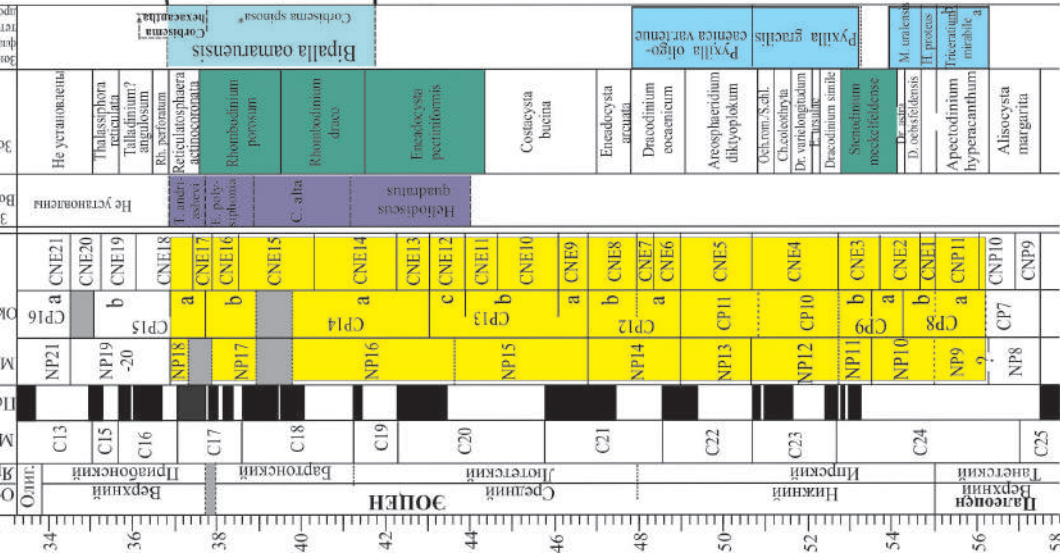
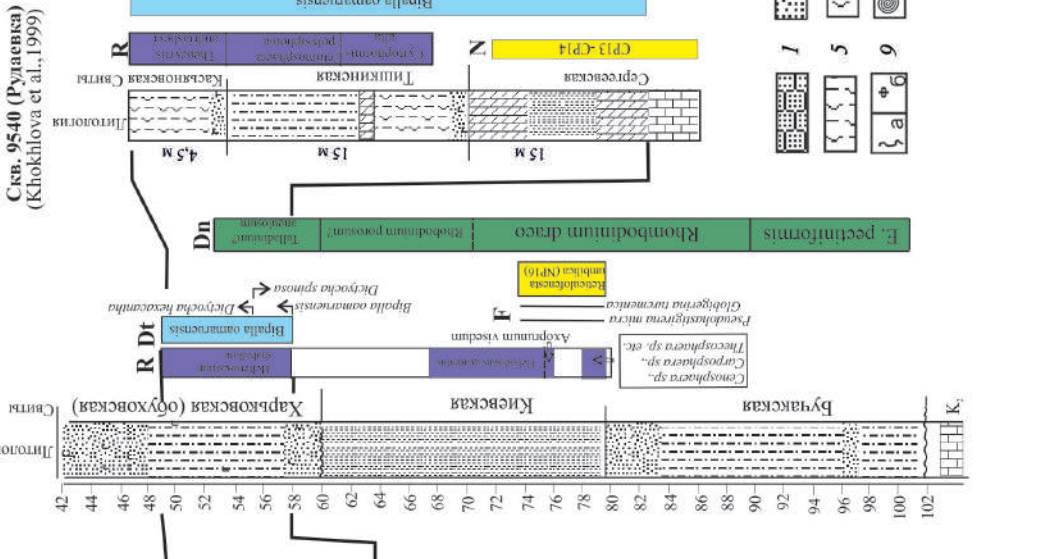


Рис. 1. Корреляция диатомовой зоны *Vipalla oamaruensis* в опорных разрезах юга Русской плиты и уровни появления реперных видов диатомовых водорослей и силикофлагеллат (отмечены *)

Зоны по диноцистам (Dn): Rh. – Rhombodinium, Och.rom./S.chl. – Ochetodinium romanum/Samlandia chamydophora, E. – Eatonicysta, Ch. – Charlesdownea, Dr. – Dracodinium, D. – Deflandrea, A. – Axioidinium; зоны по радиоляриям (R): T. – Theocyrtis, C. – Cyrtophormis; зоны по диатомеям (Dt): M. – Moisseevia, H. – Hemiaulus; зоны по нанопланктону (N); зоны по фораминиферам (F): A. – Acarinina; F. – планктонные фораминиферы; свиты: кант. – кантемировская, серг. – сергеевская.

1 – песчаники, кварциты; 2 – пески; 3 – известняки; 4 – опоки, кремнистые алевролиты; 5 – опокovidные глины; 6 – песчаные опоки; 7 – мергели; 8 – гаукониты; 9 – ходы илоедов (а), фосфориты (б); 10 – ходы илоедов (а), брекчированность пород (б); 11 – карбонатные глины; 12 – перерывы

alta – *Etmospaera polysiphonia* – *Theocyrtis andriashevi* бартона – низов приабона. Исключение составляют скв. 9540 (Рудаевка) и разрез Сергеевка, где комплекс диатомей с *Vipalla oamaruensis* обнаружен в карбонатных отложениях сергеевской свиты. По имеющимся данным, сергеевская свита сопоставляется с зоной CP14a по шкале (Okada, Bukry, 1980) и CNE12–CNE13 по шкале (Agnini et al., 2014), отвечающим верхней части лютета. Учитывая эти данные, можно предположить, что нижняя граница зоны *Vipalla oamaruensis* диахронна и в отдельных случаях опускается в лютет.

Верхняя часть зоны *Vipalla oamaruensis*, маркером которой является появление силикофлагеллаты *Dictyocha hexacantha*, приходится на касьяновскую свиту и отвечает зоне *Theocyrtis andriashevi* по радиоляриям. Совместные находки в районе Волгограда (Саркисова, 2012) смешанного комплекса радиолярий зоны *Etmospaera polysiphonia* и слоев с *Theocyrtis andriashevi* с планктонными фораминиферами зоны *Globigerinatheca tropicalis* предполагает раннеприабонский возраст касьяновской свиты. В пользу этого говорят данные по скв. 230 (Стрелечья) северо-восточной Украины (Орешкина, Яковлева, 2007; Iakovleva, 2015) по диноцистам из харьковской (обуховской свиты) – аналога касьяновской свиты с присутствием *Rhombodinium longimanum*, известного из приабона Западной Европы. По данным В. А. Мусатова (2020), для разреза Кантемировка состав и сохранность комплексов нанопланктона из касьяновской свиты не позволяют определить их зональную принадлежность точнее, чем CNE15?–CNE20?, т. е. бартоном – низами приабона.

В настоящее время нижнюю границу приабона (GSSP) предлагается проводить в подошве слоя туфа в разрезе Алано в Северной Италии с датировкой 37,7 млн лет, полученной по комплексу циклостратиграфических, радиоизотопных и биостратиграфических данных (Agnini et al., 2021). Если рассматривать уровень появления силикофлагеллаты *Dictyocha hexacantha* в качестве потенциального маркера границы бартона–приабона в эпиконтинентальных

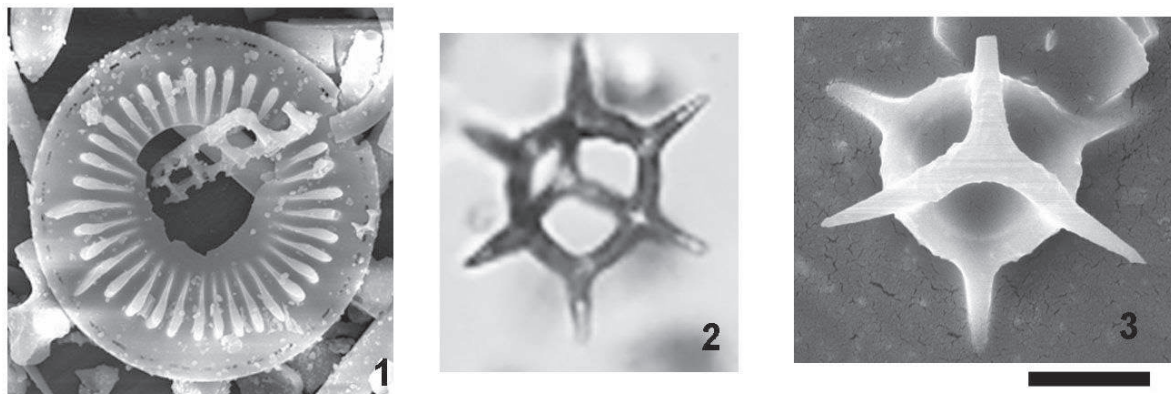


Рис. 2. Зональные индекс-виды силикофлагеллат среднего эоцена:

1 – *Vipalla oamaruensis* (Grove et Stuart) Gleser, 1992; 2 – *Dictyocha hexacantha* Schulz, 1928; 3 – *Dictyocha spinosa* (Deflandrea) Gleser, 1970. Масштабная линейка для всех фигур равна 20 мкм

разрезах, то получается, что уровень появления этого вида здесь значительно моложе, чем в океанических отложениях с датировкой 43,6 млн лет (Barron et al., 2015).

Полученные данные демонстрируют сложную картину стратиграфического распределения диатомовых комплексов зоны *Vipalla oamaguensis*, отражающую условия краевой части морского эпиконтинентального бассейна, и, несомненно, нуждаются в прослеживании этого интервала биогенного кремненакопления в соседних районах нижнего Поволжья и Прикаспия.

Материалы подготовлены в рамках госзадания Геологического института РАН.

Литература

Александрова Г. Н., Орешкина Т. В., Яковлева А. И. Актуализация региональной стратиграфической схемы палеогена юга Русской плиты: проблемы и пути решения // *Материалы конференции «Проблемы региональной геологии Северной Евразии»*. – М. : МГРИ-РГГРУ, 2020. – С. 3–5.

Ахметьев М. А., Беньямовский В. Н. Стратиграфическая схема морского палеогена юга Европейской России // *Бюлл. МОИП. Отдел геологический*. – 2003. – Вып. 5. – С. 40–51.

Бугрова Э. М., Беньямовский В. Н., Табачникова И. П. и др. Опорный разрез Кантемировка палеогена Воронежского региона // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. – 2016. – Т. 24. – № 6. – С. 78–100.

Глезер З. И. Зональное расчленение палеогеновых отложений по диатомовым водорослям // *Советская геология*. – 1979. – № 11. – С. 19–30.

Козлова Г. Э. Практическое руководство по микрофауне России. Т. 9. Радиолярии палеогена бореальной области России. – СПб. : ФГУП ВНИГРИ, 1999. – 312 с.

Мусатов В. А. Лютет или бартон? Возраст сергеевской свиты по наннопланктону в опорном разрезе «Кантемировка» Воронежской антеклизы и корреляция с сопредельными регионами // *Недра Поволжья и Прикаспия*. – 2020. – Вып. 98. – С. 4–26.

Орешкина Т. В., Александрова Г. Н. Палеонтологическая характеристика палеоцена – нижнего эоцена Ульяновско-Сызранской структурно-фациальной зоны Поволжско-Прикаспийского субрегиона // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. – 2017. – Т. 25. – № 3. – С. 73–98.

Орешкина Т. В., Яковлева А. И. Новые данные по палеонтологической характеристике отложений киевской и обуховской свит северного борта Днепровско-Донецкой впадины (скв. 230, пос. Стрелечье) / *Відп. ред. П. Ф. Гожик // Палентологічні дослідження в Україні*. – Київ : Нора-прінт, 2007. – С. 233–237

Орешкина Т. В., Яковлева А. И., Александрова Г. Н. Силикофоссилии и диноцисты из терригенно-кремнистых отложений нижнего палеогена юга Русской плиты и их значение для обоснования возраста // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. – 2021. – Т. 29. – № 3. – С. 45–71.

Радионова Э. П., Орешкина Т. В., Хохлова И. Е. и др. Эоценовые отложения северо-восточного борта Днепровско-Донецкой впадины (зональная стратиграфия и циклический анализ) // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. – 1994. – Т. 2. – № 6. – С. 85–102.

Семенов В. П. Воронежская антеклиза // *Стратиграфия СССР. Палеогеновая система* / ред. В. А. Гроссгейм, И. А. Коробков. – М. : Недра, 1975. – С. 183–191.

Саркисова Е. В. Новые данные об эоценовых радиоляриях Северо-Кавказской-Мангышлакской нефтегазоносной провинции // *Нефтегазовая геология. Теория и практика*. – 2012. – Т. 7. – № 1. – С. 1–28. – DOI: http://www.ngtp.ru/rub/2/3_2012.pdf

Яковлева А. И. Детализация эоценовой диноцистовой шкалы для восточного Перитетиса // *Бюлл. МОИП. Отдел геологический*. – 2017. – Т. 92. – Вып. 2. – С. 32–48.

Яковлева А. И., Александрова Г. Н. Палеоген Преддонецкой моноклинали и его палинологическая характеристика // *Стратиграфия. Геологическая корреляция*. – 2021. – Т. 29. – № 1. – С. 59–98.

Agnini C., Fornaciari E., Raffi I. et al. Biozonation and biochronology of Paleogene calcareous nannofossils from low and middle latitudes // *Newslett. Stratigr.* – 2014. – Vol. 47. – Pp. 131–181.

Agnini C., Backman J., Boscolo-Galazzo F. et al. Proposal for the Global Boundary Stratotype Section and Point (GSSP) for the Priabonian Stage (Eocene) at the Alano section (Italy) // *Episodes*. – 2021. – Vol. 44. – No. 2. – Pp. 151–173.

Barron J. A., Stickley C. E., Bukry D. Paleoceanographic, and paleoclimatic constraints on the global Eocene diatom and silicoflagellate record // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – 2015. – No. 422. – Pp. 85–100.

Iakovleva A. I. Middle-late Eocene dinoflagellate cysts from NE Ukraine (Borehole No. 230, Dnepr-Donets Depression): stratigraphic and paleoenvironmental approach // *Acta Palaeobot.* – 2015. – Vol. 55. – No. 1. – Pp. 19–51.

Khokhlova I. E., Radionova E. P., Beniamovskii V. N. et al. Eocene stratigraphy of key sections of the Dnieper-Donets Depression based on calcareous and siliceous microplankton // *Geodiversitas*. – 1999. – Vol. 21. – No. 3. – Pp. 453–476.

Martini E. Standard Tertiary and Quaternary calcareous nannoplankton zonation // *Proc. Second Planktonic Conf.*, Roma, 1970. Edizioni Tecnoscienza. – 1971. – Vol. 2. – Pp. 739–785.

Okada H., Bukry D. Supplementary modification and introduction of code numbers to the low-coccolith biostratigraphic zonation (Bukry, 1973, 1975) // *Mar. Micropaleontol.* – 1980. – Vol. 5. – No. 3. – Pp. 321–325.

НЕМОРСКИЕ ДИАТОМИТЫ В ВЕРХНЕМ МЭОТИСЕ РАЗРЕЗА ЖЕЛЕЗНЫЙ РОГ (ТАМАНСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

Э. П. Радионова¹, С. А. Полянская²

¹ Геологический институт РАН, Москва, eradionova@list.ru

² Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва, brisker03@mail.ru

NON-MARINE DIATOMITES IN THE UPPER MEOTIAN OF THE ZHELEZNY ROG SECTION (TAMAN PENINSULA)

E. P. Radionova¹, S. A. Polyanskaya²

¹ Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, eradionova@list.ru

² Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, brisker@mail.ru

Аннотация. Изучена ассоциация диатомей из низов верхнего мэотиса опорного разреза Железный Рог. Она представлена солоновато- и пресноводными видами, многие из которых выявлены в регионе впервые. Прослежена динамика изменения ассоциации в верхнем мэотисе. Описаны виды-маркеры, благодаря которым отложения можно коррелировать с понтом Болгарии и верхним панноном Венгрии.

Ключевые слова. Таманский полуостров, мэотис, солоноватоводные, пресноводные диатомеи, экологические маркеры.

Abstract. The association of diatoms from the lower part of the Upper Meotian of the Zhelezny Rog section was studied. It is represented by brackish and freshwater species, many of which have been identified in the region for the first time. Changes of the association dynamics in the Upper Meotian is traced. Marker species are described, thanks to which deposits can be correlated with the Pontian of Bulgaria and the Upper Pannonian of Hungary.

Key words. Taman peninsula, Maeotian, brackish and freshwater species, ecological markers.

В разрезе Железный Рог, Таманский полуостров, непрерывный разрез миоценовых отложений представлен преимущественно в морских фациях. Однако базальная толща верхнего мэотиса мощностью до 20 м сложена однородными глинистыми диатомитами, содержащими солоновато- и пресноводные диатомеи. Нами она выделена как слои с *Coscinodiscus jambori* в составе местной зоны *Cymatosira savtchenkoii* (рис. 1).

В низах толщи еще сохраняется часть видов нижележащей морской ассоциации. Однако наряду с морскими видами *Cymatosira savtchenkoii* Proshkina-Lavrenko, 1960, *Thalassiosira decipiens* (Grunow) Jordensen, 1905, *Th. eccentrica* (Ehr.) Cleve, 1904, *Paralia sulcata* (Ehr.) Cleve, 1873, *Coscinodiscus radiatus* Ehrenberg, 1840, *C. apiculatus* Ehrenberg, 1844, характерных для зоны *Cymatosira savtchenkoii*, появляются многочисленные солоновато- и пресноводные виды. Наиболее частым является *Coscinodiscus jambori* Hajós, 1971, описанный как реперный вид верхнего паннона Венгрии (Hajós, 1986). В разрезе Железный Рог вид появляется с основания описываемой толщи, в нижней половине толщи его численность возрастает до 40 % от общего числа планктонных видов, выше он полностью исчезает.

Единично встречены представители пресноводных планктонных родов, условно отнесенных к родам *Mesodictyopsis* Khursevich, Iwashita, Kociolek et Fedenya, 2004, *Tertiariopsis* Khursevich et Kociolek, 2002 (рис. 2, фиг. 5–7), *Mesodyction* Teriot et Bradbery, 1987. Для точной диагностики требуется дополнительное изучение деталей строения этих родов в электронном микроскопе. Только из нижней части толщи определена *Discostella stelligera* (Cleve et Grunow) Houk et Klee, 2004, (рис. 2, фиг. 4); *Cyclotella* – *C. caspia* Grunow, 1878, *C. kutzingiana* Thwaites, 1848. В средних слоях присутствует *Pliocaenicus costatus* (Brun) Crawford, 1988 (рис. 2, фиг. 8, 9).

Значительную роль в составе диатомей играет *Ellerbekia arenaria* var. *teres* (Brun) Crawford, 1888, описанный из паннонских отложений Венгрии (Hajós, 1986). Он появляется в нижней части толщи, его численность вверх по разрезу постепенно возрастает. В верхней части толщи из планктонных родов его сопровождают только *Cyclotella*. Чаще всего это – *C. iris* Brun et Heribaud, 1893 (рис. 2, фиг. 3) с варьетами, реже встречаются *C. distinguenda* Hustedt, 1927, *C. radiosa* (Grunow) Lemmerman, 1900.

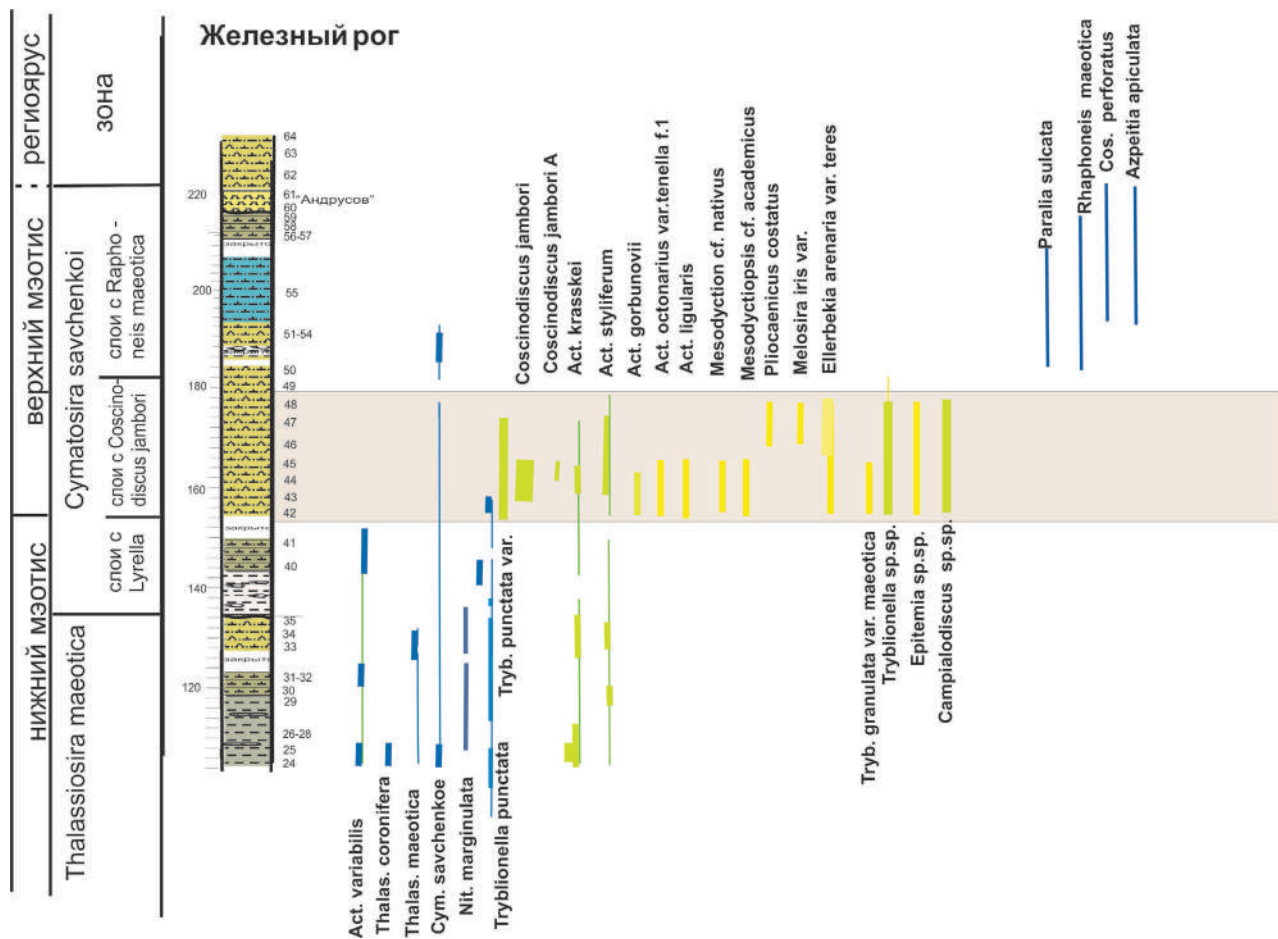


Рис. 1. Распределение диатомей в слоях с *Coscinodiscus jambori* мэотических отложений разреза Железный Рог

Состав бентоса снизу вверх в пределах толщи не меняется. Однако в низах толщи более многочисленны *Tryblionella*: *T. punctata* W. Smith, 1853, *T. compressa* (Bailey) Poulin, 2020, *T. levidensis* (Smith) Van Heurk, 1964, *T. granulata* (Grunow) Mann, 1990, *Epithemia turgida* (Ehr.) Kutzung, 1844, *Diploneis ovalis* (Hilse) Cleve, 1891, *D. elliptica* (Kutzung) Cleve, 1894, *Cocconeis pediculus* Ehrenberg, 1838, *Hantzschia crassa* Pantocsek, 1902. В верхней части в бентосе заметную роль играют крупные виды *Campylodiscus* (рис. 3, фиг. 5, 6), *Surirella*, *Stauroneis*, *Actinoptychus*, *Cumatopleura* и нитевидные колонии *Pseudopodosira* и *Melosira*.

В нижней части рассматриваемой толщи среди планктона преобладают солоноватоводные виды, из которых *C. jambori* является явным доминантом. Диагноз этого своеобразного вида уточнен ниже:

Coscinodiscus jambori Hajós, 1971 (рис. 2, фиг. 10–13)

Панцирь низкоцилиндрический. Створки плоские, диаметром 27–55 мкм. Загиб створки крутой и низкий. На загибе створки виден круговой ряд отверстий простых лабиатных выростов (рис. 2, фиг. 11). Ареолы округлые до овальных, в более или менее отчетливых радиальных рядах, с укороченными рядами в краевой части створки. Ареолы более крупные в центре, 6–7 ареол в 10 мкм, к краю уменьшаются до 10–12 ореол в 10 мкм. В центре створки часто находится одна крупная пора, окруженная 3–5 более мелкими порами (рис. 2, фиг. 12). По краю створки на внешней части располагаются 1–2 ряда шипиков, также имеется несколько макровыростов 1–2 мкм длиной. Овальные выходы лабиатных выростов образуют кольцо по краю внутренней стороны створки (рис. 2, фиг. 10). Велум находится на внутренней части панциря, его пронизывают очень мелкие крибральные поры (рис. 2, фиг. 10, 13). В образцах были обнаружены две формы *C. jambori*: форма А с более крупными ареолами и одним рядом

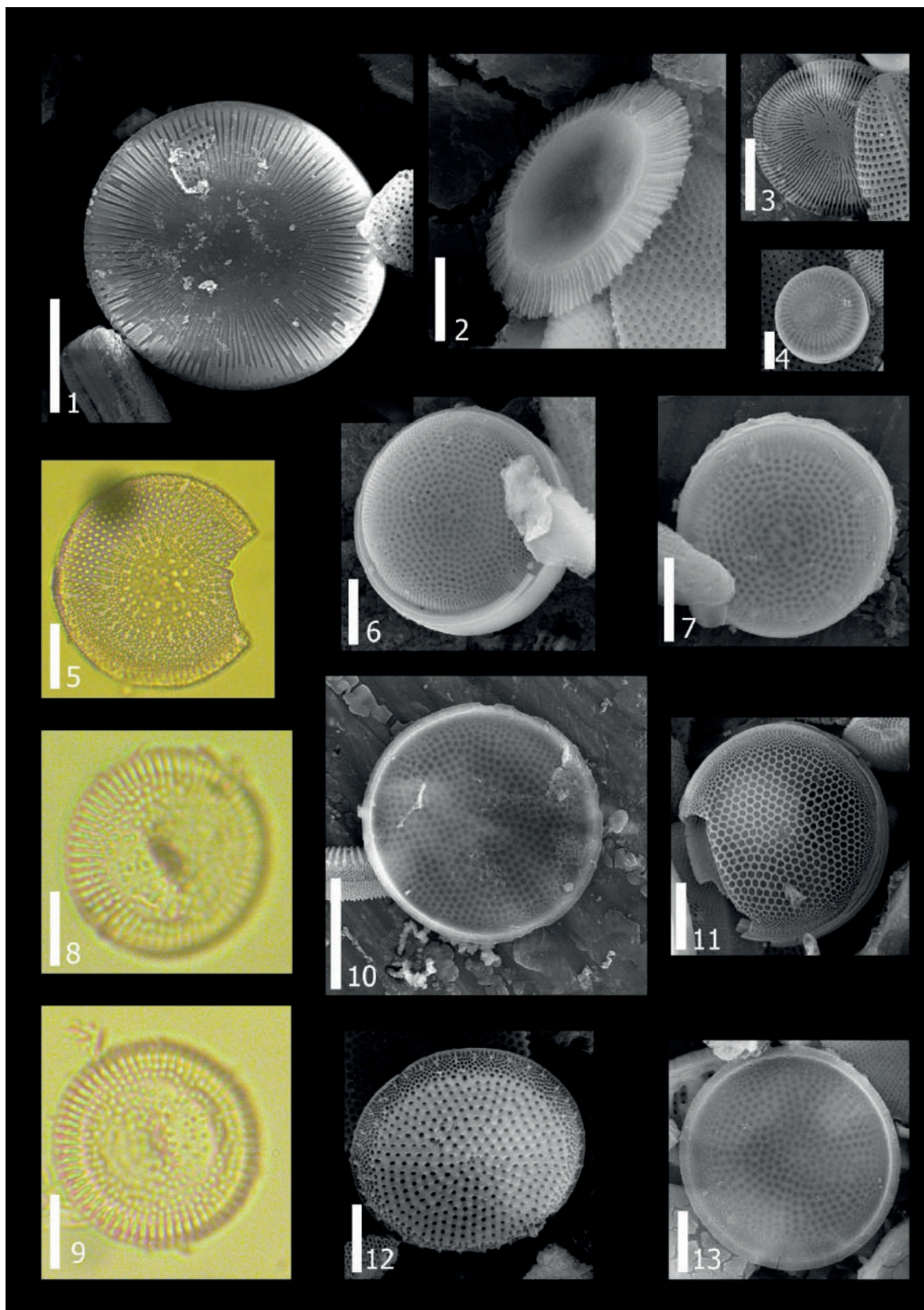


Рис. 2. Характерные виды диатомей из неморского мзотиса разреза Железный Рог:

1, 2 – *Ellerbeckia arenaria* var. *teres* (Brun) Crawford, 1988; 3 – *Cyclotella iris* Brun et Héribaud, 1893; 4 – *Discostella stelligera* (Cleve et Grunow) Houk et Klee, 2004; 5–7 – *Tertiariopsis imperseptus* Khursevich, Fedenya et Kociolek, 2002; 8, 9 – *Pliocaenicus costatus* (Loginova, Lupikina et Khursevich) Flower, Ozornina et Kuzmina, 1988; 10–13 – *Coscinodiscus jambori* Hajós, 1971: 10, 13 – внутренняя поверхность створки; 11 – внешняя поверхность створки, форма А; 12 – внешняя поверхность и загиб створки, форма Б.

Масштабная линейка фиг. 1, 10 – 20 мкм, фиг. 2, 3, 5–9, 11–13 – 10 мкм, фиг. 4 – 5 мкм

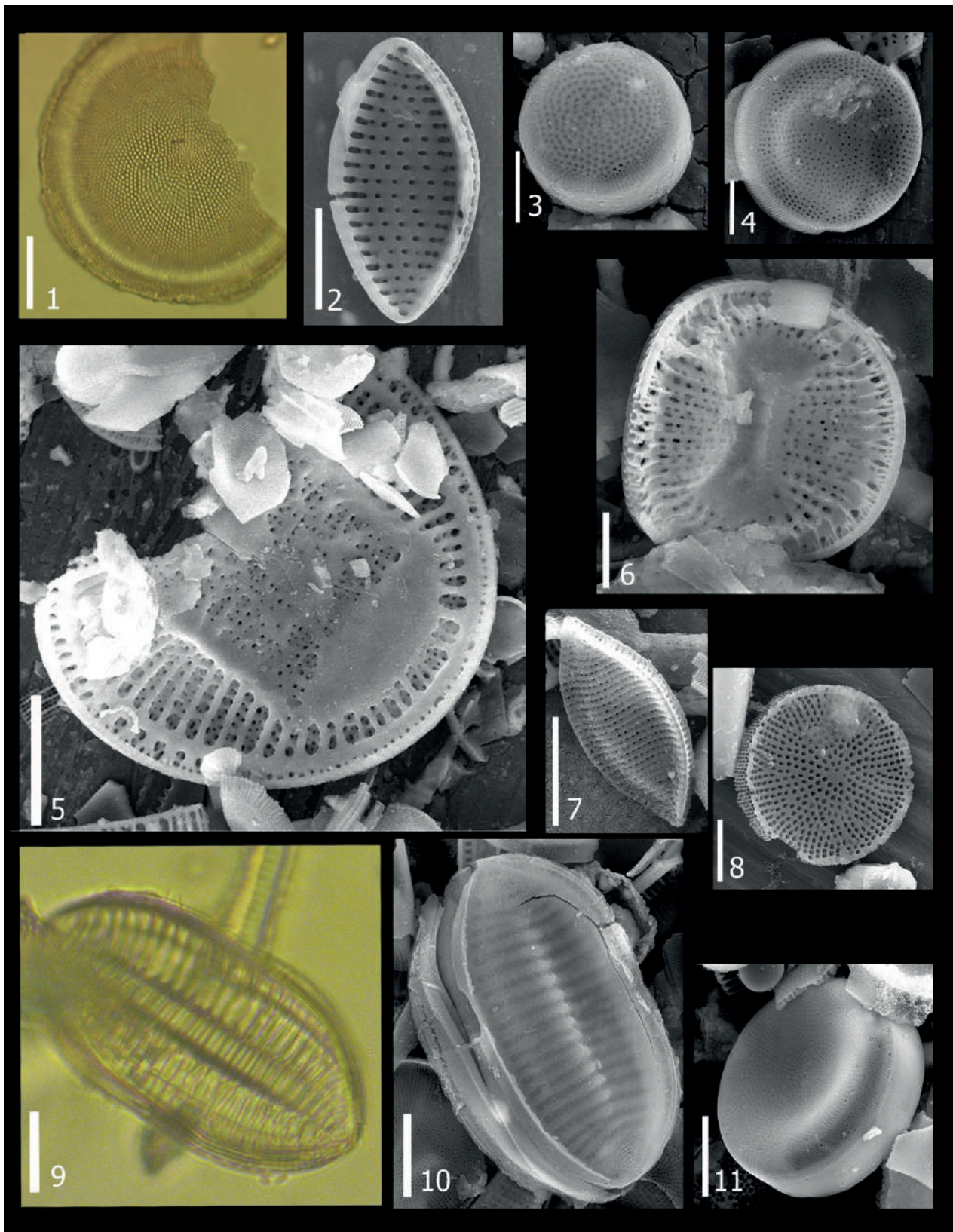


Рис. 3. Характерные виды диатомей из неморского мзотиса разреза Железный Рог:

1 – *Actinocyclus determinatus* Khursevich et Fedenya, 2006; 2 – *Tryblionella granulata* (Grunow) D. G. Mann, 1990; 3 – *Tertiariopsis imperseptus* Khursevich, Fedenya et Kociolek, 2002; 4 – *Actinocyclus ligularis* Khursevich et Lupikina, 2002; 5 – *Campylodiscus daemelianus* Grunow, 1862; 6 – *Campylodiscus clypeus* Tynni, 1986; 7 – *Tryblionella compressa* (Bailey) Poulin, 2020; 8 – *Actinocyclus styliferum* Khursevich et Fedenya, 2006; 9 – *Tryblionella levidensis* W. Smith, 1856; 10 – *Tryblionella punctata* W. Smith, 1853; 11 – *Actinocyclus krasskei* (Krasske) Bradbury et Krebs, 1995.
 Масштабная линейка фиг. 1, 6, 7, 9–11 – 20 мкм, фиг. 2–4, 8 – 10 мкм, фиг. 5 – 50 мкм

шипиков по краю створки (рис. 2, фиг. 11) и форма Б с более мелкими ареолами и двумя рядами шипиков по краю створки (рис. 2, фиг. 12).

Второй группой экологических маркеров являются характерные пресноводные *Actinocyclus*, типичный вид – *Actinocyclus krasskei* (Krasske) Bradbury et Krebs, 1995 (рис. 3, фиг. 11). Это крупные формы с волнистой поверхностью панциря, высоким загибом и гиалиновыми узкими полосками, идущими от поверхности створки к отверстию лабиатного выроста на загибе, ложный узелок мало заметен или может отсутствовать. Эти особенности сближают группу пресноводных *Actinocyclus* с морским родом *Cestodiscus*. По-видимому, изначально представители этой группы были морскими, но приспособились к опреснению. Также характерны солоноватоводно-морские виды – *Actinocyclus octonarius var. tenella* (Brebisson) Hendeley, 1954, *A. variabilis* (Makarova) Makarova, 1985 и пресноводные *A. ligularis* Khursevich et Loginova, 1986 (рис. 3, фиг. 4), *A. determinatus* Khursevich et Fedenya, 2006 (рис. 3, фиг. 1), *A. styliferum* Khursevich et Fedenya, 2006 (рис. 3, фиг. 8). Два последних вида были установлены из верхнемиоценовых отложений оз. Байкал (Хурсевич, Феденя, 2006).

Характерным маркером толщи также является *Ellerbeckia arenaria var. teres* (Brun) Crawford, 1988 (рис. 2, фиг. 1, 2). Панцирь имеет высокий загиб с многочисленными рядами поровых каналов. Створки панциря слабо вогнутые. По краю створки расположены соединительные шипы. Центральное поле небольшое, ребра длинные – от 1/3 до более 2/3 радиуса створки, 4–6 ребер в 10 мкм (рис. 2, фиг. 1).

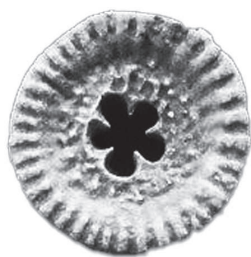
Благодаря установленным экологическим маркерам отложения можно коррелировать с понтотом Болгарии (Ognjanova-Rumenova, 1991) и верхним панноном Венгрии (Hajós, 1986). Так, *Coscinodiscus jambogi* становится явным доминантом в верхнепаннонских отложениях Венгрии, составляя до 50 % планктонной ассоциации. В верхней части венгерского паннона явно доминирует *Ellerbeckia arenaria*. Ту же смену доминантов мы наблюдаем в толще диатомитов Железного Рога: в верхних слоях численность *Ellerbeckia arenaria* возрастает до 20 %. Одинаковая направленность смены видов-маркеров предполагает существование единого опресненного бассейна от Венгрии через Болгарию, доходящего до Таманского региона и отшнурованного от Паратетиса.

Работа завершена при поддержке гранта РФФ 22-17-00047.

Литература

- Хурсевич Г. К., Феденя С. А. Морфология новых пресноводных видов *Actinocyclus* (Bacillariophyta) из донных отложений озера Байкал, Сибирь // Альгология. – 2006. – Т. 16. – № 3. – С. 384–394.
- Hajós M. Diatomées du Pannonien inférieur provenant du bassin Neogène de Csákvár, Acta Botanica Academiae Scientiarum Hungaricae. – 1971. – Т. 17 (1–2). – Pp. 59–82.
- Hajós M. Diatomeen des Pannonien in Ungarn // Chronostratigraphie und Neostratotypen Miosän M6. Pannonian. Akademia Kiado. – Budapest, 1986. – Pp. 534–585.
- Ognjanova-Rumenova N. G. Diatoms in Neogene sediments from the Sofia valley and their stratigraphic significance // Ph. D. Thesis, Geological Institute of the Bulgarian Academy of Sciences. – Sofia, 1991. – 305 p.

ДРУГИЕ ГРУППЫ МИКРОФОССИЛИЙ



ЗНАЧЕНИЕ СТЕБЛЕВЫХ ФРАГМЕНТОВ КРИНОИДЕЙ И БЛАСТОЗОЙНЫХ ИГЛОКОЖИХ ДЛЯ БИОСТРАТИГРАФИИ ПАЛЕОЗОЯ

Г. А. Анекеева, С. В. Рожнов

Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва, anekeeva@paleo.ru, rozhnov@paleo.ru

THE IMPORTANCE OF CRINOID AND BLASTOID STEM FRAGMENTS IN PALEOZOIC BIOSTRATIGRAPHY

G. A. Anekeeva, S. V. Rozhnov

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, anekeeva@paleo.ru, rozhnov@paleo.ru

Аннотация. Статья посвящена значению разрозненных скелетных элементов – фрагментов стеблей и отдельных члеников – стебельчатых иглокожих, прежде всего криноидей, для биостратиграфии палеозойских отложений; затрагивает историю разработки теоретической основы их использования и вопросы практического применения.

Ключевые слова. Echinodermata, Crinoidea, Blastoidea, палеозой, колумналы.

Abstract. Shown significance of isolated skeletal elements – stem fragments and individual columnals – of the stemmed echinoderms, mainly crinoids, for the Paleozoic biostratigraphy; address development history of the theoretical basis for their use and issues of practical application.

Key words. Echinodermata, Crinoidea, Blastoidea, Paleozoic, columnals.

Стеблевые остатки морских лилий являются широко распространенными и массовыми, иногда пороодообразующими палеонтологическими объектами. Они встречаются как в карбонатных, так и в терригенных нормально-морских отложениях, в том числе «немых» или слабо охарактеризованных другими ископаемыми, что придает этим остаткам особенно важное значение. Многие членики палеозойских криноидей имеют небольшие размеры (0,2–4 мм в диаметре), из-за чего их извлечение из вмещающих пород и дальнейшее изучение наиболее эффективно производить микропалеонтологическими методами, включающими в себя промывку рыхлых пород на ситах, химическое препарирование с использованием кислот и других реактивов, изготовление шлифов и пришлифовок, съемку под оптическим и сканирующим электронным микроскопом. В то же время находки некоторых характерных форм, особенно относительно крупных (рис. 1, 2), позволяют проводить первичное определение возраста пород непосредственно при полевых работах.

Поскольку разрозненные скелетные элементы встречаются в ископаемом состоянии гораздо чаще чашечек и крон, по которым описываются естественные таксоны криноидей, для их успешного использования в геологической практике была необходима разработка отдельной искусственной системы. Хотя описания определенных морфотипов члеников и попытки их использования в региональной стратиграфии известны и ранее, первая всеобъемлющая классификация была разработана в 30-е годы прошлого века (Moore, 1938) и предлагала деление известных морфотипов на четыре собирательные группы родового ранга, основанное на сочетаниях формы сечения стебля и формы осевого канала, все же прочие морфологические признаки рассматривались как видовые. Практическое применение разработки Мура нашли при описании каменноугольных и пермских криноидей Северной Америки.

Другой подход, предложенный позднее (Вялов, 1953а, 1953б), заключался в выделении стеблевых фрагментов в отдельный искусственный класс, который, в свою очередь, делился на подклассы по наличию или отсутствию боковых каналов помимо основного осевого канала, а далее на отряды по симметричности/асимметричности положения канала и по количеству дополнительных каналов соответственно. В качестве признаков уровня семейства рассматривались характерные особенности сочленовных поверхностей: рода – однотипность или неоднотипность члеников в стебле и скульптура боковой поверхности, вида – относительная высота члеников и детали строения сочленовных поверхностей. Практического применения эта классификация, однако, не получила.

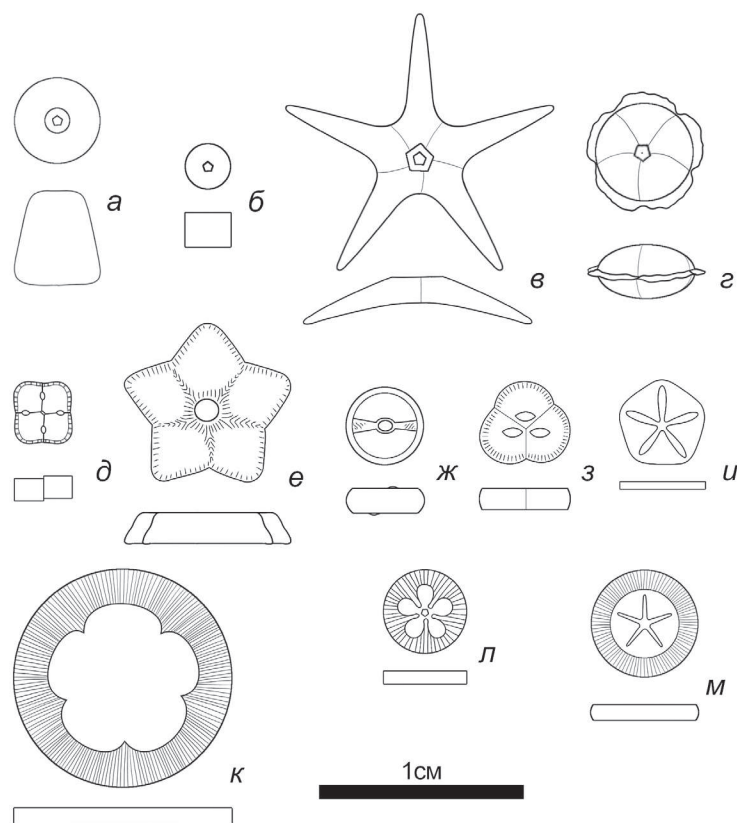


Рис. 1. Формы стеблевых члеников (вид сверху и вид сбоку) эокриноидей (а, б) и криноидей, характерные для отложений:

Кембрия: а – Ирана; б – Сибирской платформы. Ордовика: в–ж – Восточно-Европейской платформы: в – *Asterocrinus* Münster, 1838 (также Урала); з – *Streptoocrinus* Rozhnov, 2020 (также Урала); д – *Tetragonocrinus* Yeltyschewa, 1964; е – *Baltocrinus* Stukalina, 1979; ж – *Ristnacrinus* Örik, 1934. Силура: з – *Myelodactylus* Hall, 1852 (Сибирской платформы); и – *Bystrowicrinus* Yeltyschewa, 1963 (Урала, Сибирской платформы, Таймыра, Тянь-Шаня); к – *Crotalocrinites* Austin et Austin, 1843 (Урала, Сибирской платформы, Таймыра, Северной Земли, Казахстан); л – *Anthinocrinus* Yeltyscheva et Sisova, 1961 (Казахстана). Пограничных слоев силура и девона: м – *Scyphocrinites* Zenker, 1833 (Восточно-Европейской платформы, Казахстана)

Следующий вариант классификации (Елтышева, 1956) развивал идею Мура о соотношении форм сечений стебля и осевого канала как признак родового ранга и расширял количество родов до 36, включая не только уже обнаруженные морфотипы, но и все возможные комбинации из треугольного, четырехугольного, пятиугольного, шестиугольного, округлого и эллиптического сечений. Прочие морфологические признаки относились к категории видовых. Эта классификация получила широкое практическое применение при систематизации обширного ископаемого материала из палеозойских отложений и дала возможность обоснования по членкам местных и региональных стратиграфических подразделений.

В дальнейшем возникла необходимость более детального подразделения на родовом уровне, и начиная с 60-х годов прошлого века в диагнозах родовых групп стали использоваться характерные особенности формы члеников и их сочленовных фасеток. В то же время Г. А. Стукалиной (Стукалина, 1966) было введено применение к стеблям палеозойских криноидей метода морфофункционального анализа, позволившего выявить соподчиненность морфологических признаков и начать создание классификации, более приближенной к естественной – учитывающей закономерности морфологической эволюции стеблей (такие как уменьшение диаметра осевого канала, слияние пентамеров и развитие лигаментных полей, уменьшение или увеличение высоты члеников в рамках адаптации к выполнению определенных функций) и филогенетические связи таксонов, что привело к еще большему увеличению стратиграфического значения этой группы ископаемых (Стукалина, 2000).

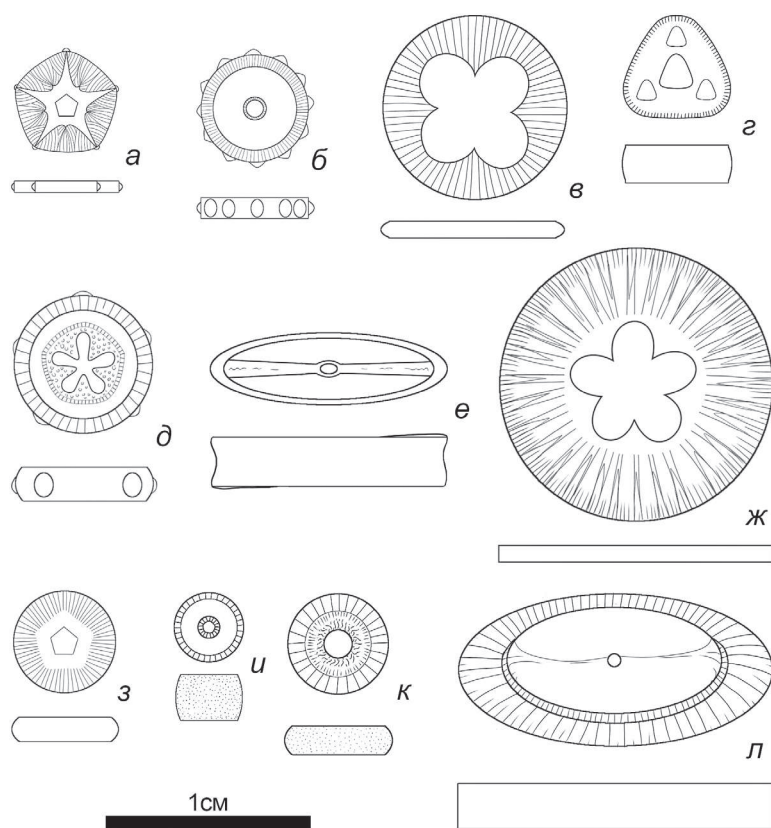


Рис. 2. Формы стеблевых члеников (вид сверху и вид сбоку) криноидей, характерные для отложений:

Девона: *a* – *Decacrinus* Yeltyschewa, 1957 (Казахстана); *б* – *Hexacrinites* Austin, 1843 (Салаира, Алтай, Казахстана); *в* и *г* – *Cupressocrinites* Goldfuss, 1831 (Урала и Южного Тянь-Шаня). Карбона: *д* – *Floricyclus* Moore et Jeffords, 1968 (Казахстана); *е* – *Platycrinites* Miller, 1821 (Забайкалья, Алтай, Монголии); *ж* – *Synerocrinus* Jaekel, 1897 (Восточно-Европейской платформы); *з* – *Moscovicrinus* Jaekel, 1918 (Восточно-Европейской платформы). Перми: *и* – *Kojvicrinus* Vanin, 1980 (Урала); *к* – *Pinegicrinus* Vanin, 1980 (Восточно-Европейской платформы); *л* – *Neosamptocrinus* Willink, 1980 (Монголии, Забайкалья, Верхояно-Охотской и Колымо-Омолонской провинций Северо-Востока России)

В качестве примеров результатов успешного применения члеников криноидей для био-стратиграфии можно привести: расчленение отложений девона Южного Тянь-Шаня (Шевченко, 1966), силура и нижнего девона Среднего и Северного Урала (Милицина, 1973), выделение местных стратиграфических подразделений в нижнем девоне Горного Алтая и Салаира (Дубатолова, 1977), зональные схемы расчленения для палеозойских отложений разных регионов, предложенные в 1970–1990 гг. Г. А. Стукалиной, корреляцию скважин в ордовикских отложениях юго-запада Восточно-Европейской платформы (Гинда, 1986). Стукалиной в процессе многолетних исследований (обобщенных в работе, изданной в 2000 г.) был проведен стратиграфический анализ распространения остатков криноидей в отложениях всего палеозоя России и сопредельных территорий, выявивший определенные закономерности развития и смены их сообществ, которые могут рассматриваться как основа для ярусного расчленения этих отложений. В последние годы, однако, стратиграфический потенциал данной группы почти не используется и новые публикации на эту тему единичны.

Остатки стеблей и члеников blastozойных иглокожих менее информативны из-за их более простой и однообразной морфологии с узким, обычно округлым очертанием осевого канала. Тем не менее часть ордовикских члеников с треугольным сечением осевого канала, описанных как криноидные, относятся к гемикосмитидным ромбиферам. Для кембрия характерны своеобразные членики эокриноидей с резко различными дистальным и проксимальным концом (рис. 1, *a*) (Rozhnov, 2015), а также многотаблитчатые стебли гогиидных эокриноидей без оформленных члеников.

Следует также отметить важность массового сбора и изучения фрагментов стеблей и отдельных члеников для более полной морфологической характеристики таксонов стебельчатых иглокожих на основе выявления изменчивости члеников по всей длине стебля от места его соединения с чашечкой до места соединения с холдфастом. Такая реконструкция не только помогает развивать теоретическую основу их стратиграфического применения, но и может дать новую информацию о происхождении криноидей и их филогенетических связях с другими стебельчатыми иглокожими. Кроме того, находки на их поверхности разнообразных следов прижизненных и посмертных повреждений и прирастаний (Анекеева, 2023; Крутых, Миранцев, Рожнов, 2023) помогают выявлению симбиотических отношений стебельчатых иглокожих с другими животными и их роли в ископаемых сообществах.

В работе использованы материалы из обширных коллекций ископаемых иглокожих из кембрия Сибири и Ирана, ордовика Ленинградской области, карбона и перми различных регионов России, хранящиеся в ПИН РАН в Москве, а также оригиналы к работам Р. С. Елтышевой и Г. А. Стукалиной, хранящиеся в ЦНИГР музее в Санкт-Петербурге. Изучение этих коллекций дало возможность определить наиболее характерные для периодов палеозоя формы и наглядно представить их в виде схематичных рисунков.

Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 23-24-00585, <https://rscf.ru/project/23-24-00585/>. Авторы выражают благодарность О. Л. Коссовой за ценные замечания.

Литература

Анекеева Г. А. Эпибриоз иглокожих на материале из ордовикских отложений Ленинградской области // Био- и геособытия в истории Земли. Этапность эволюции и стратиграфическая корреляция. Материалы LXIX сессии Палеонтологического общества при РАН. – СПб. : Картфабрика ВСЕГЕИ, 2023. – С. 6–7.

Вялов О. С. К вопросу о классификации стебельков морских лилий // ДАН СССР. – 1953а. – Т. 89. – № 6. – С. 1087–1090.

Вялов О. С. О классификации стебельков морских лилий // Тр. Львовского геологического общества. Палеонтология. Сер. геол. – 1953б. – Вып. 2. – С. 30–45.

Гинда В. А. Мелкая бентосная фауна ордовика юго-запада Восточно-Европейской платформы. – Киев : Наукова думка, 1986. – 155 с.

Дубатолова Ю. А. Биogeографическая характеристика Алтае-Саянской провинции в раннем и среднем девоне (по материалам изучения криноидей) / ред. В. Н. Дубатов, О. В. Юферев // Палеобиogeографическое районирование и биостратиграфия. – Новосибирск : Наука, 1977. – С. 40–64. (Тр. ИГиГ СО АН СССР. Вып. 347).

Елтышева Р. С. Стебли морских лилий и их классификация // Вестник ЛГУ. Сер. геология и география. – 1956. – Вып. 2. – С. 40–46.

Крутых А. А., Миранцев Г. В., Рожнов С. В. Прижизненные обрастания стеблей морских лилий табулято-морфными кораллами из пермских отложений западного Тимора (Индонезия) // Био- и геособытия в истории Земли. Этапность эволюции и стратиграфическая корреляция. Материалы LXIX сессии Палеонтологического общества при РАН. – СПб. : Картфабрика ВСЕГЕИ, 2023. – С. 75–77.

Милицина В. С. О морских лилиях силура и нижнего девона западного и восточного склонов Северного и Среднего Урала / ред. А. Н. Ходалевиц // Фауна и биостратиграфия среднего и верхнего палеозоя Урала. Палеонтология. Тр. Свердловского горного ин-та. Вып. 93. – Свердловск : Изд-во Свердловского горного института, 1973. – С. 3–26.

Стукалина Г. А. О принципах классификации стеблей древних морских лилий // Палеонтологический журнал. – 1966. – № 3. – С. 94–102.

Стукалина Г. А. Криноидеи палеозоя. Практическое руководство по макрофауне России и сопредельных территорий // Справочник для палеонтологов и геологов. – СПб. : Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. – 283 с.

Шевченко Т. В. Морские лилии из верхнесилурийских и нижнедевонских отложений юго-западного Тянь-Шаня и их стратиграфическое значение // Палеонтология и стратиграфия. – М. : Недра, 1966. – Вып. 2. – С. 128–188.

Moore R. C. The use of fragmentary crinoidal remains in stratigraphic paleontology // Bulletin Of The Scientific Laboratories of Denison University. – 1938. – Vol. 33. – Pp. 165–250.

Rozhnov S. V. Unusual eocrinoid(?) stem and columnals from the Late Cambrian of Northern Iran // The Rise of Animal Life – Promoting Geological Heritage: Challenges and Issues. Conference papers.

ЖИЛИАНЕЛЛИДЫ – ГРУППА МИКРОФОССИЛИЙ ИЗ ВЕРХНЕМЕЛОВЫХ ОТЛОЖЕНИЙ КРЫМА

В. С. Вишневецкая

Геологический институт РАН, Москва, valentina.vishnaa@mail.ru

GILLEY ANNELIDES – A GROUP OF MICROFOSSILS FROM THE UPPER CRETACEOUS OF THE CRIMEA

V. S. Vishnevskaya

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, valentina.vishnaa@mail.ru

Аннотация. Впервые в верхнемеловых отложениях междуречья рек Кача и Бельбек Горного Крыма найдены представители позднекампанской группы микрофоссилий – известковые микропроблематики жилианеллы. Они происходят из отложений разреза Кудрино, датируемого поздним сантоном и частью раннего кампана (Гужиков и др., 2021) и разреза Полюс, возраст которых ранее рассматривался как турон-сантонский (Кликушин, 1985).

Ключевые слова. Известковые микропроблематики, жилианеллы, палеогеография, кампанский ярус, Крым, Россия.

Abstract. For the first time in the Upper Cretaceous sediments of the Rivers Kacha and Belbek Basin of the Mountainous Crimea representatives of the Late Campanian group of microfossils – calcareous microproblematics of the Gilianelles were discovered. They originate from the Kudrino section, dating from the late Santonian and part of the early Campanian (Guzhikov et al., 2021) and the Polyus section, whose age was previously considered as Turonian–Santonian (Klikushin, 1985).

Key words. Calcareous microproblematics, Gilianelles, paleogeography, Campanian, Crimea, Russia.

Основная цель настоящей статьи – представление новой группы микрофоссилий из верхнемеловых отложений Крыма, хорошо известных в литературе благодаря своей стратиграфической полноте и схожести с разрезами Западной Европы (Барабошкин и др., 2022). Новые известковые микропроблематики встречены среди верхнемеловых отложений разреза Кудрино в междуречье рек Кача и Бельбек, датируемые поздним сантоном и частью раннего кампана (Гужиков и др., 2021; Барабошкин и др., 2022), и кальцисферовые известняки разреза Полюс в долине р. Бельбек, которые ранее рассматривались как турон-сантонские (Кликушин, 1985).

Впервые жилианеллы, загадочные известковые микропроблематики размером от 100 до 250 мкм, характеризующиеся отчетливой осевой симметрией и относимые в настоящее время условно к известковым диноцистам, были установлены в отложениях верхнего мела Западной Европы из относительно узкого стратиграфического интервала в стратотипическом разрезе кампанско-маастрихтской границы в карьере Терцис (Южная Франция, Odin, Lethiers, 2006; Odin, 2008a, б, 2011). Название известковых микропроблематик «жилианеллы» происходит от мужского имени автора Gilles Serge Odin, описавшего более 60 видов этих микропроблематик в интервале кампан-маастрихта из отложений Франции и Испании (Odin, 2009, 2011). От кальцисфер (Krashennikov, Basov, 1983) они отличаются общей формой и устройством скелета, от диноцист – размером и отсутствием табуляции (Odin, 2011).

Жилианеллы ранее на территории России и бывшего СССР не находили.

Для извлечения известковых микропроблематик использовалась методика, обычно применяемая для отмывки раковин фораминифер, а именно метод диссоциации путем ацетолиза (обработка концентрированной уксусной кислотой).

Известковые микропроблематики были получены И. П. Рябовым (СГУ) из образцов, собранных коллективом (Барабошкин и др., 2022), сфотографированы в ПИН РАН под руководством доктора геол.-минерал. наук Е. А. Жегалло на ТЕСКАНе.

В результате из верхнемеловых отложений пачки XVII разреза Кудрино 1 (Алексеев, 1989; Барабошкин и др., 2022) в интервале 2–5 м над главным кировым прослоем определены: *Aturella angulata* Odin, *Aturella altodepressa* Odin (распространены в кампан-маастрихте), *Azurella cannabinata* Odin (распространен в кампане), *Gilianella tenuibrachialis* Odin (распространен в кампане), *Cimicellus nudatus* Odin, *Corniculum sinuosum* Odin, *Tubellus hunzikeri* Odin,

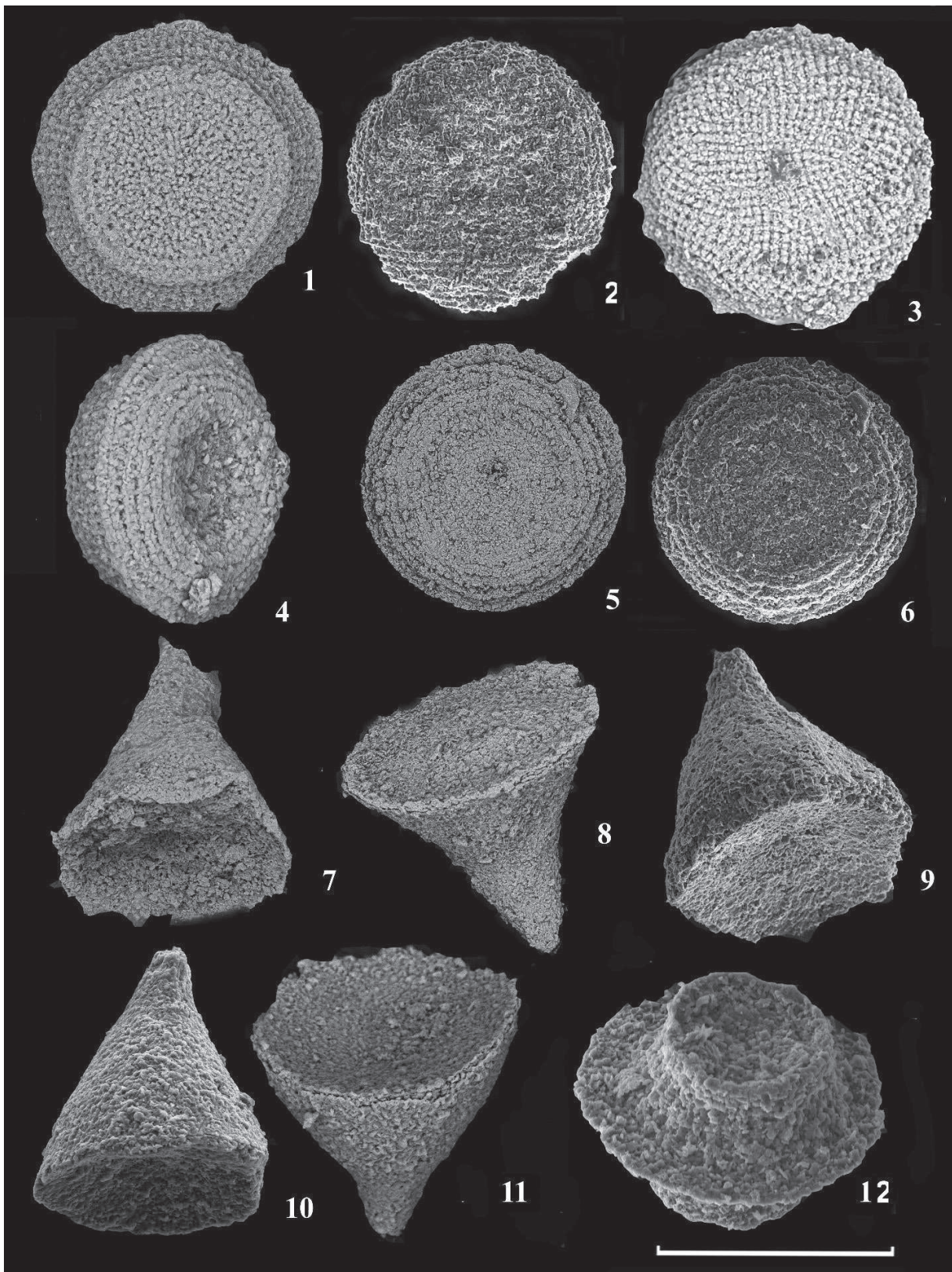


Рис. 1. Известковые микропроблематики из разрезов Кудрино (1, 2, 4–11) и Полюс (3, 12):

1 – *Numismella tarbellica* Odin, 2008: экз. 2022-4/24/3169/24. Наблюдается радиально-лучистая структура. 2 – *Azymella cannabinata* Odin, 2008: экз. 2022-4/573169/20. Хорошо видна структура холста. 3 – *Gilianella tenuibrachialis* Odin, 2008: экз. 2022-1/91/3177/45. 4–6 – *Aturella angulata* Odin, 2008: 4 – экз. 2022-4/10/3169/24, 5, 6 – экз. 2022-4/43/3169/20. 7 – *Corniculum sinuosum* Odin, 2008: экз. 2022-4/37/3169/20. 8 – *Cimicellus nudatus* Odin, 2008: экз. 2022-4/44/3169/20, в центре орального устья хорошо видна сеточка внутреннего слоя. 9–11 – *Tubellus hunzikeri* (Odin, 2008): 9 – экз. 2022-4/14/3169/24, 10 – экз. 2022-4/13/3169/24, 11 – экз. 2022-4/19/3169/24. 12 – *Scutellella (Tetratropis) terrina* (Bison, Wendler, Versteegh and Willems, 2004): экз. 2022-2/109/3177/20. Масштаб: линейка 100 мкм

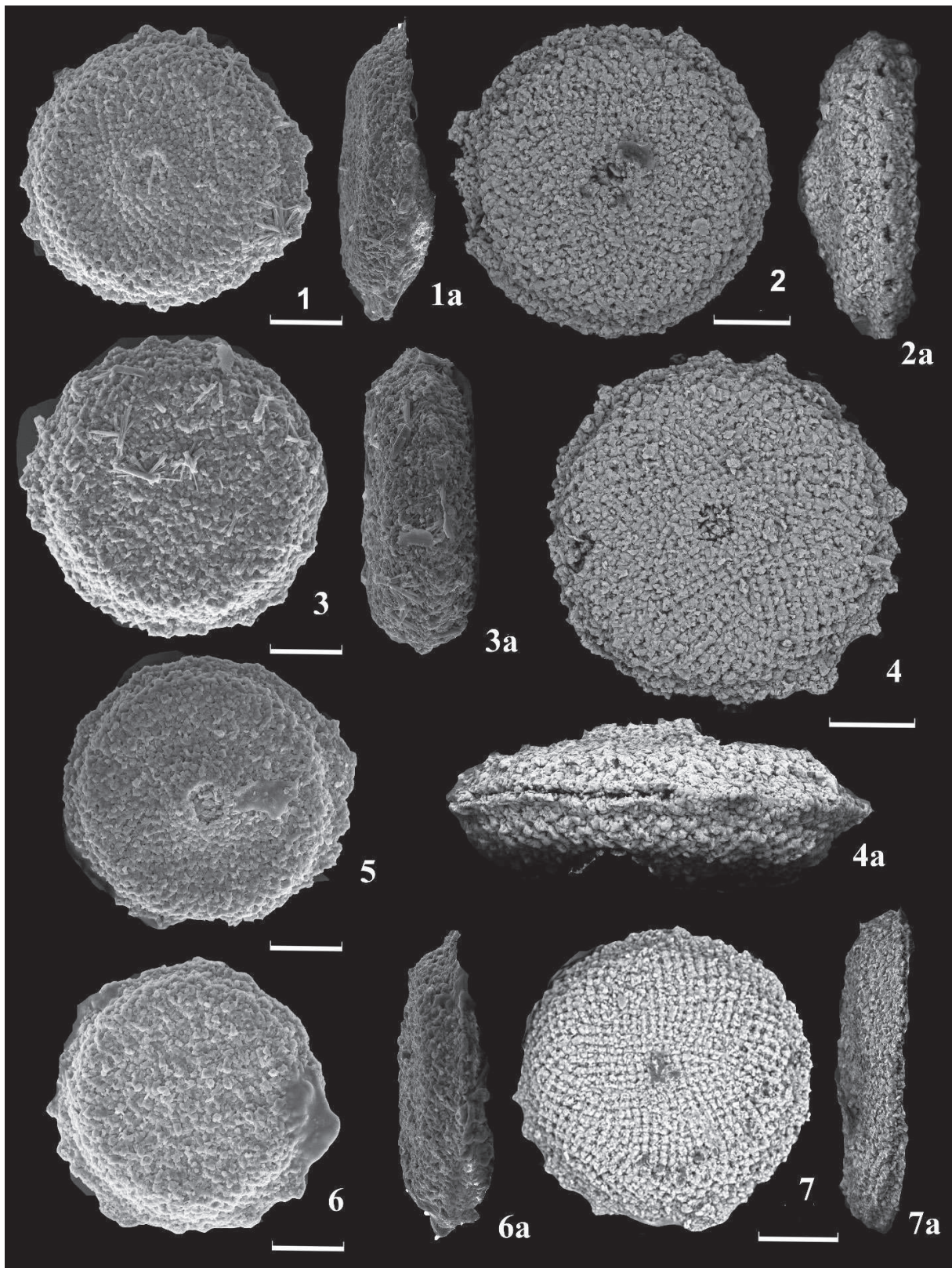


Рис. 2. Известковые микропроблематики из разреза Полюс:

1–7 – *Gilianella tenuibrachialis* Odin, 2008: 1, 1a – экз. 2022-1/21/3177/32 (1 – вид сверху). Хорошо видна ротовая поверхность. 2, 2a – экз. 2022-1/74/3177/43. Вид сбоку демонстрирует отверстия от обломанных игл на периферическом крае и приподнятость в области ротовой поверхности. 3, 3a – экз. 2022-1/11/3177/32. 4, 4a – экз. 2022-1/76/3177/43. Видна щель на стыке двух створок. 5 – экз. 2022-1/23/3177/32. 6, 6a – экз. 2022-1/13/3177/32. 7, 7a – экз. 2022-1/91/3177/45. Масштаб: линейка 50 мкм

Numismella tarbellica Odin (распространены в кампан-маастрихте) (рис. 1). Сходные дискоидные формы встречены и в разрезе Полюс (Вишневецкая и др., 2023), включая *Gilianella tenuibrachialis* Odin, (кампан), *Scutellella (Tetratropis) terrina* Bison, Wendler, Versteegh and Willems (кампан) (рис. 1, 2).

Все встреченные виды очень близки к формам, описанным из относительно узкого стратиграфического интервала кампанского яруса, а именно из верхнекампанской части стратотипа кампан-маастрихтского разреза Терцис юго-запада Франции (Odin, 2008a, 2009), в интервале кампанской зоны *Radotruncana calcarata* разреза Наварра на севере Испании, где маркирующими видами планктонных фораминифер являются кампанские *Schackoina multispinata*, *Globotruncana elevata*, *Globotruncana ventricosa* (Odin, 2008b, 2011), присутствующие и в разрезе Кудрино, где *G. ventricosa* появляется впервые в обр. 12, а *S. multispinus* в обр. 11 нижележащей пачки XVI (Кораевич, Vishnevskaya, 2016).

Так как виды *Azymella cannabinata*, *Corniculum sinuosum*, *Tubellus hunzikeri* известны из отложений в разрезе Терцис и Наварра, возраст которых составляет от 77,5 до 75 млн лет (Odin, 2008a, б), а появление *Aturella angulata* зафиксировано в конце этого временного интервала (Odin, 2009), то возраст комплекса микропроблематик в нашем разрезе может быть определен предположительно как средний кампан. Это хорошо согласуется с данными по планктонным фораминиферам и U-Pb возрастом главного килового прослоя, который варьирует от 77 до 80 млн лет, средневзвешенный возраст – $77,5 \pm 1,5$ млн лет, но противоречит раннекампанским возрастам, полученным по макрофауне, бентосным фораминиферам и органостенным диноцистам (Барабошкин и др., 2022).

Таким образом, среди известковых микропроблематик жилианелл присутствуют виды *Aturella angulata* Odin и *Aturella altodepressa* Odin, которые показывают эволюционные изменения в пределах позднего кампана – начала маастрихта, а также установлены виды узкого стратиграфического распространения, что представляет большой стратиграфический интерес. Присутствие явно родственных форм, сменяющих друг друга во времени (A4a, A4b, A4b' и A6 по Odin, 2008a, б) короткоживущих таксонов известковых микропроблематик в других разрезах Крым-Кавказского региона, несомненно, принесут ценную дополнительную информацию к современным знаниям.

Использование известковых микропроблематик имеет огромный потенциал не только в целях стратиграфии, но и в вопросе расшифровки палеогеографии, поскольку в большинстве разрезов Крыма и Кавказа представлен широкий спектр предположительно известковых диноцист, которые ранее многократно отмечались как «кальцисферы».

Согласно литературным данным по юго-западу Франции и северу Испании (Odin, 2008a, б), предполагается, что жилианеллы были ограничены чистым морем без обломочного материала. Большинство из них явно соответствуют планктонному образу жизни, но некоторые, возможно, были бентосными (Odin and Lethiers, 2006). Безкилевые цисты без выступов и те, у которых оральная поверхность более четкая, чем аборальная, лучше приспособлены к донному образу жизни (Odin, 2009).

Исследование выполнено по государственной теме ГИН РАН. Автор выражает благодарность Е. Ю. Барабошкину (МГУ), А. Ю. Гужикову (СГУ), И. П. Рябову (СГУ) за предоставленные пробы образцов и шлифы пород из разрезов Кудрино 1 и Полюс, Е. А. Жегалло (ПИН РАН) за фотографирование микропроблематик на ТЕСКАНе.

Литература

Алексеев А. С. Верхний мел / ред. О. А. Мазарович, В. С. Милеев // Геологическое строение Качинского поднятия Горного Крыма. Стратиграфия мезозоя. – М. : МГУ, 1989. – С. 123–157.

Барабошкин Е. Ю., Акинин В. В., Гужиков А. Ю. и др. Новые данные о кампанских отложениях бассейна реки Кача (Юго-Западный Крым) / под ред. Е. Ю. Барабошкина // Меловая система России и ближнего зарубежья: проблемы стратиграфии и палеогеографии: Материалы 11 Всероссийского совещания (19–24 сентября 2022 г., Томск). – Томск : ТГУ, 2022. – С. 41–45.

Вишневская В. С., Барабошкин Е. Ю., Жегалло Е. А. и др. Первая находка жилианеллид (известковые микропроблематики) в поздне меловых отложениях Крыма // Палеострат. – 2023. – С. 23–24.

Гужиков А. Ю., Барабошкин Е. Ю., Александрова Г. Н. и др. Био-, хемо- и магнитостратиграфия пограничного интервала сантона–кампана разрезов Кудрино и Аксу-Дере (Юго-Западный Крым): проблемы глобальной корреляции и выбора лимитотипа нижней границы кампанского яруса. Ст. 1. Геологическое описание, седиментология, биостратиграфия // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2021а. – Т. 29. – № 4. – С. 71–117.

Кликушин В. Г. Туронские, коньякские и сантонские отложения долины р. Бельбек в Крыму // Бюлл. МОИП. Отдел геологический. – 1985. – Т. 60 (2). – С. 69–82.

Bison K.-M., Wendler J., Versteegh G. J. M., Willems H. Tetratropis terrina sp. nov., a new calcareous dinoflagellate cyst from the Upper Campanian polyplacum zone of Lagerdorf (NW Germany) // Journal of Micropalaeontology. – 2004. – Vol. 23. – Pp. 127–132.

Kopaevich L. F., Vishnevskaya V. S. Cenomanian–Campanian (Late Cretaceous) planktonic assemblages of the Crimea-Caucasus area: Palaeoceanography, palaeoclimate and sea level changes // Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology. – 2016. – Vol. 441. – Pp. 493–515.

Krashennikov V. A., Basov I. A. Cretaceous Calcspherulids of the Falkland Plateau, Leg 71, Deep Sea Drilling Project // Initial Reports of the Deep Sea Drilling Project. – 1983. – Vol. 71. – Pp. 977–997.

Odin G. S. Description et illustration de quarante-quatre gilianelles (microproblematica) et dix autres microproblematica du Cretacé de la section stratotypique de Tercis (limite Campanien–Maastrichtien), Sud-Ouest France // Notebooks on Geology. Memoir. – 2008a. – Vol. 01. – Pp. 1–82.

Odin G. S. Biostratigraphie de Radotruncana calcarata (foraminifere), des gilianelles et autres microproblematica dans le Campanien–Maastrichtien du domaine péri-pyrénéen occidental // Comptes Rendus Palevol. – 2008b. – Vol. 7. – Pp. 195–203.

Odin G. S. Description de nouvelles Gilianelles (microproblematica) et de leurs expansions; identité, classification, évolution, distribution, biologie au Cretacé Supérieur // Revue de Paleobiologie. – 2009. – Vol. 28. – Pp. 175–209.

Odin G. S., Lethiers A. Nouvelles études micropaléontologiques sur le stratotype de la limite Campanien–Maastrichtien à Tercis (SO France): les gilianelles (microproblematica) extradites par acétolyse // Notebooks on Geology. – Article, 2006. – Vol. 05. – Pp. 1–28.

Odin G. S. Gilianelles: Late Cretaceous microproblematica from Europe and Central America // Palaeontology. – 2011. – Vol. 54. – Pt 1. – Pp. 133–144.

ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ТАРХАНСКОГО КОМПЛЕКСА НАНОПЛАНКТОНА: ПАЛЕОЭКОЛОГИЯ И БИОСТРАТИГРАФИЯ

Л. А. Головина

Геологический институт РАН, Москва, golovina@ginras.ru

DEVELOPMENT FEATURES OF THE TARKHANIAN NANOPLANKTON ASSEMBLAGE: PALEOECOLOGY AND BIOSTRATIGRAPHY

L. A. Golovina

Geologic Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, golovina@ginras.ru

Аннотация. По результатам изучения стратотипических и опорных разрезов нижнего–среднего миоцена Восточного Паратетиса проанализированы особенности развития комплекса нанопланктона в конце раннего – начале среднего миоцена. Выявленная динамика разнообразия и обилия комплекса нанофлоры указывает на палеоэкологические особенности развития палеобассейна в тарханское время, а присутствие видов узкого стратиграфического диапазона позволяет провести корреляцию тарханского регионаруса со стратиграфическими подразделениями Центрального Паратетиса и ярусами Международной стратиграфической шкалы.

Ключевые слова. Восточный Паратетис, неоген, миоцен, тархан, нанопланктон.

Abstract. Based on studying the stratotype and reference sections of the Lower–Middle Miocene of the Eastern Paratethys, the development features of the nanoplankton assemblage at the end of the Early – beginning of the Middle Miocene were analysed. The revealed dynamics in the diversity and abundance of the nanoflora assemblage indicates the paleoecological features of the paleobasin development in the Tarkhanian. The presence of species of a narrow stratigraphic range enables to correlate the Tarkhanian regional stage with the stratigraphic divisions of the Central Paratethys and the stages of the International Stratigraphic Chart.

Key words. Eastern Paratethys, Neogene, Miocene, Tarkhanian, nanoplankton.

В конце раннего – начале среднего миоцена произошло возобновление палеогеографических связей Восточного Паратетиса с сопредельными морскими бассейнами (Гончарова,



Рис. 1. Изученные разрезы тарханского региояруса:

1, 2 – Малый Камышлак, Склея (Керченский полуостров); 3 – скв. КСГ 12000 (Западно-Кубанский прогиб); 4 – р. Пшеха; 5 – р. Белая; 6 – р. Кубань, пос. Усть-Невинка; 7 – р. Кубань, балка Яман Джалга; 8 – р. Кубань, пос. Садовое; 9 – р. Большой Зеленчук, аул Старокувинский; 10, 11 – р. Инцра, с. Джгали; 12 – р. Рубас-чай; 13 – с. Перекишкюль

Щерба, 1997; Гончарова и др., 2001). Восстановление водообмена Восточного Паратетиса с Западным Паратетисом и Средиземноморьем способствовало экспансии нанофлоры в тарханский бассейн, однако качественный и количественный состав микропланктона строго контролировался параметрами солености, палеоциркуляции и степени стратификации водных масс. Изучение нанопланктона из стратотипических и опорных разрезов нижнего–среднего миоцена (рис. 1) позволило проследить динамику разнообразия сообщества нанопланктона в тарханское время и выявить их взаимосвязь с этапами развития палеобассейна (Музылев, Головина, 1987; Минашвили, 1981, 1986; Крашенинников и др., 2003; Минашвили, Ананишвили, 2013; Andreyeva-Grigorovich, Savvitskaya, 2000; Popov et al., 2022).

Первый этап отвечает началу возобновления водообмена с полносоленым бассейном. Миграция нанопланктона происходит стремительно и четко фиксируется в разрезах по появлению достаточно богатого и разнообразного комплекса, являясь превосходным маркером для определения нижней границы тарханского региояруса. Основу комплекса составляют преимущественно виды широкого стратиграфического распространения родов *Coccolithus*, *Reticulofenestra*, *Sphenolithus*, *Cyclicargolithus* в сопровождении большой доли переотложенных видов палеогена и мела. В меньшем количестве в комплексе представлены виды родов *Helicosphaera*, *Rhabdosphaera*. Совместное присутствие *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre, 1953 и *Helicosphaera waltrans* Theodoridis, 1984 (рис. 2) является основанием для корреляции раннетарханского комплекса с ассоциацией зоны NN5 *Sphenolithus heteromorphus* шкалы Martini (1971) (Ćorić et al., 2007; Palcu et al., 2017).

Отличительной особенностью этого этапа является частичное сохранение аноксических обстановок в некоторых частях тарханского бассейна. Устойчивые условия стратификации были неблагоприятны для бентоса и, возможно, негативны для тафоценоза известковых нанофоссилий. Такие условия существовали в самом начале тарханского времени в Керченском и Западно-Кубанском прогибах (разрезы Малый Камышлак, Склея, скв. КСГ 12000) и в Западной Грузии (разрезы Инцра, Джгали), и только в самом конце раннего тархана

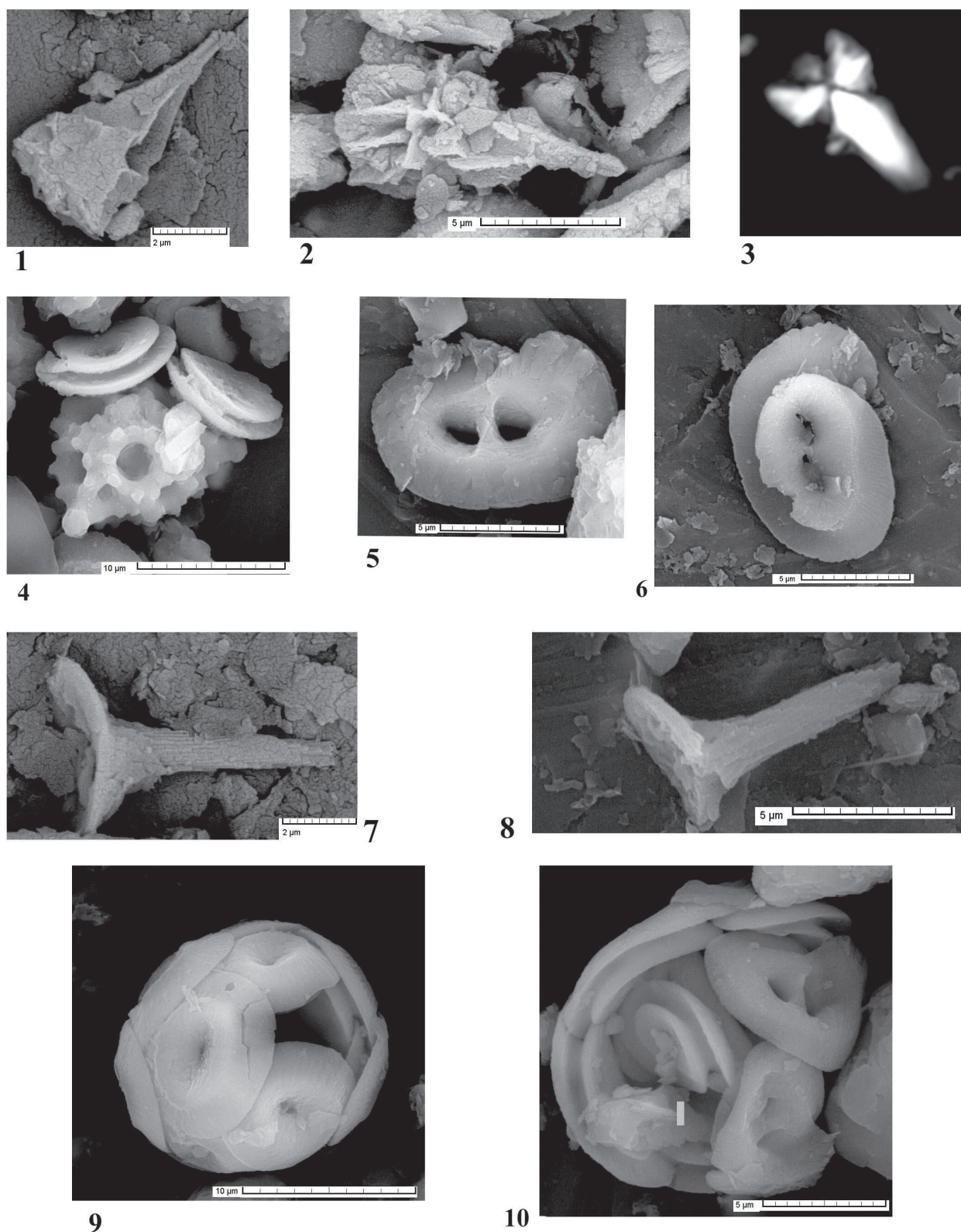


Рис. 2. Характерные таксоны тарханского комплекса нанопланктона:

1 – *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre 1953, р. Кубань (балка Яман Джалга); 2 – *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre 1953, кувинские слои, р. Большой Зеленчук; 3 – *Sphenolithus heteromorphus* Deflandre 1953, поляризованный свет, $\times 1600$, кувинские слои, р. Пшеха; 4 – *Lithostromation perdurum* Deflandre, 1942, р. Рубас-чай; 5 – *Helicosphaera waltrans* Theodoridis, 1984, р. Белая; 6 – *Helicosphaera carteri* (Wallich, 1877) Kamptner, 1954, р. Кубань (балка Яман Джалга); 7, 8 – *Rhabdosphaera sicca* (Stradner, 1963) Fuchs & Stradner 1977, кувинские слои, р. Кубань (балка Яман Джалга); 8 – р. Пшеха; 9 – коккосфера *Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1877) Schiller, 1930, кувинские слои, р. Большой Зеленчук; 10 – коккосфера *Helicosphaera waltrans* Theodoridis, терские слои, р. Белая

в этих частях палеобассейна происходит существенное изменение циркуляции водных масс. Обоснованием для такого вывода могут служить исключительно малая мощность (не более 5–7 см) кувинских слоев, охарактеризованных нанопланктоном, планктонными и бентосными фораминиферами в разрезе Малый Камышлак – гипостратотипе тархана, и небольшая мощность (до 3 м) кувинских слоев в Западно-Кубанском прогибе (скв. КСГ 12000) (Andreeva-Grigorovich, Savytskaya, 2000; Popov et al., 2022). Одновременно с появлением нанопланктона в самой кровле кувинских слоев в гипостратотипе тархана (Малый Камышлак) отмечается появление планктонных фораминифер, характерным признаком которых является многочисленность aberrantных экземпляров (Popov et al., 2022). Малая численность моллюсков, небольшие размеры и малочисленность бентосных фораминифер также указывают на недостаточность насыщения кислородом придонных вод (Vernyhorova et al., 2023).

В других частях тарханского бассейна (реки Большой Зеленчук, Уруп, Кубань) существовали более благоприятные условия для обитания нанофлоры. Самая разнообразная и богатая ассоциация нанопланктона исключительной сохранности (в осадке присутствует большое количество целых коккофер *Helicosphaera waltrans* Theodoridis, 1984, *Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1877) Schiller, 1930) отмечается в стратотипическом разрезе кувинских слоев (р. Большой Зеленчук) (рис. 2).

Присутствие *Helicosphaera waltrans* Theodoridis, 1984, *Helicosphaera mediterranea* Muller, 1981, *Helicosphaera carteri* (Wallich, 1877) Kamptner, 1954 указывают на гемипелагические условия с возможным возникновением апвеллинга (Perch-Nielsen, 1985; Ziveri et al., 2004). Обычно считается, что эти таксоны предпочитают тепловодные или умеренные условия с высокой доступностью питательных веществ (Perch-Nielsen, 1985). Тепловодные условия в кувинское время подтверждаются присутствием таксонов рода *Sphenolithus*: *S. heteromorphus* Deflandre, 1953, *S. moriformis* (Brönnimann & Stradner, 1960) Bramlette & Wilcoxon, 1967 (Popov et al., 2022; Vernyhorova et al., 2023). В то же время в ассоциации наблюдается обилие *Coccolithus pelagicus* (Wallich, 1877) Schiller, 1930, традиционно считающийся холодноводным видом (Okada and McIntyre, 1979). Однако, помимо температуры, высокая численность *Coccolithus pelagicus* отмечается в эвтрофных водах – зонах апвеллинга и фронтов течений, богатых биогенными питательными веществами (Roth, 1994; Cachão and Moita, 2000).

Второй этап характеризует устойчивые условия относительно широких связей с сопредельным морским бассейном. Ассоциация нанопланктона наиболее богата количественно, характеризуется схожим таксономическим составом в пределах всего палеобассейна и включает стратиграфически важные виды родов *Helicosphaera* и *Sphenolithus* (Popov et al., 2022). Однако отсутствие (или редкое присутствие) в комплексе стенобионтных таксонов рода *Discoaster*, переносящего лишь небольшие колебания температуры и солености, все же указывает на отклонение от нормально-морских условий в тарханском бассейне. Количество терригенной примеси и переотложенных видов снижается, а схожий таксономический состав ассоциации свидетельствует о стабильности палеобиономических условий для развития нанофлоры.

Третий этап характеризуется сокращением связи с открытым морским бассейном, снижением солености и нарастанием мелководных обстановок. Количественный и качественный состав ассоциации нанопланктона резко сокращается, комплекс представлен немногочисленными видами широкого стратиграфического диапазона: *Braarudosphaera bigelowii* (Gran & Braarud, 1935) Deflandre, 1947; *Reticulofenestra minuta* Roth, 1970; *Cyclicargolithus floridanus* (Roth & Hay in Hay et al., 1967) Bukry, 1971; *Perforocalcinella fusiformis* Bona, 1964; *Reticulofenestra* spp.

Преобладание мелких ретикулофенестр в некоторых частях палеобассейна может быть индикатором мелкомасштабных проявлений усиления стратификации водных масс (Ćorić, Hohenegger, 2008).

Обеднение таксономического и количественного состава ассоциации наряду с ростом числа спикул асцидий можно рассматривать как индикатор экологического стресса, который обусловлен сокращением широты водообмена и, соответственно, снижением солености,

усилением терригенного сноса и развитием мелководных обстановок. Расцвет *Perfocalcinella fusiformis* предлагается использовать как маркер для определения верхней границы тарханского региоаруса (Минашвили, 1981, 1986; Минашвили, Ананиашвили, 2013).

По результатам изучения нанопланктона в серии стратотипических и опорных разрезов тарханских отложений Восточного Паратетиса выделено вспомогательное биостратиграфическое подразделение – слои с *Sphenolithus heteromorphus*, коррелируемые с нижней частью зоны NN5 *Sphenolithus heteromorphus* шкалы Martini (1971), что в соответствии с палеомагнитными данными предполагает их корреляцию с верхней половиной нижнего бадения Центрального Паратетиса (при его двучленном делении) и со второй половиной лангия Средиземноморья (Palcu et al., 2017; Golovina, 2019).

Работа выполнена в рамках государственного задания ГИИ РАН, исследование нанопланктона выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 22-17-00047, <https://rscf.ru/project/22-17-00047>.

Литература

Гончарова И. А., Щерба И. Г. Паратетис в конце раннего – среднем миоцене и его связи с окружающими бассейнами // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 1997. – Т. 5. – № 3. – С. 102–107.

Гончарова И. А., Хондкариан С. О., Щерба И. Г. Тархан-караганский этап развития Эвксино-Каспийского бассейна (Восточный Паратетис). Часть первая – тархан // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2001. – Т. 9. – № 2. – С. 100–112.

Крашенинников В. А., Басов И. А., Головина Л. А. Восточный Паратетис: тарханский и конкский региоарусы. – М.: Научный мир, 2003. – 194 с.

Минашвили Ц. Д. Наннопланктонный комплекс из тарханских отложений Западной Грузии // Сообщения АН ГССР. Геология. – 1981. – Т. 103. – № 2. – С. 357–360.

Минашвили Ц. Д. Биостратиграфия миоценовых отложений Западной Грузии по известковому нанопланктону // Дисс. канд. геол.-минерал. наук. – Тбилиси, 1986. – 207 с.

Минашвили Ц. Д., Ананиашвили Г. Д. К биостратиграфии тархан-чокракских отложений Крымско-Кавказской области // Сб. научных трудов ИГН НАН Украины. – Киев, 2013. – Т. 6. – Вып. 1. – С. 152–159.

Музылев Н. Г., Головина Л. А. Связь Восточного Паратетиса и Мирового океана в раннем–среднем миоцене // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1987. – № 12. – С. 62–73.

Andreyeva-Grigorovich A. S., Savytskaya N. A. Nannoplankton of the Tarkhanian deposits of the Kerch Peninsula (Crimea) // Geologica Carpathica. – 2000. – Vol. 51. – No. 6. – Pp. 399–406.

Cachão M., Moita M. T. *Coccolithus pelagicus*, a productivity proxy related to moderate fronts of Western Iberia // Marine Micropaleontology. – 2000. – Vol. 39. – No. 1–4. – Pp. 131–155.

Ćorić S., Hohenegger J. Quantitative analyses of calcareous nannoplankton assemblages from the Baden-Soos section (Middle Miocene of Vienna Basin, Austria) // Geologica Carpathica Clays. – 2008. – Vol. 59 (5). – Pp. 447–460.

Ćorić S., Švabenská L., Rögl F., Petrova P. Stratigraphical Position of Helicosphaera waltrans Nannoplankton Horizon (NN5 Lower Badenian) // Joannea Geologie & Paläontologie. – 2007. – Vol. 9. – Pp. 17–19.

Golovina L. Biosstratigraphic subdivisions by nannoplankton in the reference sections of the Taman trough and Ciscaucasia // Paleontological Journal. – 2019. – Vol. 53. – No. 9. – Pp. 20–26.

Martini E. Standard Tertiary and Quaternary Calcareous Nannoplankton Zonation / ed. A. Farinacci // Proceedings of the Second Planktonic Conference. – Roma, 1970. – 1971. – Vol. 2. – Pp. 739–785.

Okada H., McIntyre A. Seasonal distribution of modern coccolithophores in the western North Atlantic Ocean // Marine Biology. – 1979. – Vol. 54 (4). – Pp. 319–328.

Palcu D. V., Golovina L. A., Vernyhorova Y. V. et al. Middle Miocene paleoenvironmental crises in Central Eurasia caused by changes in marine gateway configuration // Global and Planetary Change. – 2017. – Vol. 158. – Pp. 57–71.

Perch-Nielsen K. Cenozoic calcareous nanofossils / eds. H. M. Bolli, J. B. Saunders, K. Perch-Nielsen // Plankton Stratigraphy. – Cambridge: Cambridge University Press, 1985. – Vol. 1. – Pp. 427–554.

Popov S. V., Golovina L. A., Palcu D. V. et al. Neogene Regional Scale of the Eastern Paratethys, Stratigraphy and Paleontological Basis // Paleontological Journal. – 2022. – Vol. 56. – No. 12. – Pp. 1557–1720.

Roth P. H. Distribution of coccoliths in oceanic sediments / eds. A. Winter, W. G. Siesser // Coccolithophores. – Cambridge: Cambridge University Press, 1994. – Pp. 199–218.

Vernyhorova Y. V., Holcova K., Dolakova N. et al. The Miocene Climatic Optimum at the interface of epicontinental sea and large continent: A case study from the Middle Miocene of the Eastern Paratethys // Marine Micropaleontology. – 2023. – Vol. 181. – 102231.

Ziveri P., Baumann K.-H., Böckel B. et al. Biogeography of selected Holocene coccoliths in the Atlantic Ocean / eds. H. R. Thierstein, J. R. Young // Coccolithophores: From Molecular Processes to Global Impact, Springer, Berlin, Heidelberg. – 2004. – Pp. 403–428.

**МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ И МИКРОСТРУКТУРА
TANNUOLINA PAVLOVI KOUCHINSKY, BENGTSON ET MURDOCK, 2010**

Ю. Е. Демиденко¹, Г. А. Карлова², Д. А. Комлев³

¹ Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва, juliad@paleo.ru

² Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск

³ Новосибирский филиал ФГБУ «ВНИГНИ», Новосибирск, komlev@vnigni.ru

**MORPHOLOGICAL STRUCTURE AND MICROSTRUCTURE
OF TANNUOLINA PAVLOVI KOUCHINSKY, BENGTSON ET MURDOCK, 2010**

Yu. E. Demidenko¹, G. A. Karlova², D. A. Komlev³

¹ Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, juliad@paleo.ru

² Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk

³ FGBU «VNIGNI», Novosibirsk Branch, Novosibirsk, komlev@vnigni.ru

Аннотация. Проведено морфологическое изучение фосфатных склеритов *Tannuolina pavlovi* Kouchinsky, Bengtson et Murdock, 2010 из разреза костинской свиты Сибирской платформы (правый берег р. Сухая Тунгуска). Впервые описана микроструктура изученных склеритов, стенка которых имеет двухслойное строение.

Ключевые слова. Кембрий, костинская свита, склериты, микроструктура, морфология, таксономия, Сибирская платформа, *Tannuolina*.

Abstract. A morphological study of phosphate sclerites *Tannuolina pavlovi* Kouchinsky, Bengtson et Murdock, 2010 from the section of the Kostinskaya Formation of the Siberian Platform (right bank of the Sukhaya Tunguska River) was carried out. The microstructure of the studied sclerites, the wall of which has a two-layer structure, is described for the first time.

Key words. Cambrian, Kostinskaya Formation, sclerites, microstructure, morphology, taxonomy, Siberian Platform, *Tannuolina*.

Костинская свита нижнего–среднего кембрия распространена в Туруханском районе по правобережью Енисея от р. Бол. Кожарка (бассейн р. Курейка) на севере до р. Фатьяниха (правый приток Енисея) на юге. В тектоническом отношении выходы свиты приурочены к Туруханскому поднятию на западной периферии Сибирской платформы.

Свита представляет собой однородную толщу преимущественно доломитового состава мощностью до 1600 м. Принятое трехчленное деление свиты достаточно условно по причине отсутствия четких критериев разделения на подсвиты и их плохой прослеживаемости в различных разрезах. В средней и верхней подсвитах отмечаются прослои и пачки известняков, содержащие остатки трилобитов ботомского и амгинского ярусов соответственно (Петраков, 1964; Комлев и др., 2014). Хуже всего фаунистически охарактеризована нижняя подсвита, в самых верхах которой найдены единичные находки трилобитов плохой сохранности: *Elganellus* sp. в 405 м от подошвы свиты (Бушуев, Комлев, 2018) и *Vulaiaspis* sp. в 500 м от подошвы свиты (Петраков, 1964).

Разрез костинской свиты, из которого был получен рассматриваемый палеонтологический материал, находится на восточном крыле Большой Сухотунгусской антиклинали. В обнажениях, расположенных на правом берегу р. Сухая Тунгуска ниже устья руч. Бечевник, вскрыты верхние 160 м платоновской свиты и нижние слои (около 100 м) костинской свиты. Граница между свитами проведена по смене отчетливо слоистых глинистых и известковистых доломитов очень массивными без явной слоистости пористо-кавернозными доломитами.

Интервал разреза, содержащий остатки мелкораковинных скелетных организмов или small shelly fossils (SSF), сложен доломитами светло-коричневато-серыми тонко-мелкозернистыми, плотными, грубо-среднеплитчатыми, в отдельных прослоях до тонкоплитчатыми.

В интервале от 50 до 75 м от подошвы костинской свиты были обнаружены скелетные зоопроблематичные остатки группы томмотиид рода *Tannuolina* семейства Tannuolinidae Fonin et T. Smirnova, 1967, одного из шести семейств отряда Tommotiida Missarzhevsky, 1970 (Есакова, Жегалло, 1996). Представители этой группы фауны обнаружены впервые в костинской свите.

Томмотииды – это кембрийские ископаемые, принадлежащие к линии брахиопод и форонид (Holmer et al., 2008; Skovsted et al., 2008; Kouchinsky et al., 2010). Недавняя находка отпечатка *Wufengella bengtsoni* Guo, Parry, Vinther et al., 2022 из нижнекембрийского лагерштетта Чэнцзян провинции Юньнань Южного Китая, представляющая собой полный склеритов подвижной томмотииды, покрытой сверху (как панцирем) асимметричными склеритами различных морфотипов, показала сходство с брахиоподами, кольчатыми червями и некоторыми раннекембрийскими моллюсками (Guo et al., 2022). Данное сходство подтверждает, что у этих групп, а также у прочих лофотрохозоев (Lophotrochozoa), были общие предки, очень похожие на раннекембрийских сегментированных «щетиных» ползающих томмотиид.

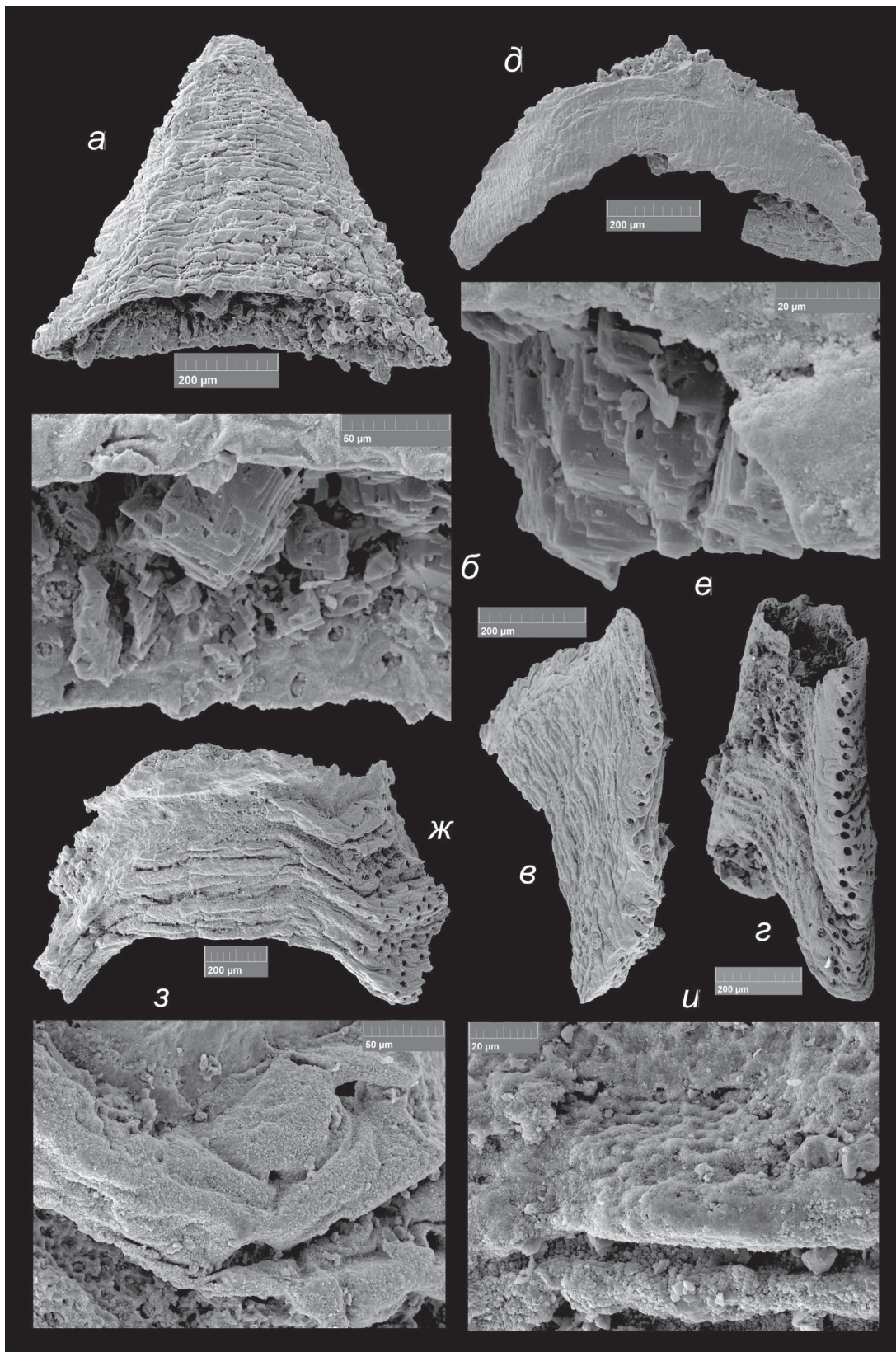
Сходство с брахиоподами усугубляется тождеством микроструктуры раковины, сложенной тончайшими слоями фосфата, и ее микроскульптуры с характерной сетчатой поверхностью, а также наличием пор с отпечатками щетинок. Все это позволяет рассматривать томмотиид как исходную для брахиопод группу, причем наиболее древние раковины брахиопод, в свою очередь, имеют микроструктуру томмотиидного типа. Большинство томмотиид минерализованы фосфатом кальция (Bengtson, 2004; Skovsted, 2016).

Было изучено морфологическое строение сложно устроенных двух морфотипов склеритов *Tannuolina pavlovi* Kouchinsky, Bengtson et Murdock, 2010 и проведено микроструктурное изучение, в результате которого впервые установлено двухслойное строение стенки склеритов. Коллекция включала в себя около 60 экземпляров целых склеритов и их фрагментов.

Ранее было изучено строение стенки *Tannuolina multifora* Fonin et T. Smirnova, 1967 из шанганской свиты ботомского яруса нижнего кембрия хр. Восточный Танну-Ола, Тува и выявлена каркасовидная микроструктура стенки, состоящая из пластин и столбиков, занимающая большую часть створки. Меньшая часть створки с ложнопористой микроструктурой. Переход между ними постепенный (Фонин, Смирнова, 1967). При первоописании склеритов *T. pavlovi* из краснопорожской свиты (зона *N. sunnaginicus*) томмотского яруса нижнего кембрия р. Сухариха севера Сибирской платформы попытки изучить микроструктуру данных склеритов не увенчались успехом и микроструктура не была обнаружена (Kouchinsky et al., 2010).

Выпуклая створка первого морфотипа (рисунок, д, ж) имеет вид колпачка или асимметричной четырехгранной пирамиды, вытянутой по ширине, с округлым, овальным или четырехугольным основанием. Длина створки от 0,6 до 0,8 мм, ширина – 1,2–1,3 мм. Толщина края увеличивается постепенно по направлению к вершине от 0,20–0,25 до 0,35–0,40 мм. Наружная поверхность створки образована морщинистыми концентрическими ребрами высотой 0,02–0,05 мм и частично несквозными порами (=ложные поры), располагающимися на передней и задней сторонах (гранях) и образующими губчатую структуру. Эта так называемая ложнопоровая зона занимает примерно 1/2 от общей площади раковины (рисунок, ж). Выпуклые колпачковидные склериты слегка асимметричны, представлены быстро расширяющимся конусом с краевыми складками. Асимметрия обусловлена значительным отклонением макушечной части по часовой или против часовой стрелки. Передняя (или убывающая) сторона уплощенная, треугольная по форме, ограничена острыми краевыми углами, на которых линии роста меняют направление. Противоположная нависающая сторона выпуклая, включает в себя боковые стороны. Макушка суживающаяся, нависает над убывающей стороной. Устье изометричное, широкоовальное, с растущим краем на убывающей стороне, аркообразно изогнутым по направлению к макушке. Поры присутствуют на всей поверхности: большее количество на нарастающей задней стороне, меньшее количество – на убывающей передней. Поры увеличиваются в диаметре по направлению к устью и медиально от 5–10 до 40 мкм. Слияние пор, подобно таковому на боковых сторонах уплощенных склеритов, не наблюдается.

Уплощенные склериты второго морфотипа имеют форму вытянутого по высоте конуса или треугольника с билатеральной симметрией, длиной от 0,5 до 2 мм, макушечным углом дивергенции 45–60°. Макушка загибающаяся, нависает над передней стороной склерита. Устье



Склериты *Tannuolina pavlovi* Kouchinsky, Bengtson et Murdock, 2010 из разреза костинской свиты Сибирской платформы (правый берег р. Сухая Тунгуска):

а-г – уплощенные склериты, *д-и* – выпуклые склериты; *а, б* – экз. ПИН РАН, № 5083/5241: *а* – общий вид склерита с внутренней стороны, *б* – увеличенная устьевая часть склерита, видны слои внутреннего слоя; *в, г* – вид склеритов с боковой стороны: *в* – экз. ПИН РАН, № 5083/5286, *г* – экз. ПИН РАН, № 5083/5240; *д, е* – экз. ПИН РАН, № 5083/5260: *д* – общий вид склерита с наружной стороны, *е* – увеличенная устьевая часть склерита, видны слои внутреннего слоя; *ж-и* – экз. ПИН РАН, № 5083/5182: *ж* – общий передне-боковой вид склерита, *з, и* – увеличенные фрагменты *ж*, видна поверхность пористо-фавозитного наружного слоя

линзовидное. Внутренняя сторона склерита несет слабовыраженный изгиб, наружная сторона – не четко выраженное седло. На макушке, на седловидной наружной стороне может располагаться узкая срединная зона углубления (Kouchinsky et al., 2010, фиг. 2В1). Эта зона может быть гомологична седлу и прослеживается через искривление краевых складок по направлению к макушке на поздних стадиях роста. Подобные краевые складки покрывают седло и боковые стороны склеритов. Передняя внутренняя сторона с узкими краевыми складками с неровными границами и боковым изгибом по направлению к устью. Мелкие несквозные (ложные) поры диаметром 1–2 мкм расположены на наружной стороне.

Они проникают на 3–15 мкм вглубь и заканчиваются бульбообразным выростом. Бульбообразное утолщение диаметром 3–4 мкм. На боковых сторонах уплощенного склерита выявлены настоящие поры, располагающиеся параллельными концентрическим ребрам горизонтальными рядами. Количество пор зависит от местоположения на склерите: в верхней, более узкой части их число минимально, а в нижней широкой части, соответственно, максимально. Когда поры разрушаются, они формируют прямоугольные сквозные зияния, параллельные линиям нарастания, длина которых зависит от количества разрушенных пор. Крупные поры наклонены вдоль боковых краев, увеличиваясь в диаметре от 5 мкм у вершины до 40 мкм к нижней части склерита. Они также соединяются до 30–40 мкм и под поверхностью стенки, образуя угол 90° (Kouchinsky et al., 2010, фиг. 3F, H). Для пор среднего размера, сконцентрированных на наружной стороне, не характерно подобное слияние.

Изучение микроструктуры с помощью сканирующего электронного микроскопа показало двухслойное строение стенки описываемых склеритов двух морфотипов. Структура наружного слоя пористо-столбчатая, образована гексагональными призмами высотой от 2 до 4 мкм (рисунок, з, и). Ложные поры располагаются между призмами и внутри этих призм. Подобная микроструктура называется пористо-фавозитной, поэтому наружный слой можно также именовать пористо-фавозитным. Мощность данного слоя небольшая, варьирует от 2 до 4 мкм согласно высоте призм. Этот слой снаружи покрыт тонкой пленкой с бугорчатой поверхностью мощностью 0,01–0,02 мкм. Эта пленка не всегда сохраняется, может присутствовать фрагментарно (рисунок, и).

Внутренний слой существенно толще внешнего (до 30–40 мкм), состоит из многочисленных (10 и более) плотно примыкающих друг к другу слоев (рисунок, б, е), которые, в свою очередь, состоят из многочисленных пластин – ламелл. Каждая ламелла имеет волнистую поверхность и параллельно располагается относительно соседних ламелл. Таким образом, были получены следующие результаты.

1. Впервые обнаружены и морфологически изучены два морфотипа фосфатных склеритов *Tannuolina pavlovi* Kouchinsky, Bengtson et Murdock, 2010 из разреза костинской свиты Сибирской платформы (правый берег р. Сухая Тунгуска).

2. Уникальная сохранность при захоронении позволяет нам наблюдать два слоя с детально сохранившейся микроструктурой и хорошо сохранившуюся тонкую пленку, покрывающую наружный пористо-фавозитный слой. Примером этому могут служить сохранившиеся фавозитные призмы наружного и многочисленные тонкие пластины внутреннего слоев. Такая сохранность наблюдается, когда происходит быстрая, почти мгновенная фосфатизация.

Коллекция хранится в Палеонтологическом институте им. А. А. Борисяка РАН (ПИН РАН), № 5083.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 20-55-44010.

Литература

Бушув Е. В., Комлев Д. А. Новые находки нижнекембрийских трилобитов в разрезе костинской свиты р. Сухая Тунгуска (запад Сибирской платформы) // *Фундаментальная и прикладная палеонтология. Материалы LXIV сессии Палеонтологического общества при РАН (2–6 апреля 2018 г., Санкт-Петербург).* – СПб.: Картфабрика ВСЕГЕИ, 2018. – С. 31–32.

Комлев Д. А., Бушуев Е. В., Купин А. В. Фации и обстановки осадконакопления ниже-среднекембрийских отложений костинской свиты по разрезам р. Сухая Тунгуска (запад Сибирской платформы, Туруханский район) // Материалы Первой научно-практической конференции «Геология, геофизика и минеральное сырье Сибири». – Новосибирск, 2014. – Т. 1. – С. 192.

Петраков В. У. Стратиграфия нижнего палеозоя Туруханского района // Геология и геофизика. – 1964. – Т. 5. – Вып. 4. – С. 19–34.

Фонин В. Д., Смирнова Т. Н. Новая группа проблематических раннекембрийских организмов и некоторые методы их препарирования // Палеонтологический журнал. – 1967. – № 2. – С. 15–27.

Bengtson S. Early skeletal fossils / eds. J. H. Lipps, B. M. Waggoner // Neoproterozoic-Cambrian Biological Revolutions. The Paleontological Society Papers. – 2004. – Vol. 10. – Pp. 67–78.

Guo J., Parry L. A., Vinther J. et al. A Cambrian tommotiid preserving soft tissues reveals the metameric ancestry of lophophorates // Current Biology. – 2022. – No. 32. – Pp. 4769–4778.

Holmer L. E., Skovsted C. B., Brock G. A. et al. The Early Cambrian tommotiid Micrina, a sessile bivalved stem group brachiopod // Biology Letters. – 2008. – Vol. 4. – No. 6. – Pp. 724–728.

Kouchinsky A., Bengtson S., Murdock D. J. E. A new tannuolinid problematic from the lower Cambrian of the Sukharikha River in northern Siberia // Acta Palaeontologica Polonica. – 2010. – Vol. 55. – No. 2. – Pp. 321–331.

Skovsted C. B. A silicified tommotiid from the lower Cambrian of Greenland // Bulletin of Geosciences. – 2016. – Vol. 91. – No. 3. – Pp. 553–559.

Skovsted C. B., Brock G. A., Paterson J. R. et al. The scleritome of Eccentrotheca from the Lower Cambrian of South Australia: Lophophorate affinities and implications for tommotiid phylogeny // Geology. – 2008. – Vol. 36. – No. 2. – Pp. 171–174.

БАКТЕРИАЛЬНАЯ ПРИРОДА ОКСИДНЫХ ЖЕЛЕЗОМАРГАНЦЕВЫХ РУД МИРОВОГО ОКЕАНА

Е. А. Жегалло¹, В. В. Авдонин², Н. Е. Сергеева²

¹ Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва, ezheg@paleo.ru

² Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова, Москва

BACTERIAL NATURE OF OXIDE FERROMANGANESE ORES IN THE WORLD OCEAN

E. A. Zhegallo¹, V. V. Avdonin², N. E. Sergeeva²

¹ Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, ezheg@paleo.ru

² Lomonosov Moscow State University, Moscow

Аннотация. В результате электронно-микроскопического исследования было установлено, что в образовании железомарганцевых конкреций и кобальтоносных корок главную роль сыграли бактериальные маты, образованные специфическими бактериями.

Ключевые слова. Железомарганцевые конкреции, кобальтоносные корки, бактериальные маты, биопленки, бактерии, строматолиты, онколиты.

Abstract. A scanning electron microscopic study has demonstrated a key role of bacterial mats, formed by specific bacteria, in the genesis of ferromanganese nodules and cobaltiferous crusts.

Key words. Ferromanganese nodules, cobaltiferous crusts, bacterial mats, biofilms, bacteria, stromatolites, oncolites.

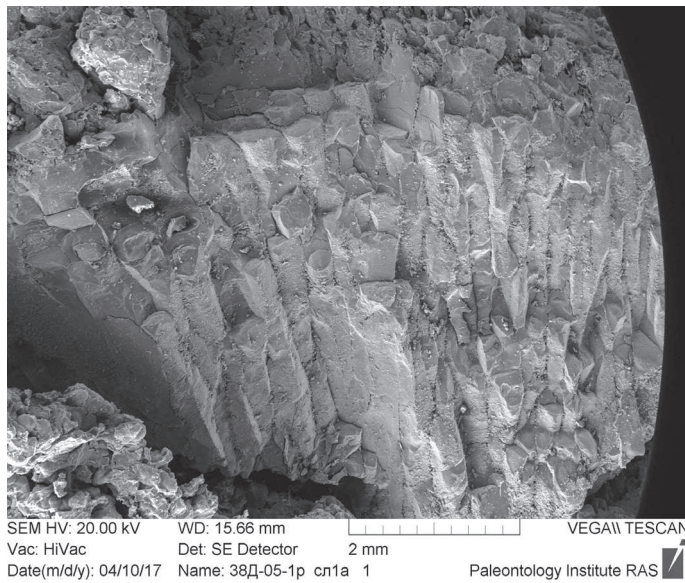
Оксидные железомарганцевые руды океанского дна представлены формациями железомарганцевых конкреций (ЖМК) и кобальтоносных корок (КМК). Конкреционные руды в виде скоплений округлых стяжений, полупогруженных в рыхлый осадок, усеивают океанское дно на обширных площадях глубоководных абиссальных котловин. Кобальтоносные корки образуют сплошные покровы, облекающие выходы коренных пород на склонах подводных гор. По составу корки близки конкрециям, но отличаются выдержанной стратификацией (рис. 1).

Начало образования оксидных руд совпадает с началом формирования современной структуры Мирового океана в конце средней юры. Это особый этап развития Земли, в результате которого образовался новый океанический тип коры, установился новый режим осадконакопления и возникла своеобразная геологическая формация – океанская водная толща. Интенсивное развитие базальтового магматизма определило начало второй (после протерозойской)



Рис. 1. Корка и конкреции из Центральной котловины Тихого океана

а



б



Рис. 2. Увеличенный фрагмент КМК представляет собой микростроматолит, состоящий из плотно расположенных столбцов (а); полированный шлиф МЖК, продольный разрез (б). Столбчато-слоистая текстура строматолита

а



б

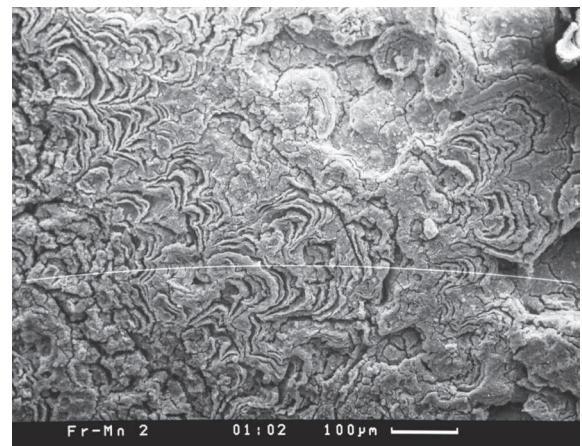


Рис. 3. Внутреннее концентрическое строение ЖМК (а); увеличенный фрагмент внутреннего строения ЖМК, фестоны онколита, образованные био пленками (б)

мезокайнозойской глобальной эпохи накопления железомарганцевых руд. Главная особенность оксидных руд состоит в том, что они находятся на стадии формирования: накопление рудного материала, начавшееся почти 170 млн лет назад, продолжается с перерывами и в настоящее время.

С момента первого обнаружения конкреций (1873 г. во время рейса «Челенджера») и до настоящего времени природа оксидных руд остается загадочной. И это несмотря на то, что и конкреции, и корки чрезвычайно широко распространены на океанском дне и повсюду доступны для изучения. И изучением руд более 50 лет (с тех пор, как выяснилась их промышленная значимость) занимаются научные коллективы многих стран мира. За это время было предложено несколько различных концепций оксидного железомарганцевого рудогенеза от гидрогенной до гальмиролитической, однако ни одна из них не смогла объяснить все особенности, ответить на все вопросы, связанные с этими образованиями.

С середины 1990-х годов мы тоже занялись изучением ЖМК и КМК (рис. 2, а, б; 3, а, б) на сканирующем электронном микроскопе.

Благодаря электронной микроскопии мы достаточно хорошо изучили строение ЖМК и КМК, были обнаружены остатки организмов, принимающие участие в строении этих руд. Наиболее часто встречаются кокколиты, радиолярии, спикулы губок, фораминиферы, панцири диатомовых, но все они не являлись основным строителями корок и конкреций. Детальное изучение субмикроскопических текстур и структур ЖМК и КМК, сопоставление наблюдаемых форм с материалами микробиологических и бактериальных палеонтологических исследований позволило нам обосновать вывод о том, что железомарганцевые конкреции являются своеобразными онколитами (рис. 3, а, б), а кобальтоносные корки – строматолитами (рис. 2, а, б), и что основой их строения являются бактериальные маты. Эти строматолиты и онколиты отличаются от классических карбонатных по ряду параметров. Во-первых, железомарганцевые строматолиты представляют собой столбчатые микростроматолиты, имеющие миллиметровые размеры столбиков, в отличие от карбонатных, у которых столбики могут достигать метровых размеров. Во-вторых, железомарганцевые конкреции – онколиты имеют более сложное внутреннее (фестончатое) строение, чем карбонатные. В-третьих, в образовании карбонатных строматолитов главную роль играют циано-бактериальные или альго-бактериальные маты, а в железомарганцевых постройках – биопленки с железобактериями, которые отличаются от цианобактерий значительно меньшими размерами. Но до появления в Палеонтологическом институте электронных микроскопов Tescan и Zeiss нового поколения наши рабочие увеличения были максимум до 5000 раз, в основном в 1000–2000 раз, поэтому мы не могли детально рассмотреть строение столбиков строматолитов и слоев онколитов, кроме единичных крупных нитчатых бактерий. Но в 2007 г. в ПИН получили два новых скана (рис. 4). Появилась возможность работать с увеличениями до 20 000 раз, а для более детальных исследований – до 100 000 раз. Благодаря этому мы смогли продолжить наши исследования на новом уровне, более детальном. Это коснулось и нашей работы по изучению ЖМК и КМК.

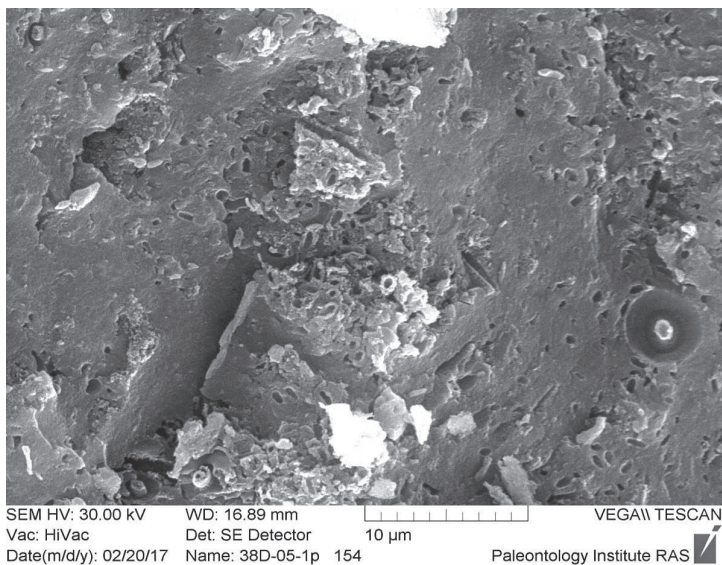


Рис. 4. Фрагмент плотного слоя строматолита с нитчатыми бактериями в виде целых и частично разрушенных полых трубочек и их отпечатков, справа – отпечаток кокколита

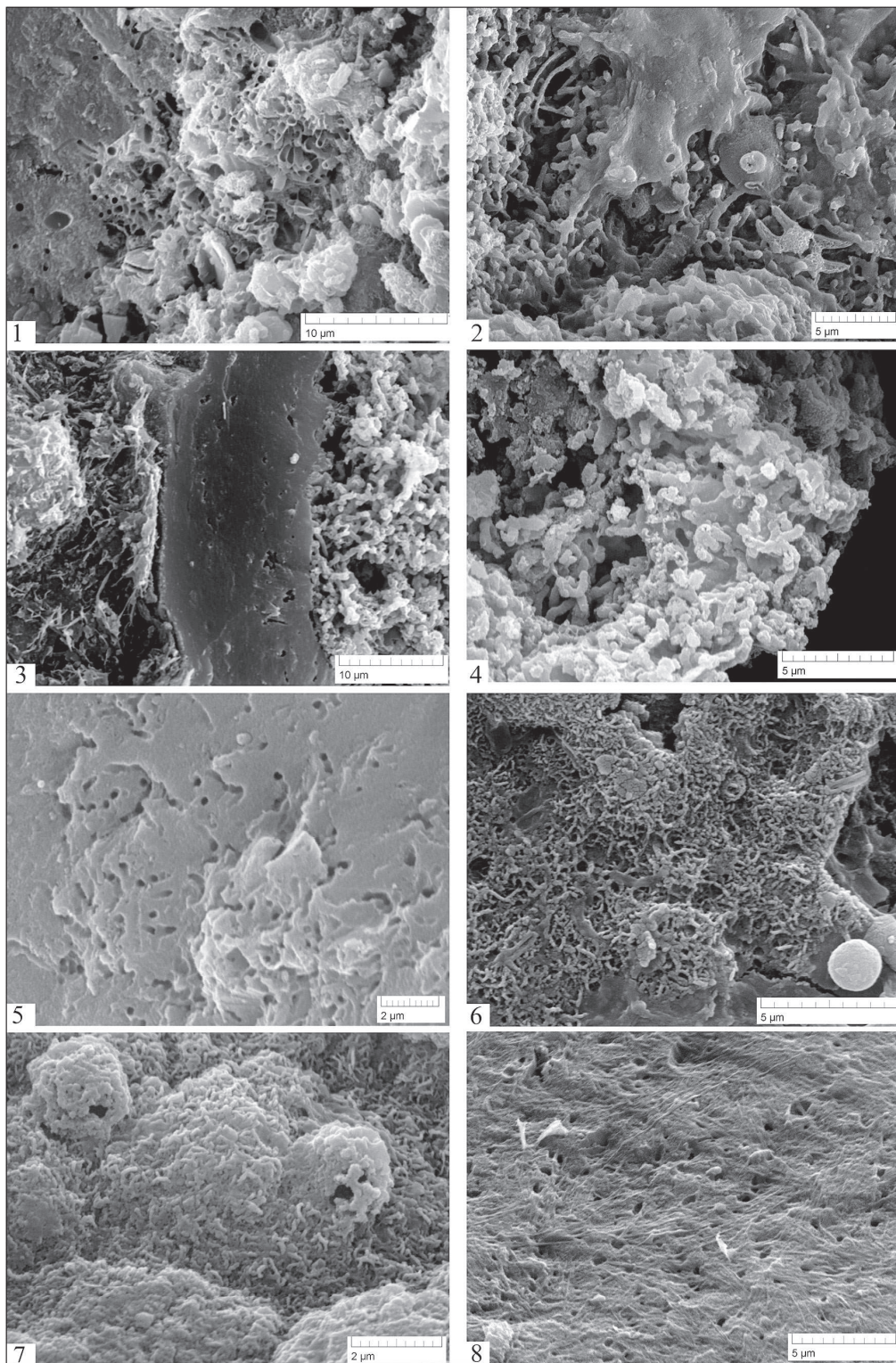


Рис. 5.

Фиг. 1 – фрагмент бактериального мата, образованного нитчатými железобактериями, бактерии в виде мелких полых трубочек. Фиг. 2 – фрагмент мата из нитчатых бактерий с ЭПС (гликокаликсом) в правой части снимка в виде пленки. Фиг. 3 – фрагмент строматолита с плотным, массивным и рыхлым слоями, в которых видны нитчатые железобактерии. Фиг. 4 – фрагмент бактериального мата, образованного нитчатými железобактериями, бактерии в виде мелких полых трубочек. Фиг. 5 – фрагмент плотного слоя при большом увеличении, хорошо видны полости и дырки – отпечатки нитчатых бактерий. Фиг. 6 – поверхности плотного слоя с очень тонкими нитчатými бактериями, бактерии короткие, у них хорошо видны клеточные пережимы. Фиг. 7 – поверхности плотного слоя с очень тонкими нитчатými бактериями, бактерии короткие, у них хорошо видны клеточные пережимы, могут распадаться на отдельные клетки. Фиг. 8 – поверхность плотного слоя с нитчатými бактериями очень длинными, образующими с гликокаликсом биопленку в строматолите

Нитчатые железобактерии могут сохраняться в виде фоссилизированных трихомов или их отпечатков, а кроме того, могут встречаться участки минерализованных свободных ЭПС (гликокаликса) (рис. 5). Сохранность различных объектов может сильно отличаться не только в отдельных слоях, но и в одном образце на небольшом расстоянии друг от друга, что отражает различное физиологическое состояние бактерий в составе одного сообщества. Их изучение необходимо проводить при увеличениях от $\times 3000$ и больше, при меньшем увеличении железобактерии не видно. Во всех слоях нитчатые железобактерии присутствуют не как единичные экземпляры, а как массовый материал, следовательно, они являются основными матообразователями. Коккоидные бактерии встречаются значительно.

Мы рассматриваем и корки, и конкреции как продукты жизнедеятельности бактериальных сообществ, которые в процессе эволюции приобрели способность окислять двухвалентные соединения железа и марганца и осаждать оксиды металлов в кристаллической или аморфной форме внутри и на поверхности клеток, формируя таким образом структурный каркас построек. Вероятнее всего, продуктами окисления извлеченных металлов являются аморфные слабо окристаллизованные оксиды (гидрооксиды) марганца и железа, отлагающиеся в клетках, связывающиеся с клеточными стенками или накапливающиеся в гликокаликсе. Таким образом, происходит постепенное заполнение кристаллическими или аморфными минералами всех элементов бактериальной структуры. Впоследствии в процессе диагенеза они преобразуются в преобладающие в оксидных рудах вернадит, ферроксигити и другие минералы. К этому необходимо добавить, что растущие корки и конкреции, имея высокую пористость и тонкодисперсное строение, обладали большой сорбционной емкостью. По этой причине оксидные руды насыщались комплексом цветных, редких, редкоземельных металлов.

Литература

Авдонин В. В., Кругляков В. В., Лыгина Т. И. и др. Оксидные железомарганцевые руды океана: генетическая интерпретация текстур и структур. – М. : ГЕОС, 2014. – 163 с.

Авдонин В. В., Жегалло Е. А., Сергеева Н. Е. Бактериальная природа оксидных железомарганцевых руд Мирового океана. – М. : ГЕОС, 2020. – 250 с.

Бактериальная палеонтология / под. ред. А. Ю. Розанова. – М. : РАН, 2021. – 124 с.

ПРОБЛЕМЫ СИСТЕМАТИКИ, ТАКСОНОМИИ И ИЗУЧЕНИЯ СКОЛЕКОДОНТОВ В РОССИИ

Т. А. Кулашова

Государственный биологический музей им. К. А. Тимирязева, Москва, takulashova@yandex.ru

ISSUES OF SYSTEMATICS, TAXONOMY, AND STUDY OF SCOLECODONTS IN RUSSIA

T. A. Kulashova

Timiryazev State Biological Museum, Moscow, takulashova@yandex.ru

Аннотация. Статья посвящена проблемам аппаратной систематики, сложностям таксономии и синонимии, а также недостаточной изученности сколекодонтов на территории России и в мире. Приведены примеры особенностей, затрудняющих изучение группы. Обращено внимание на необходимость и перспективы исследования сколекодонтов.

Ключевые слова. Сколекодонты, систематика, таксономия.

Abstract. The article focuses on scolecodont's systematics, taxonomy problems, and understudy in Russia. The confusion in taxonomy and classification produces issues that indirectly lead to a poor understanding of the scolecodont material during work. Consequently, despite its long history since its discovery, the group still needs to be explored. Some examples are presented in this work.

Key words. Scolecodonts, systematics, taxonomy.

Сколекодонты – это органические челюстные элементы полихет (многощетинковых червей), встречающиеся в ископаемом состоянии с самого позднего кембрия по настоящее время. История изучения сколекодонтов с момента первого их обнаружения насчитывает более 150 лет. Э. Эйхвальд (Eichwald, 1854) и Х. И. Пандер (Pander, 1856) были одними из первых, кто документировано обозначили сколекодонты как что-то новое. Однако первые систематические описания были сделаны только спустя 20 лет благодаря Г. Дж. Хинду (Hinde, 1879, 1880). Он описал изолированные ископаемые челюсти на основе принятой на тот момент систематики современных полихет. Его материал происходил из кембрийско-силурийских, силурийских и девонских отложений Канады, верхнего карбона Шотландии и силурийских отложений Западной Англии.

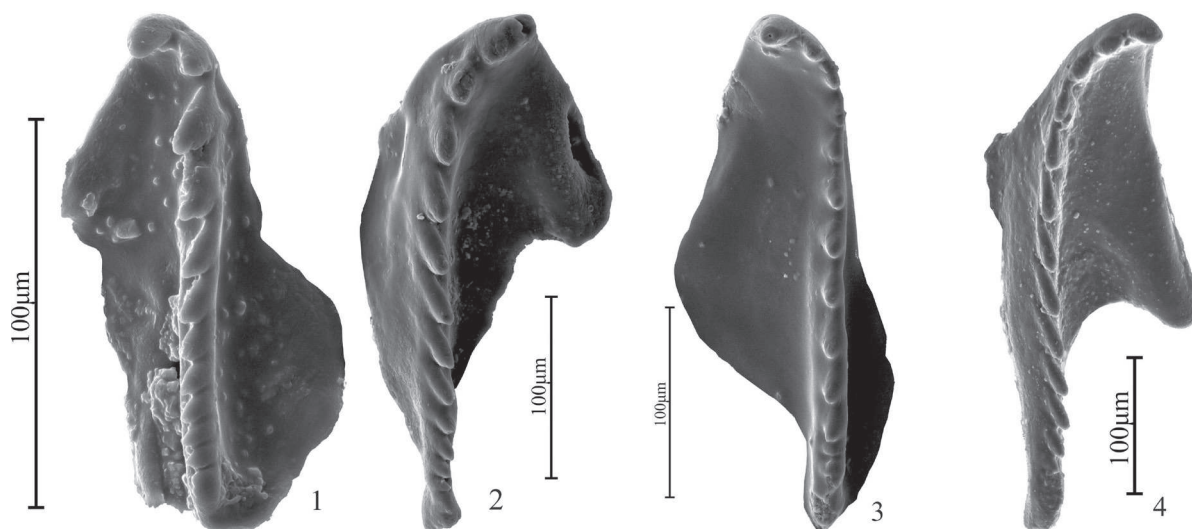


Рис. 1. Морфологическое разнообразие сколекодонтов. Скв. Toolse PH014B, северо-восток Эстонии, средний девон, дарривильский ярус, кундаский горизонт:

1 – *Pteroptelta gladiata* Eisenack, 1939, МИ, экз. K224-13, обр. OM22-7; 2 – *P. gladiata*, МИ, экз. K223-1, обр. OM22-9; 3 – *Oeononites* cf. *jennyensis* Eriksson 1997, МИ, экз. K223-3, обр. OM22-9; 4 – *Oeononites* sp. A, МИ, экз. K224-20, обр. OM22-6

С тех пор было выпущено немало публикаций, однако сколекодонты по-прежнему остаются малоизученными, особенно в сравнении с другими микропалеонтологическими группами. В настоящее время число публикаций по сколекодонтам насчитывает около 460 работ, включая диссертации и авторефераты. Из них 30 % статей посвящены ордовикским отложениям (Hints, Eriksson, 2007; Kulashova, Hints, 2022). Проблема низкой заинтересованности в изучении сколекодонтов в первую очередь связана с их «слабым» стратиграфическим значением, которое, в свою очередь, связано с низкой изученностью группы. Комплексы для большинства стратиграфических интервалов пока просто не выявлены.

Еще одной сложностью в изучении сколекодонтов являются проблемы систематики и таксономии. Т. к. речь идет об ископаемом материале, то систематика сколекодонтов в первую очередь основана на морфологии. Чаще всего при растворении породы мы получаем дисперсные изолированные единичные челюсти. Однако при жизни животного они образовывали челюстной аппарат. Современная общепринятая систематика сколекодонтов в первую очередь основана на челюстных аппаратах (Kielan-Jaworowska, 1966), что, к сожалению, не всегда удобно в использовании и порождает много путаницы и ошибок. Так, например, ряд ученых считает (Hints, Eriksson, 2007), что если в одном образце было встречено 2 правых и 2 левых изолированных челюсти, то описывать их надо как 2 челюстных аппарата, а не как 4 изолированных челюсти. Данная позиция является логической ошибкой, ведь неизвестно наверняка, были ли они в сочленении при жизни животного или нет. Кроме того, не всегда морфология максилл (челюстей) позволяет точно сказать о видовой или родовой принадлежности. Такая ситуация продемонстрирована на рис. 1. Здесь представлено 2 правых и 2 левых максиллы первого порядка. Левые максиллы имеют очень характерную форму. Одна из них однозначно принадлежит *Pteroptelta gladiata* Eisenack, 1939, а вторая – *Oeononites* cf. *jennyensis* Eriksson, 1997 (рис. 1, фиг. 1, 3). Правые максиллы морфологически схожи для различных аппаратов, поэтому, встретив изолированную правую максиллу, можно ошибиться даже в родовом определении (рис. 1, фиг. 2, 4).

Остро стоит и вопрос таксономических названий. Частично это связано со сложностью доступа или утерей первоописанного материала, частично с доступом к литературе, большинство из которой еще не оцифровано или вовсе отсутствует в российских научных библиотеках. Так, очень часто возникает путаница в родовых, а иногда и видовых названиях. Рассмотрим один из примеров. На рис. 2 представлена неполная синонимика рода *Paulinites* Lange, 1947.

С момента выделения рода и вплоть до 1989 г. проблем не возникало, однако когда К. Ф. Бергман (Bergman, 1989) описывал силурийские паулинитидные сколекодонты Швеции,

Семейство Paulinitidae Lange, 1947 Род Paulinites Lange, 1947	
<p>Paulinites: Lange, 1949, p. 14 Kielan-Jaworowska, 1961, p. 239 Kielan-Jaworowska, 1962, p. 298, 311; Kielan-Jaworowska, 1966, p. 125; Taugourdeau, 1967, p. 472; Szaniawski, 1970, p. 465; Szaniawski, Wrona, 1973, p. 224; Nakrem et al., 2001, p. 78; Eriksson et al., 2004, p. 278;</p>	<p>Kettnerites: Bergman, 1991, p. 247; Bergman, 1998, p. 633, 636 Eriksson et al., 2005, p. 493 Hints, Eriksson, 2007, p. 98-99, 105-106; Eriksson, Hints, 2009, p. 458 Tonarová, Eriksson, Hints, 2012, p. 728; Eriksson et al., 2013, p. 268, 269; Szaniawski, Drygant, 2014, p. 8 Tonarova et al., 2016, p. 11</p>

Рис. 2. Синонимика рода *Paulinites* Lange, 1947

он использовал родовое название *Kettnerites Zebera*, 1935, ссылаясь на правило приоритета. Да, род *Kettnerites* был описан раньше, но это наименование не использовалось более 50 лет, что по кодексу зоологической номенклатуры (Кодекс зоологической номенклатуры ... , 2004) позволяет его не применять. Кроме того, типовые виды (*Kettnerites kosoviensis* Zebera, 1935 и *Paulinites paranaensis* Lange, 1947) у этих родов разные (Szaniawski, Drygant, 2014). Сам Бергман отмечал, что род *Paulinites* основан на челюстном аппарате, как это принято в современной систематике, в то время как *Kettnerites* – на изолированных челюстях. Невзирая на это, многие родовые названия были сведены в синонимику к роду *Kettnerites* (в том числе частично рода *Nereidavus* Grinnell, 1877, *Arabellites* Hinde, 1879 и *Ildraites* Eller, 1936). С этого момента началась путаница с использованием двух родовых названий. При этом часть ученых полагала, что все же рода *Kettnerites* и *Paulinites* различны и не являются синонимами (Szaniawski, Drygant, 2014). Некоторые стали описывать виды в новой конфигурации (Hints, Eriksson, 2007), что запутало всех еще больше. Тем не менее в настоящее время чаще употребляется родовое название *Kettnerites* вместо *Paulinites* (Bergman 1989, 1991; Tonarova, 2008). Такая сложность в понимании объема родов наблюдается и в других семействах.

Географически почти все работы сконцентрированы за пределами России, невзирая на то, что материал, который встречается на ее территории, чрезвычайно богатый и разнообразный. Однако публикаций по этому материалу мало. Единичные статьи по сколекодонтам территории России содержат лишь упоминания об их присутствии, в том числе обильном, в общем комплексе ископаемых остатков. Так, например, сколекодонты верхнего девона отмечались в ряде работ палинологов и конодонтологов (Родионова и др., 1995; Алексеев, Реймерс, 2004, 2005; Минина, Небееркутина, 2012; Минина, 2013; Плотицын и др., 2015). Первые определения позднедевонских сколекодонтов на территории России были сделаны относительно недавно (Кулашова и др., 2017; Назарова и др., 2019; Kulashova, 2019).

Таким образом, изучение сколекодонтов находится только в начале своего пути. Группа требует ревизии и тщательного исследования, а разнообразный по возрасту и палеоэкологии материал из России может стать фундаментом для нового витка в изучении ископаемых челюстей червей.

Литература

Алексеев А. С., Реймерс А. Н. Морская биота позднего девона и среднего–позднего карбона центральных районов Русской платформы: сравнительный анализ / ред. А. С. Алексеев // Палеострат-2004. Годичное собрание секции палеонтологии МОИП (26–27 января 2004 г., Москва). Программа и тезисы докладов. – М. : ПИН РАН, 2004. – С. 5–6.

Алексеев А. С., Реймерс А. Н. Сравнительный анализ морской биоты бассейнов позднего девона и среднего–позднего карбона центральных районов Русской платформы // Палеобиология и детальная стратиграфия фанерозоя. К 100-летию со дня рождения академика В. В. Меннера. – М. : РАЕН, 2005. – С. 94–101.

Кодекс зоологической номенклатуры. Международный кодекс зоологической номенклатуры. Издание четвертое. Принят Международным союзом биологических наук. – М. : Товарищество научных изданий КМК, 2004. – 223 с.

Назарова В. М., Кононова Л. И., Кулашова Т. А., Зайцева Е. Л. Биостратиграфическая характеристика опорного разреза франского яруса (верхний девон) центральной части Воронежской антеклизы (скв. 16 Щигры, с. Нижнекрасное, Курская область) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2019. – Т. 27. – № 2. – С. 80–106.

Минина О. Р. Особенности режима осадконакопления девонских отложений западного Забайкалья по данным анализа палинофааций // Осадочные бассейны, седиментационные и постседиментационные процессы в геологической истории. Материалы VII Всероссийского литологического совещания (28–31 октября 2013 г., Новосибирск). – 2013. – Т. 2. – С. 278–282.

Минина О. Р., Небееркутина Л. Н. Стратиграфия верхнего девона Саяно-Байкальской горной области // Вестник ВГУ. Серия геол. – 2012. – № 1. – С. 27–37.

Плотицын А. Н., Соболев Д. Б., Груздев Д. А. Граница девона и карбона на Приполярном Урале (разрез р. Сывью) // Современные проблемы палеонтологии. Материалы LXI сессии Палеонтологического общества при РАН (13–17 апреля 2015 г., Санкт-Петербург). – СПб., 2015. – С. 91–92.

Родионова Г. Д., Умнова В. Т., Кононова Л. И. и др. Девон Воронежской антеклизы и Московской синеклизы. – М. : ЦРГЦ, 1995. – 265 с.

- Bergman C. F.* Silurian paulinitid polychaetes from Gotland // *Fossils and Strata*. – 1989. – Vol. 25. – Pp. 1–128.
- Bergman C. F.* Revision of some Silurian Paulinitid Scolecodonta from Western New York // *Journal of Paleontology*. – 1991. – Vol. 65. – No. 2. – Pp. 248–254.
- Eichwald E.* Die Grauwackenschichten von Liv- und Estland // *Bulletin de la Imperiale des Naturalistes de Moscou*. – 1854. – Vol. 27. – Pp. 1–111.
- Hinde G. J.* On Annelid Jaw from the Cambro-Silurian, Silurian, and Devonian Formations in Canada and from the Lower Carboniferous in Scotland // *Quarterly Journal of the Geological Society of London*. – 1879. – Vol. 35. – Pp. 370–389.
- Hinde G. J.* On Annelid jaws from the Wenlock and Ludlow formations of the West of England // *The Quarterly Journal of the Geological Society of London*. – 1880. – Vol. 36. – Pp. 368–378.
- Hints O., Eriksson M.* Diversification and biogeography of scolecodont-bearing polychaetes in the Ordovician // *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*. – 2007. – Vol. 254. – No. 1, 2. – Pp. 95–114.
- Kielan-Jaworowska Z.* Polychaete jaw apparatuses from the Ordovician and Silurian of Poland and a comparison with modern forms // *Acta Palaeontologica Polonica*. – 1966. – No. 16. – Pp. 1–152.
- Kulashova T. A.* Microornamentation and Regeneration: an Example from Devonian Scolecodonta from the Voronezh Antecline // *Paleontological Journal*. – 2019. – Vol. 53. – No. 9. – Pp. 972–976.
- Kulashova T. A., Hints O.* Early and Middle Ordovician scolecodonta from northern Estonia // *From Gondwana to Laurasia. The 6th International Palaeontological Congress. Abstract*. – At : Khon Kaen, Thailand, 2022. – Pp. 352.
- Pander C. H.* Monographie der fossilen Fische des Silurischen Systems der Russisch-Baltischen Gouvernements // *Kaiserliche Akademie Wissenschaften St. Petersburg*. – 1856. – Pp. 1–91.
- Szaniawsk H., Drygant D.* Early Devonian scolecodonta from Podolia, Ukraine // *Acta Palaeontologica Polonica*. – 2014. – Vol. 59. – No. 4. – Pp. 967–983.
- Tonarova P.* Revision of Kettnerites Žebera, 1935 (Scolecodonta, Silurian of the Barrandian area, Czech Republic): preliminary results // *Acta Musei Nationalis Pragae, Series B, Historia Naturalis*. – 2008. – Vol. 64. – No. 2–4. – Pp. 185–192.

ОСТАТКИ МИКРООРГАНИЗМОВ В РИФЕЙСКИХ СТРОМАТОЛИТАХ (R₁, R₃) ВОЛГО-УРАЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Т. В. Литвинова

Геологический институт РАН, Москва, litvinova-geo@rambler.ru

REMAINS OF MICROORGANISMS IN RIPHEAN STROMATOLITES OF THE VOLGA-URAL REGION (R₁, R₃)

T. V. Litvinova

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, litvinova-geo@rambler.ru

Аннотация. В строматолитах калтасинской (R₁) и леузинской (R₃) свит Волго-Уральской области с помощью РЭМ выявлены остатки микроорганизмов. Установлено, что темная окраска постройки обусловлена обогащением углеродом всех ее биогенных и абиогенных составляющих. Обсуждаются возможные причины этого события и перспектива поиска в этих отложениях углеводородов.

Ключевые слова. РЭМ, бактериальные пленки, нитевидные микрофоссилии, углеводороды.

Abstract. In the core stromatolites of the Kaltusinskaya (R₁) and Leuzinskaya (R₃) formations of the Volga-Ural region, remnants of microorganisms were detected using SEM. It is established that the dark color of the building is due to the carbon enrichment of all its biogenic and abiogenic components. The possible causes of this event and the prospect of searching for hydrocarbons in these deposits are discussed.

Key words. REM, Bacterial films, Filamentous microfossils, hydrocarbons, composition.

В работе рассматриваются остатки организмов в строматолитах калтасинской (R₁) и леузинской (R₃) свит, интенсивно окрашенных в черный цвет. Они вскрыты соответственно 7000 Арланской (I) и Красноусольской (II) скважинами.

1. Скв. 7000 Арланская находится в северной приосевой зоне Камско-Бельского авлакогена, в 175 км к северо-западу от г. Уфа. При бурении был вскрыт стратиграфически полный разрез нижнерифейской калтасинской свиты мощностью 1585 м. Она сложена доломитами и доломитовыми мергелями с пачками аргиллитов и отдельными прослоями полевошпат-кварцевых алевролитов и песчаников (Сергеева и др., 2021). В доломитах свиты на глубинах 2206

и 2848 м установлены (Дьякова и др., 2023) пластово-столбчатые строматолиты (рис. 1, а). С помощью РЭМ в пробах, включающих органогенные слои строматолитов, были выявлены частично сплюснутые обрывки бактериальных пленок (рис. 1, б–ж) двух видов. Первые из них, размером 30–35 мкм в диаметре, имеют несколько округлые формы и неровные края (рис. 1, б, в). Они смяты, иногда закручены и имеют сложно структурированную поверхность, обусловленную скоплением тонких (0,2 мкм) перекристаллизованных нитевидных составляющих (рис. 1, в₁). Бактериальные пленки второго типа представляют собой узкие вытянутые образования размером от 60–120 мкм в длину до 6–20 мкм в ширину (рис. 1, г–ж), которая выдержана в пределах каждого отдельного экземпляра по всей его длине. Протяженные края таких пленок относительно ровные, а окончания узкой стороны часто разделяются на две и более части (рис. 1, д–ж). Их форма, размеры и анализ строения показывают, что такие бактериальные пленки сложены пучками нитей, объединенных литифицированной слизистой оболочкой. В пробах выявлены и отдельные относительно крупные трубчатые образования длиной от 100 до 600 мкм, шириной 8–12 мкм (рис. 1, з–к). Они имеют гладкую поверхность и открытое

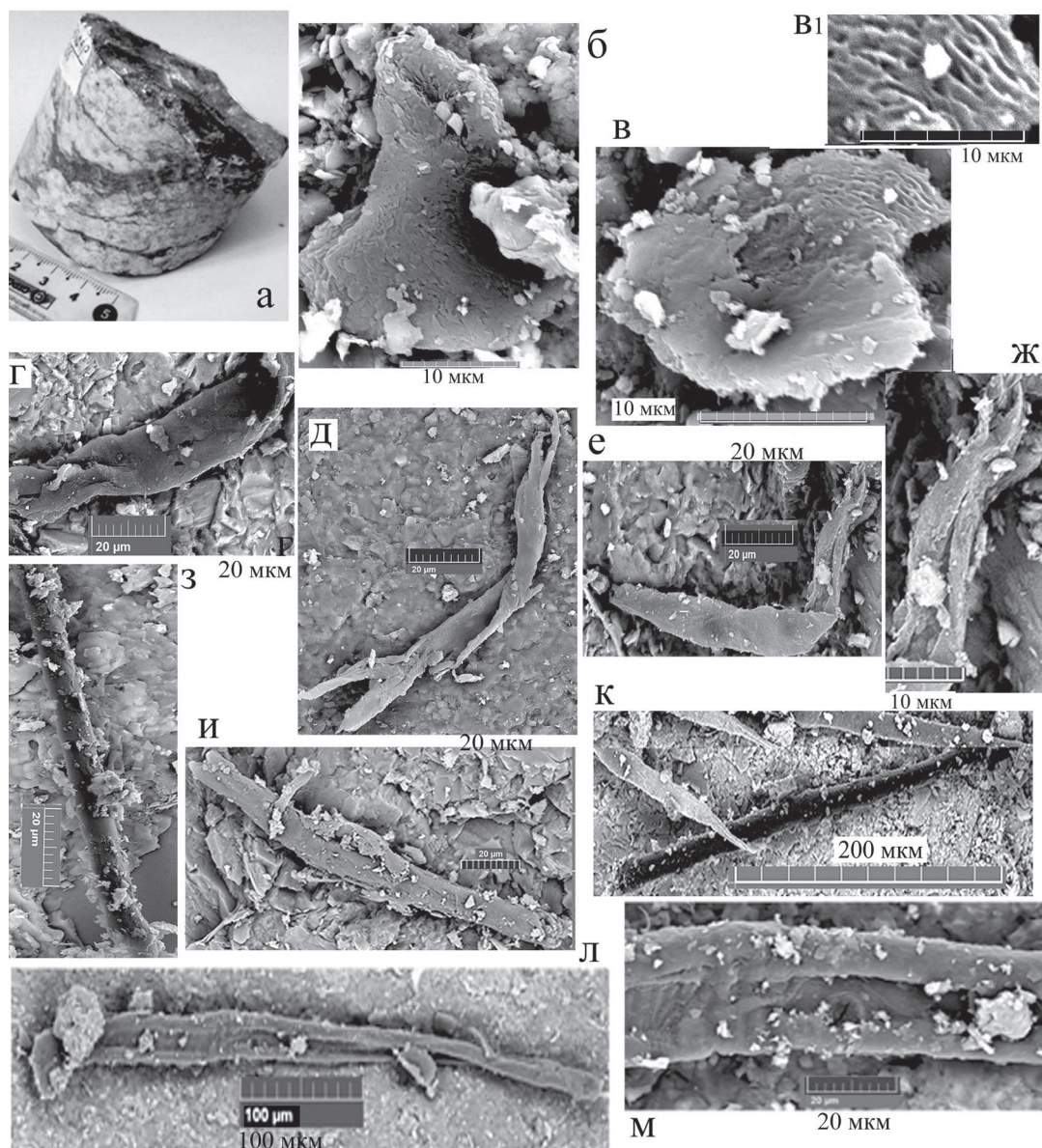


Рис. 1. Микроорганизмы в строматолитах калтасинской свиты (R₁), скв. 7000 Арланская:

а – доломиты, включающие пластово-столбчатые строматолиты, керн; б, в, в₁ – бактериальные пленки и их структура; г–ж – бактериальные пленки с пучками нитчатых микрофоссилий; з–к – трубчатые микрофоссилии, раскрытые полые чехлы трихомов

окончание. Часть из трубчатых образований частично либо полностью раскрыта (рис. 1, л, м) по всей длине, они представляют собой остатки полых чехлов трихомов.

2. Красноусольская скважина расположена в Предуральском краевом прогибе, южнее пос. Красноусольский Гафурийского района, Башкортостан. Она вскрывает верхнерифейские породы леузинской свиты мощностью 576 м. В интервале глубин 3420–3454 м установлены черные столбчато-пластовые строматолиты и их реликты, включенные в серые, частично брекчированные доломиты с прожилками и линзами черных кремней (Сергеева и др., 2021). Строматолитовые столбики высотой от 15 до 40 мм, шириной порядка 6–10 мм (рис. 2, а). Они характеризуются тончайшей, едва заметной из-за черной окраски слоистостью. Выпуклая округлая поверхность слоев направлена вверх, формируя обычные для строматолитов округлые арки, высота которых в осевой части составляет порядка 2–3 мм, угол наклона – около 20°.

При исследовании проб (гл. 3448) с помощью РЭМ были установлены относительно некрупные (до 40 мкм), разрозненные, частично скомканные и скрученные в плотные многослойные образования (рис. 2, б, в) бактериальные пленки. Некоторые из них имеют

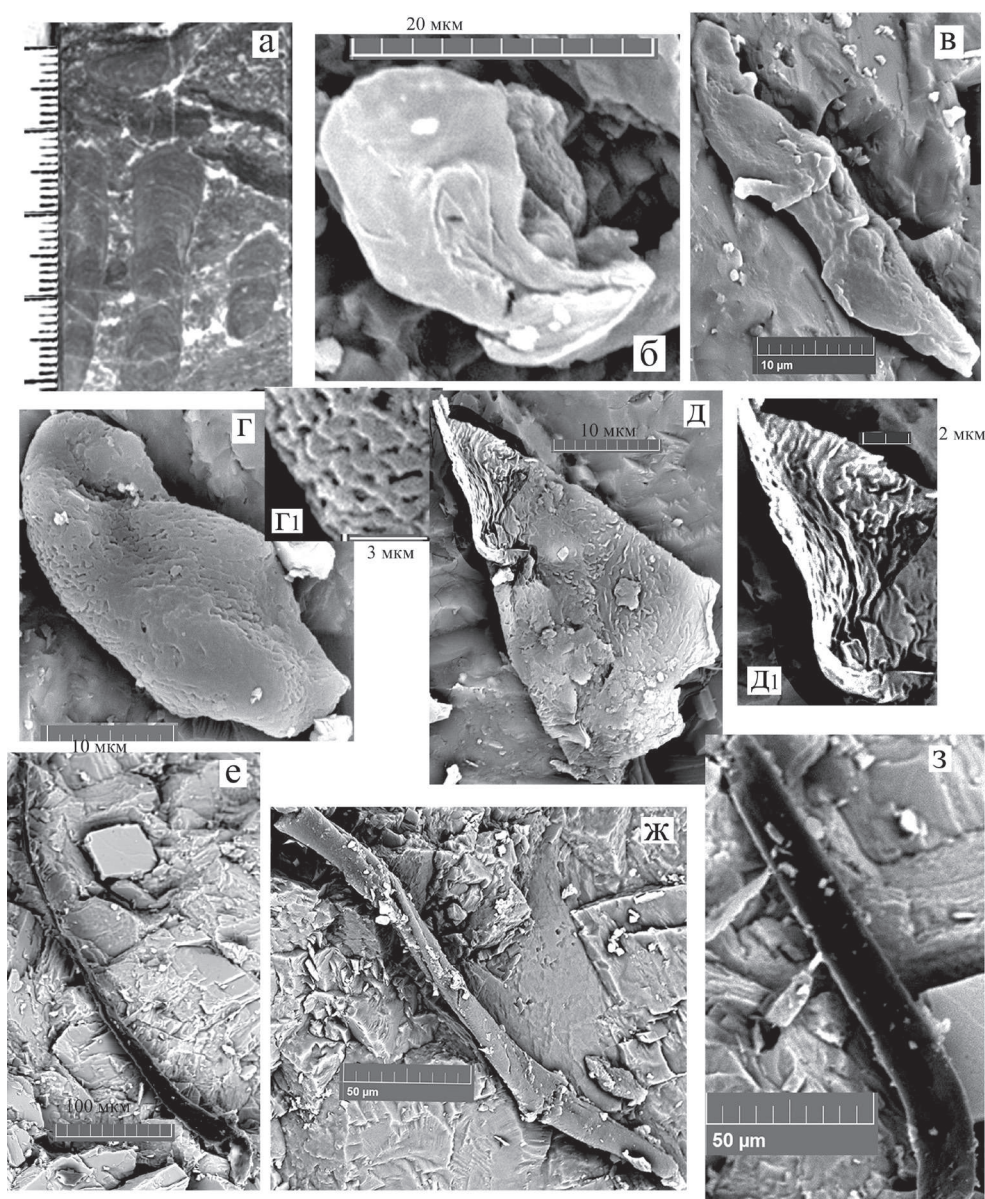


Рис. 2. Микроорганизмы в строматолитах леузинской свиты (R₃), Красноусольская скважина:

а – столбчатые строматолиты; б–д₁ – бактериальные пленки и их фрагменты с нитчатой микроструктурой; е–ж – несептированные полые трубчатые микрофоссилии, раскрытый полый чехол трихома

Состав биогенных образований и вмещающих их пород, %

св.	эл.	C	Na	Mg	Al	Si	K	Ca	Cl	Fe	Σ
R ₁ kt	бп	88,33	0,7	0,72	2,18	5,63	0,79	0,87	0,08	0,43	99,73
	мф	87,28	1,05	0,98	2,75	4,96	0,94	1,21	0,14	0,46	99,75
	вп	44,81		20,76		8,0		33,29	1,2	0,8	100
R ₃ ls	бп	91,08	1,34	1,98	0,14	0,9	0,51	3,27		0,15	99,37
	мф	96,63		1,2	0,2	0,18		1,64	0,01	0,04	100
	вп	55,97		17,2	5,04	0,34	0,15	26		0,48	100

Примечание. Св. – свиты, эл. – элементы, бп – бактериальные пленки, мф – микрофоссилии, вп – вмещающая порода

отчетливую частично смятую нитевидную структуру (рис. 2, *з*, *з*₁) либо полностью сложены пучками перекристаллизованных нитчатых микрофоссилий, прилегающих друг к другу (рис. 2, *д*₁). В пробах выявлены также остатки фоссилизованных нитевидных микроорганизмов двух видов. Одни из них представляют собой полый раскрытый чехол трихома выдержанной толщины (рис. 2, *е*, *з*), несептированный и неветвящийся, с открытым окончанием. Вторые сложены частично скрученными политрихомами трубчатыми образованиями цилиндрической формы диаметром 4 мкм (рис. 2, *ж*), включающие нити толщиной 4–6 мкм. Они состоят из двух неплотно соединенных неодинаковых частей, расширяющихся в месте стыковки и формирующих поперечный соединительный шов. Все остатки микроорганизмов в строматолитах калтасинской (R₁kt) и леузинской (R₃ls) свит характеризуются чрезвычайно высоким количеством углерода (таблица, бп, мф), значение которого и во вмещающих микроорганизмы (вп) породах завышено в 2–3 раза. В доломитах, включающих строматолитовые постройки, количество углерода соответствует его кларковому значению в карбонатных породах, известняках и доломитах.

Заключение. В столбчато-пластовых карбонатных строматолитах калтасинской (R₁kt) и леузинской (R₃ls) свит Волго-Уральской области установлены фоссилизованные микроостатки организмов. Среди них выявлены бактериальные пленки с пучками нитей, нитчатые микрофоссилии и полые чехлы трихомов, часть из которых имеет значительную длину (до 300 мкм). Последние могут представлять собой остатки взрослых осцилляториевых цианобактерий *Oscillatorioopsis* sp.? (Крылов, Сергеев, 1986). И те, и другие строматолиты сложены органогенными породами темного цвета, что не является характерным для большинства докембрийских биогенных построек. Подобные темные строматолиты установлены в Змеиных горах Южного Урала (Кусинский и Саткинский район Челябинской области), где в основании саткинской свиты нижнего рифея известны два фосфатных горизонта (Петров и др., 2001). Они приурочены исключительно к строматолитовым столбикам, вмещающие их светло-серые карбонатные породы не содержат фосфатного материала. Микроорганизмы и идентичность строения фосфатных и кремневых строматолитов саткинской свиты (Литвинова, 2014), находящихся на одном стратиграфическом уровне, указывают на вторичность процесса фосфатизации. Подобные строматолитовые месторождения фосфора известны во многих докембрийских отложениях (Литвинова, 2014). Практически аналогичная картина наблюдается и в исследованных выше строматолитах, только в данном случае их окраска связана с высоким содержанием вторичного углерода, который также не затрагивает вмещающие строматолитовые постройки породы, литифицированные на более ранних стадиях диагенеза. Цианобактериальное сообщество – строители строматолитов – включают внеклеточное полимерное вещество микробного происхождения (EPS). Оно имеет пористую структуру, позволяющую впитывать воду (Гусев, Минеева, 2003). Организмы способны длительное время удерживать влагу, что замедляет процесс литификации отложений в зонах развития цианобактериального сообщества, поэтому процесс обогащения углеродом

затронул только биогенный осадок, не имея возможности проникнуть во вмещающие строматолиты породы. Количество углерода, постоянного спутника микроорганизмов, существенно возросло в строматолитах, обогатив в том числе обычно более светлые минеральные слои строматолитовых столбиков.

Многие исследователи считают, что для расширения объема добычи углеводородов необходимо привлечение глубоко залегающих комплексов отложений, причем с карбонатными коллекторами (Алексеев, 2012). В качестве перспективных толщ рассматриваются в том числе калтасинская (Егорова, 1986; Лагутенкова, Чепикова, 1982) и леузинская (Солодова, 2021) свиты. В карбонатных отложениях калтасинской свиты в скважинах 7000 Арланская, 203 Бедряжская и другие отмечаются зоны нефтепроявления (Дьякова и др., 2023), что согласуется и с геохимическими данными по этому району (Карасева и др., 2005). Результаты исследования существенно обогащенных углеродом строматолитов и их сопоставление со строматолитовыми месторождениями фосфора подтвердили перспективность проведения поисковых работ на углеводородное сырье и позволили обосновать это на фактическом материале.

Исследования выполнены в рамках госбюджетной темы Геологического института «Периодизация протерозоя и роль глобальных изменений среды и климата в эволюции докембрийской биосферы» (ФММГ-2023-0004Б).

Литература

Алексеев А. Курс на карбонаты. Разработка карбонатных коллекторов в «Газпром нефти» // Сибирская нефть. – 2017. – № 1. – С. 28–36.

Гусев М. В., Минеева Л. А. Микробиология. – М. : Академия, 2003. – 447 с.

Дьякова С. А., Литвинова Т. В., Сергеева Н. Д. Биогенные ультрамикроструктуры в строматолитах рифея Волго-Уральской области / ред. И. И. Чайковский // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. – Пермь : ПГНИУ, 2023. – Вып. 26. – С. 35–44.

Егорова Н. П. Геохимический критерий нефтегазоносности докембрия Башкирского Приуралья. – М. : Недра, 1986. – 168 с.

Карасева Т. В., Денисов А. И., Башкова С. Е. Рифейские отложения Волго-Уральской НГП как перспективной объект для поисков углеводородов // Стратегия развития минерально-сырьевого комплекса Приволжского и Южного округов на 2006 и последующие годы. Тезисы докладов научно-практической конференции. – Саратов, 2005. – С. 76–77.

Крылов И. Н., Сергеев В. Н. Рифейские микрофоссилии Южного Урала в районе г. Куса // Стратиграфия, литология и геохимия верхнего докембрия Южного Урала и Приуралья. – Уфа : БФ АН СССР, 1986. – С. 51–56.

Лагутенкова Н. С., Чепикова И. К. Верхнедокембрийские отложения Волго-Уральской области и перспективы их нефтегазоносности. – М. : Наука, 1982. – 112 с.

Литвинова Т. В. Строматолитовые фосфориты Южного Урала и их генезис // Литосфера. – 2014. – С. 50–59.

Сергеева Н. Д., Пучков В. Н., Карасева Т. В. Верхний протерозой (рифей и венд) Волго-Уральской области в параметрических и глубоких скважинах. – Уфа : Книга-Принт, 2021. – 196 с.

Солодова С. А. Карбонатные уровни верхнего рифея Волго-Уральской области (шиханкая и леузинская свиты) и перспектива их нефтегазоносности // Геологический вестник. – 2021. – № 2. – С. 17–30.

Петров В. И., Шалагин А. Э., Пунегов Б. Н. Фосфориты в саткинской свите нижнего рифея Южного Урала // Общие проблемы стратиграфии и геологической истории рифея Северной Евразии. Тезисы докладов Всероссийского совещания. – Екатеринбург : ИГГ Уро РАН, 1995. – С. 78–79.

БИОТИЧЕСКИЕ И АБИОТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В МИКРООНКОЛИТАХ (V)

Т. В. Литвинова¹, П. Н. Колосов²

¹ Геологический институт РАН, Москва, litvinova-geo@rambler.ru

² Институт геологии алмаза и благородных металлов СО РАН, Якутск, petrkolosov36@mail.ru

BIOTIC AND ABIOTIC PROCESSES IN MICROONCOLITES (V)

T. V. Litvinova¹, P. N. Kolosov²

¹ Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, litvinova-geo@rambler.ru

² Institute of Geology of Diamond and Precious Metals, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Yakutsk, petrkolosov36@mail.ru

Аннотация. С помощью СЭМ в различных по строению и генезису микроонколитах тиновской свиты (V) Байкало-Патомского нагорья Восточной Сибири установлены микрофоссилии и водные грибы. Обсуждается роль биотических и абиотических факторов в их формировании.

Ключевые слова. СЭМ, микроонколиты, микроорганизмы, микрофоссилии, грибы.

Abstract. Using SEM, microfossils and aquatic fungi were identified in microoncolites of different structure and genesis of the Tinovian Fm. (V) of the Baikal-Patom Highlands in Eastern Siberia. The role of biotic and abiotic factors in their formation is discussed.

Key words. SEM, microoncolites, microorganisms, microfossils, fungi.

В вендских отложениях Байкало-Патамского нагорья Восточной Сибири (Чумаков и др., 2013; Хоментовский и др., 2004) широко распространены строматолиты и онколиты (Дольник, 2000), в которых недавно были установлены микроорганизмы (Колосов, 1916, 1921; Литвинова, Сергеев, 2018; Литвинова, 2023). В черных известняках тиновской свиты венда в этом же регионе впервые выявлены и изучены с помощью СЭМ сферические микрообразования, условно называемые микроонколитами (МН). Они представлены двумя типами: первые (I) на р. Лена – в 8 км от пос. Мачо; вторые (II) – напротив пос. Нохтуйск. И в тех, и в других установлены микроорганизмы.

I. Размер МН от 250 мкм до 2 мм в диаметре (рис. 1, а, б), характеризуются повышенным содержанием углерода (рис. 1, в, г) и различным количеством оболочек (рис. 1, ж–и). Среди них выделяются:

1) овальные образования (рис. 1, д), объединенные единой многослойной оболочкой (рис. 1, д-1), т. е. сложный МН;

2) темная мелкокристаллическая порода, заключенная в тонкую светлую оболочку (рис. 1, е-2, 4, ж);

3) светлая микрозернистая порода с темной оболочкой (рис. 1, е-3, 5, з, и);

4) пелитоморфный темный материал (рис. 1, к, л), оболочка оконтурена белым цветом;

5) МН гнездовидной формы (рис. 1, м). Все МН содержат многочисленные коккоидные микрофоссилии (рис. 1, л, м) и остатки нитевидных образований (рис. 1, и, л, н). Разветвление последних, форма, размеры, наличие органов размножения на концах ветвей (рис. 1, н) и явно паразитический образ жизни позволяют однозначно идентифицировать их как низшие водные мицелиальные грибы, ранее неописанные.

Род *Matchi Kolosov et Litvinova, gen. nov.*

Название рода от пос. Мача.

Типовой вид – *Matchi sitnikovi sp. nov.*

Диагноз. Тот же, что и для рода.

Описание. Голотип расположен внутри МН (рис. 1, м). Микроскопические водные мицелиальные грибы кустиковидной формы (рис. 1, н) прикреплены к субстрату корневидным основанием (ризоидом), состоящим из многочисленных гифов. Центральная ветвь является продолжением нижней части мицелия и состоит из переплетающихся гифов. Разветвление мицелия начинается на некотором расстоянии от его основания. Ветви двух порядков. Некоторые ветви второго порядка имеют на конце орган размножения овальной формы.

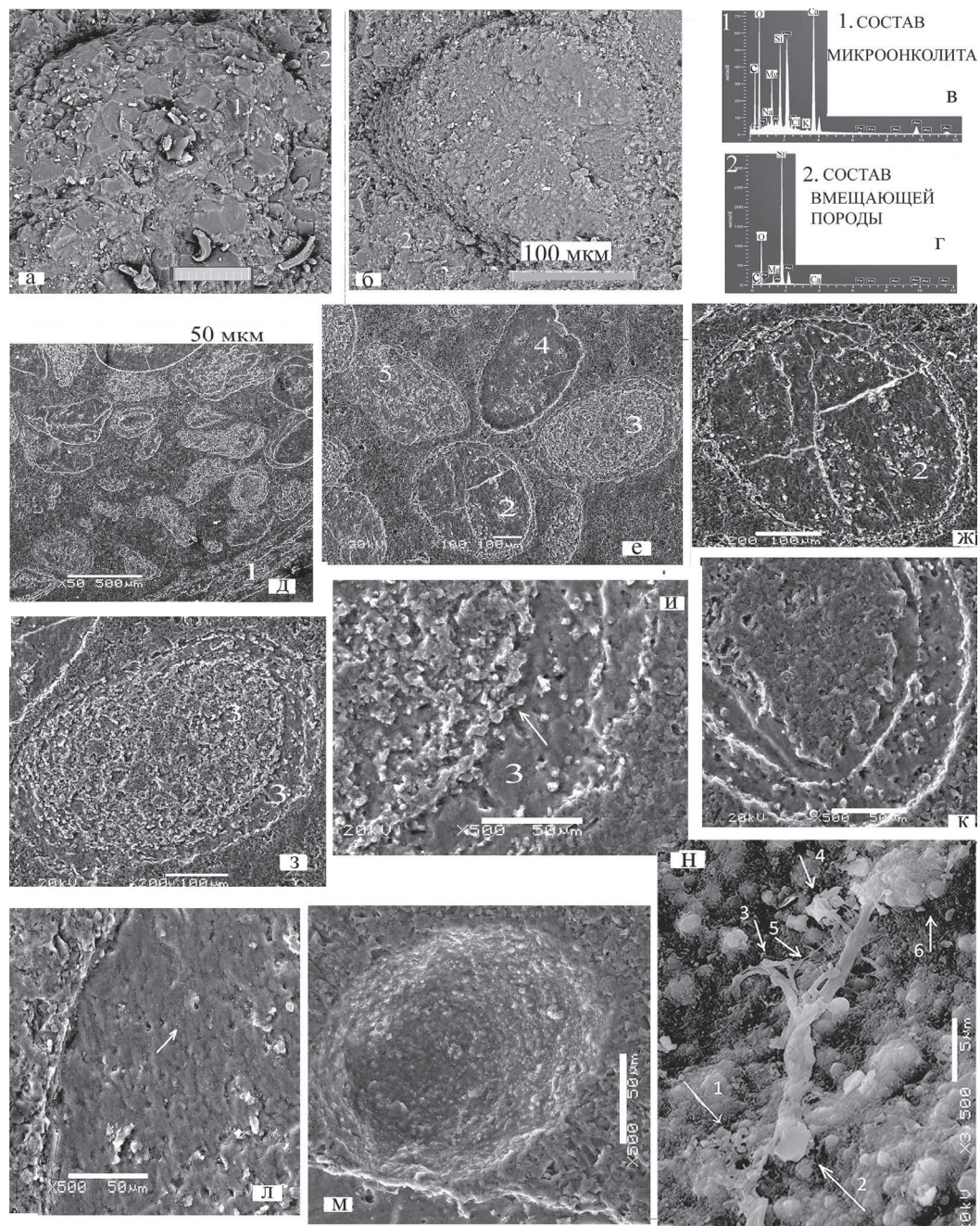


Рис. 1. Микроонколиты I типа и микроорганизмы:

a–г – МН и их состав; *д–м* – различные по строению МН в разрезе; *и, л–н* – фрагменты МН с коккоидными микрофоссилиями и гифами грибов; *н* – строение мицелиального гриба кустиковидной формы: *1* – основание мицелия, *2* – ризоид, *3* – орган размножения, *4* – нечеткое образование из гиф, *5* – гифа, *6* – комковатое образование на конце мицелия

Сравнение. Сходство с мицелиальным грибом *Surninia Kolosov* (2016). Различаются расположением органов размножения, ветвей и строением мицелия: у *Surninia* он состоит из множества переплетающихся стержневидных гифов, а у *Matchi* – кустиковидный мицелий.

Грибы описанных родов питались органическим веществом микроорганизмов, при участии которых сформировались органогенно-седиментационные постройки венда (эдиакария): в столбчатых строматолитах установлены *Surninia* (Kolosov, 2016), а в онколитоподобных образованиях – *Matchi*.

Вид *Matchi sitnikovi Kolosov et Litvinova, sp. Nov* (рис. 1, *н*).

Название вида в честь ученого-геолога В. С. Ситникова.

Голотип – ИГАБМ СО РАН, № 87/183, Восточная Сибирь, Западная Якутия, р. Лена, Уринское поднятие, район пос. Мача; тиновская свита (V). Установлен в микроонколите гнездовидной формы с остатками коккоидных микрофоссилий (рис. 1, м).

Диагноз. Как у рода.

Описание. Нижняя половина мицелия сложена переплетающимися гифами и характеризуется разветвлением. Мицелий соединен с МН базальной частью, формирующей «клубок» из тончайших гифов (рис. 1, н: 1). Грибы прикрепляются к грунту с помощью ризоида размером (мкм) $2,4 \times 3,4$ (рис. 1, н: 2). На конце одной из ветвей расположен орган размножения продолговатой формы $1,03 \times 0,38$ (рис. 1, н: 3). Ветви разной длины и ширины. Общая длина мицелия 22,4 мкм, наиболее протяженная (основная) – $11,6 \times 0,59-0,3$ мкм, и состоит из гифов. Размеры двух других ветвей: загнутой – $10,3 \times 0,9-1,0$; тонкой (слева) – $6,0 \times 0,3-0,5$. Длина и ширина ветвей второго порядка: 2,27 и 0,27; 3,65 и 0,41; 3,13 и 0,34; 4,34 и 0,27 мкм. Наиболее хорошо заметная из них – $3,17 \times 0,06$ мкм. Выявлены также: деформированное образование из гифов (рис. 1, н: 4), отдельные гифы (рис. 1, н: 5) и терминальное окончание мицелия (рис. 1, н: 6). Вокруг мицелия присутствует множество коккоидных цианобактерий, слизь которых служила пищей для грибов.

Сравнение. Единственный вид рода.

Материал. Один полный (голотип) экземпляр хорошей сохранности и фрагменты трех мицелий.

Во вмещающей МН породе выявлены коккоидные микрофоссилии (рис. 2, а) и их существенно минерализованные и окремненные модифицированные разновидности (рис. 2, в, з). Часто сопровождаются обрывками бактериальных пленок (рис. 2, д–ж) с пучками преобразованных нитчатых микрофоссилий (рис. 2, е, ж). Установлены также трубчатые образования (рис. 2, з, и) двух типов:

1) около 35×5 мкм (рис. 2, з), заключены в несколько тонких оболочек с неровной поверхностью, в прошлом представлявших собой гликокаликс (слизь);

2) порядка 210×15 мкм (рис. 2, и), раздвоены примерно на две равные, частично переплетающиеся части. В прошлом могли представлять собой политрихомные нити, заключенные в общую оболочку.

Полученный материал может быть интерпретирован следующим образом.

1. Воздействие гидродинамических процессов приводило к взмучиванию воды.

2. Часть коккоидных микрофоссилий или их остатков при движении во взвеси покрывались частицами ила (рис. 2, в).

3. МН формировались как вокруг одиночных коккоидных организмов (рис. 1, е), так и их сгруженных остатков, скопление и деструкция которых приводили к возникновению единого округлого стяжения (рис. 1, а, б, д).

4. Возникшие тем или иным образом МН периодически погружались на дно.

5. Передвижение в условиях активной гидродинамической обстановки способствовало утрамбовыванию материала. В процессе литификации осадка неравномерная скорость обезвоживания органогенно-биогенного материала и вмещающего его минерального осадка приводила иногда к выпаданию МН (рис. 2, к).

6. На последних стадиях формирования МН его осваивали грибы, питавшиеся органическим веществом цианобактерий.

7. Существенное окремнение породы фиксировало изложенные выше процессы взаимодействия осадочного и биогенного материалов.

II. Второй тип. МН скапливаются группами и характеризуются тесным расположением в породе, соприкасаясь друг с другом боковыми стенками (рис. 2, л). МН идентичны по форме, выдержанному размеру (около 250 мкм в диаметре) и строению. Они практически целиком состоят из минерализованных остатков организмов (рис. 2, м). В пределах МН были установлены клетки разной формы, имеющие микронные шаровидные почки, их рост осуществлялся путем выпячивания наружной части оболочки. Форма клеток, размножение почкованием и формирование округлых вздутий характерны лишь для дрожжевых грибов, разностями которых сложены МН.

Отсутствие реликтов гифов во вмещающей породе позволяет предположить исключительные условия для образования в них грибов, первоначальное формирование которых осуществлялось полностью за счет микрофоссилий, при минимальном участии осадочного материала. Это возможно лишь в том случае, если МН находились во взвешенном состоянии. Микрофоссилии создали благоприятные условия для развития дрожжевых грибов,

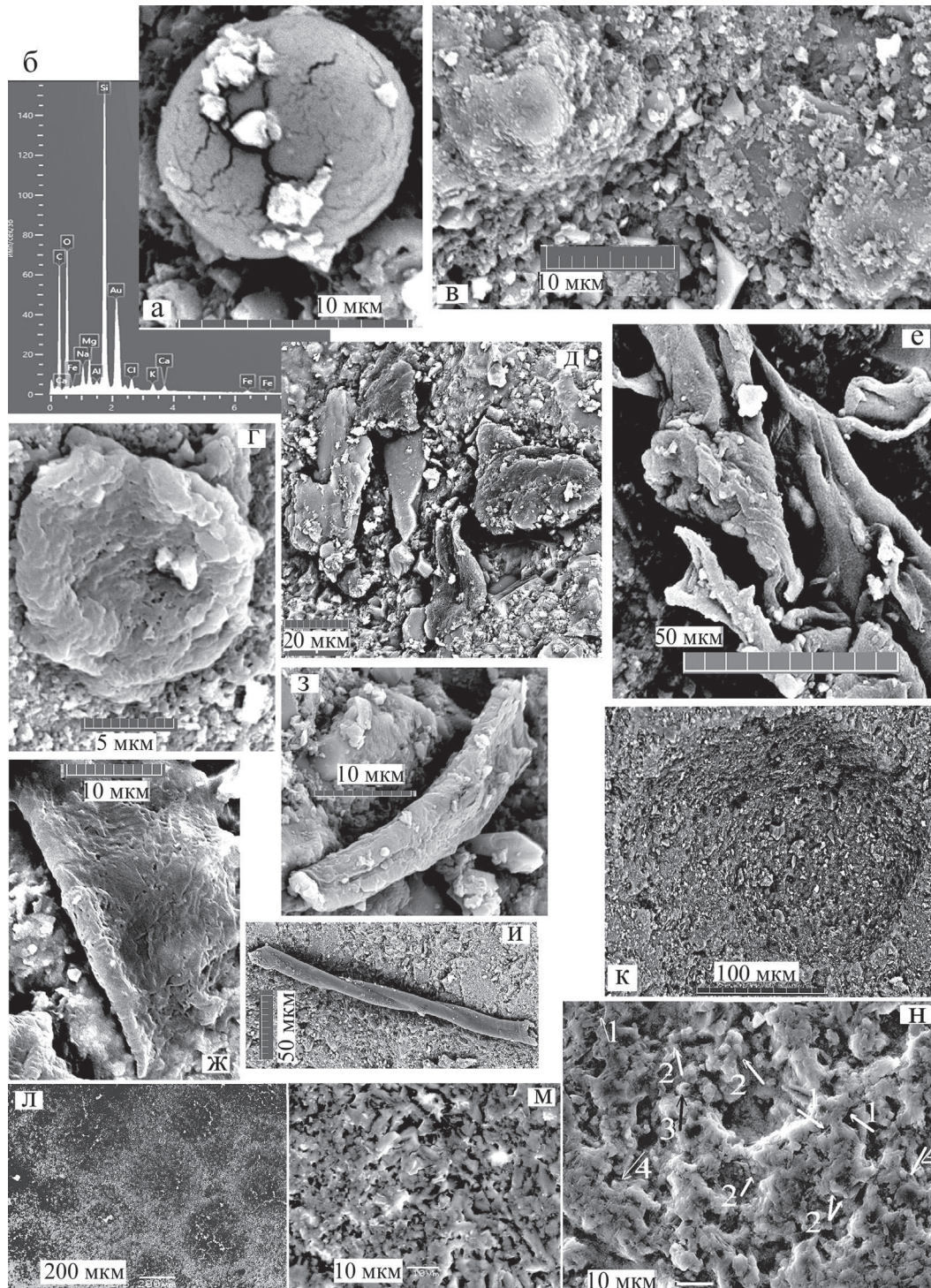


Рис. 2. Микроорганизмы в тинновской свите (V):

Вмещающая МН порода: *а-г* – коккоидные микрофоссилии и их преобразованные разновидности; *д-ж* – бактериальные пленки с пучками нитчатых микрофоссилий; *з, и* – трубчатые микрофоссилии; *к* – след после выпадения МН; *л-н* – II тип МН и их строение; *н* – гифы грибов в МН: *1* – гифы, *2* – почки на оболочке клеток, *3* – почка, начинающая развитие, *4* – участки с многочисленными клетками дрожжевых грибов, размножающимися почкованием и делением

питавшихся исключительно их органическим веществом. Этот факт и объясняет то, что МН чуть ли не целиком представлены остатками минерализованных паразитирующих организмов. Аналогичные дрожжевые грибы известны и в столбчатых строматолитах бюкской свите венда Берёзовского прогиба (Kolosov, 2021).

Заключение. 1. МН тиновской свиты возникли в условиях благоприятной палеофациальной обстановки: мелководный, хорошо прогреваемый бассейн способствовал расцвету микроорганизмов, а активные гидродинамические процессы – их сгуживанию и передвижению в водном потоке как во взвешенном положении, так и в донных условиях. 2. Разрозненные коккоидные микрофоссилии, широко распространенные в этих породах (Литвинова, 2018, 2023), предопределили форму микроонколитов. 3. Паразитизм мицелиальных водных грибов, возникших на поздних стадиях формирования первых из рассмотренных (I), преимущественно донных МН, не оказал значительного влияния на их строение. Совершенно иная обстановка складывается при образовании вторых (II) микроонколитов, находившихся более длительное время во взвешенном состоянии. В последних деструктивная роль паразитирующих дрожжевых грибов выразилась в полном уничтожении первоначальных микроорганизмов и следов их жизнедеятельности. Это привело к формированию в пределах МН сложной «кружевной», а не привычной для онколитов концентрической структуры. Таким образом, формирование представленных в работе микроонколитов венда характеризуется сложным взаимодействием биогенных и абиогенных процессов, определяющих их размер, форму, структуру и распределение в породе и указывающих на биоразнообразие микроорганизмов в отложениях венда.

Работа выполнена в рамках госбюджетных тем ГИН РАН «Периодизация протерозоя и роль глобальных изменений среды и климата в эволюции докембрийской биосферы» (ФММГ-2023-0004Б, Литвинова) и Института геологии алмаза и благородных металлов СО РАН (Колосов).

Литература

- Дольник Т. А. Строматолиты и микрофитолиты юга Сибирской платформы. – Новосибирск : СО РАН, 2000. – 319 с.
- Литвинова Т. В., Сергеев В. Н. Биогенные микрообразования в строматолитах Байкало-Патомского нагорья: результаты комплексного изучения // Литология и полезные ископаемые. – 2018. – № 2. – С. 171–183.
- Литвинова Т. В. Ископаемые организмы и их роль в формировании черных онколитов каланчевской свиты венда Байкало-Патомского нагорья Восточной Сибири // Палеонтологический журнал. – 2023. – № 3. – С. 1–12.
- Чумаков Н. М., Семихатов М. А., Сергеев В. Н. Опорный разрез вендских отложений юга Сибирской платформы // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2013. – Т. 21. – № 4. – С. 26–51.
- Хоментовский В. В., Постников А. А., Карлова Г. А. и др. Венд Байкало-Патомского нагорья (Сибирь) // Геология и геофизика. – 2004. – Т. 45. – № 4. – С. 465–484.
- Kolosov P. N. New microorganisms from the Vendian (Ediacaran) of the Berezovsky Trough, Southern Siberian platform // Paleontological Journal. – 2016. – Vol. 50. – No. 6. – Pp. 549–556.
- Kolosov P. N. Uniquely Preserved Fungi in the Vendian (Ediacaran) of Yakutia // Paleontological Journal. – 2021. – Vol. 55. – No. 4. – Pp. 455–461.

ТРУДНОСТИ СИСТЕМАТИКИ СФЕРОМОРФНЫХ МИКРОФОССИЛИЙ НИЖНЕГО КЕМБРИЯ: ТАФОМОРФЫ И ТАКСОНЫ

Е. А. Лужная

Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва, serezhnikova@mail.ru

PROBLEMS IN THE SYSTEMATICS OF SPHEROMORPHIC MICROFOSSILS FROM LOWER CAMBRIAN: TAPHOMORPHS AND TAXA

E. A. Luzhnaya

Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, serezhnikova@mail.ru

Аннотация. Из низов томмотского яруса нижнего кембрия Западной Монголии, хр. Хэвтэ-Цахир-Нуруу описаны сфероморфные микрофоссилии *Archaeooides* cf. *granulatus* Qian, 1977. Показана значительная тафономическая изменчивость этих ископаемых, реконструирована морфология, высказано мнение об их систематической принадлежности к проблематичным Porifera, сделано предположение, что монгольская форма может быть отнесена к *Gaparella kuanchuanpuensis* (Qian, 1977) comb. nov.

Ключевые слова. Монголия, нижний кембрий, SSF, сфероморфные микрофоссилии, фоссилизация.

Abstract. Various spheromorphic microfossils close to the genus *Archaeooides* Qian, 1977 are described from the lower part of the Tommotian Stage of the Lower Cambrian of Western Mongolia, Khevte-Tsakhir-Nuruu Ridge. Wide taphonomic variability of these fossils is shown, reconstructed morphology, a suggestion was made about the systematic position as problematic Porifera, proposed new taxonomic combination *Gaparella kuanchuanpuensis* (Qian, 1977).

Key words. Mongolia, Lower Cambrian, SSF, spherical problematic microfossils, fossilization.

Исследование раннекембрийских микрофоссилий важно для понимания структуры и функционирования древних экосистем. Однако систематическое положение многих форм не установлено. Одной из самых распространенных и проблематичных для реконструкции групп являются сфероморфные микрофоссилии. Воссоздание их облика затруднительно из-за скудости морфологических признаков и значительной, в том числе и тафономической изменчивости.

Сферические проблематики. Из нижнего кембрия известно несколько родов сферических проблематик: это *Archaeooides* Qian, 1977, *Aetholicopalla* Conway Morris in Bengtson et al., 1990, *Aksuglobulus* Qian et Xiao, 1984; *Ambarchaeooides* Qian et al., 1979; *Blastulospongia* Pickett et Jell, 1983; *Gaparella* Missarzhevsky in Missarzhevsky et Mambetov, 1981; *Markuelia* Valkov, 1987; *Nephrooides* Qian, 1977; *Olivoooides* Qian, 1977; *Protosphaerites* (nom. dub.) Chen, 1982; *Pseudoooides* Qian, 1977; *Tianshandiscus* Qian et Xiao, 1984 и др. Часть из них уже ревизована, но в целом это обширный полигон для будущих исследований.

В настоящей работе рассмотрены сферические проблематики, близкие к роду *Archaeooides* Qian, 1977 – группе неясного систематического положения, широко распространенной в отложениях нижнего кембрия разных континентов. Она зачастую является доминантой раннекембрийских тафоценозов и имеет стратиграфическое значение. *Archaeooides* – это полые сферы с развитой на внешней поверхности разнообразной скульптурой. У большинства из них полость не соединяется с внешней средой, хотя, по данным А. Л. Рагозиной (2009), стенка *Archaeooides* была пористой. То же написано и в работе Qian (1977) про вид *A. kuanchuanpuensis* Qian, 1977, у которого на бугорках расположены маленькие отверстия. Разные авторы предполагают свой объем этого таксона, сводя в синонимы те или иные роды (см. например, Bengtson et al., 1990; Есакова, Жегалло, 1996; Рагозина, 2009; Parkhaev, Demidenko, 2010). То же можно сказать и про интерпретации сферических ископаемых *Archaeooides*. Их считали фораминиферами, акритархами, яйцевыми капсулами неизвестных животных (см. сводку Parkhaev, Demidenko, 2010, с. 951) либо зелеными водорослями (см. например, Рагозина, 2009).

Описано несколько видов *Archaeooides*. Эти виды отличаются размерами и скульптурой поверхности. Многие исследователи считают их все синонимами *A. granulatus* Qian, 1977 (например, Qian et Bengtson, 1989; Bengtson et al., 1990; Parkhaev, Demidenko, 2010). Здесь нужно отметить, что, помимо видовой изменчивости, у нижнекембрийских сфероморфных проблематик

установлена значительная тафономическая изменчивость, и отличить одну от другой бывает трудно, нужен массовый материал хорошей сохранности. Например, Bengtson et al., 1990; Luzhnaya et al., 2023 на большом количестве экземпляров выделили новые таксоны сфероморфных проблематик рода *Aetholicopalla* Conway Morris in Bengtson et al., 1990; некоторые представители этого рода ранее были описаны как *Archaeooides* (см. например, Kerber, 1988).

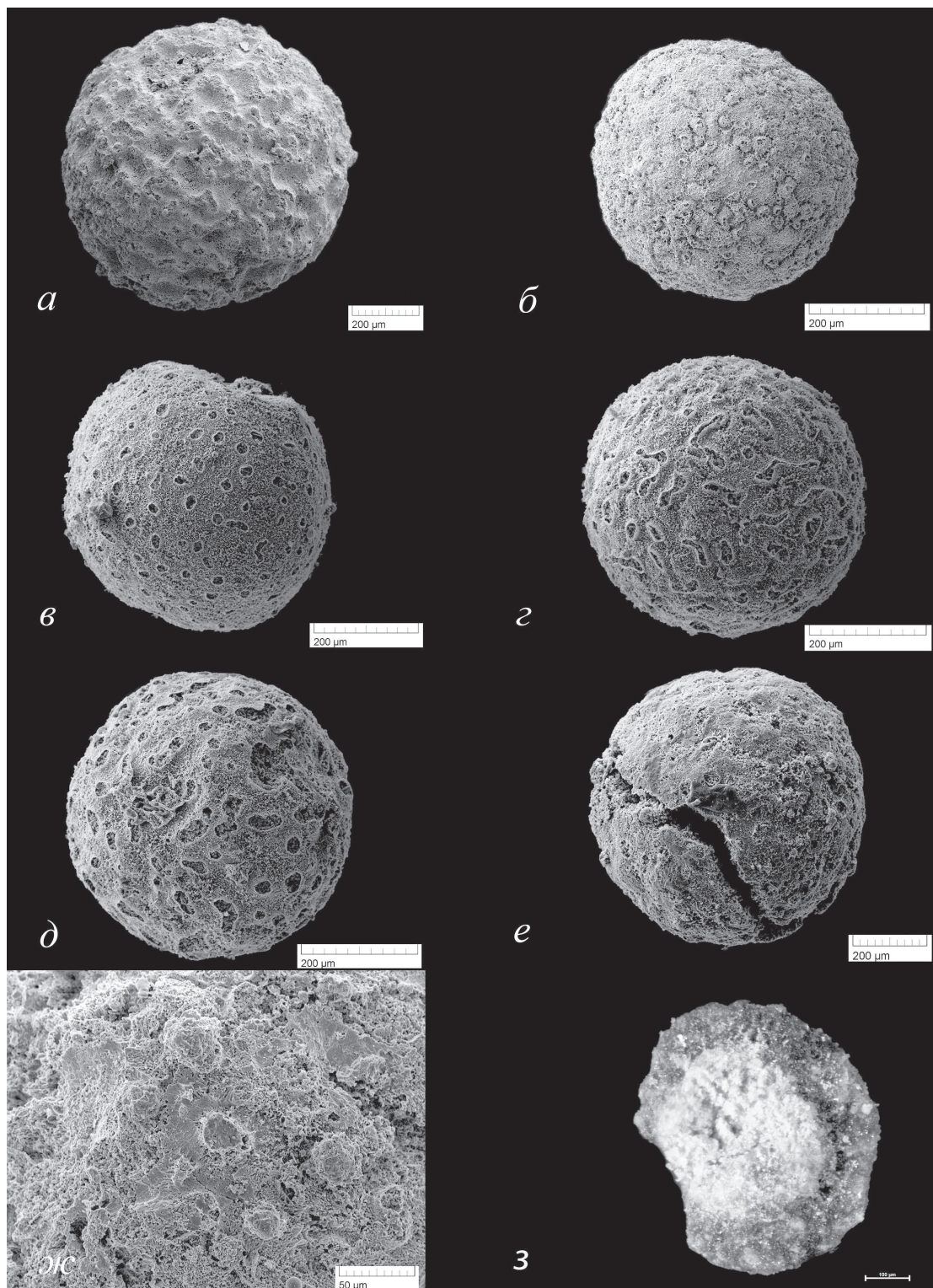
Чтобы не вносить путаницу в и так запутанную систематику сфероморфных проблематик, решено определять здесь обнаруженные нами формы как *Archaeooides* cf. *granulatus* по типовому виду этого рода.

Материал. Изученная нами коллекция происходит из Дзабханского района Западной Монголии, окрестностей сомона Тайшир. Многочисленные сферические проблематики нескольких морфотипов обнаружены в разрезе хр. Хэвтэ-Цахир-Нуруу в пачке табачно-серых алевролитов с редкими прослоями темно-серых известняков с микрофитолитами и микрофауной (слой 12 разреза, приведенного Н. В. Есаковой и Е. А. Жегалло (1996)). Здесь встречены моллюски *Rozanoviella atypica* Miss., 1981, *Latouchella sibirica* (Vost., 1962), *L. korobkovi* (Vost., 1962), *L. minuta* Zheg., 1982, *Khairkhaniania evoluta* Zheg., 1982, *Salanyella costulata* Miss., 1981, *Postacanthella pelmani* Zheg., 1996, зоопроблематики *Siphogonuchites* cf. *triangularis* Qian, 1977, *Lopochites latazonalis* Qian, 1977, *Halkieria amorpha* (Mesh., 1974); из сферических проблематик названы только *Archaeooides granulatus* (Есакова, Жегалло, 1996). Этот список был недавно пополнен еще одним видом сферических проблематик из этого местонахождения – *Aetholicopalla grandipora* Luzhnaya in Luzhnaya et al., 2023. По комплексу органических остатков выше цитированные авторы отнесли вмещающие отложения к слоям с *Ilsanella compressa* и *Halkieria amorpha*, распространенным в Западной Монголии, провели глобальную корреляцию и сопоставили эти слои с томмотским ярусом нижнего кембрия Сибири.

Тафономия. Чаще всего в нашем материале *Archaeooides* cf. *granulatus* сохраняется в виде шаровидных остатков размером около миллиметра и менее, с мелкими округлыми кратерами или бугорками, рассеянными по внешней поверхности ископаемых на некотором расстоянии друг от друга (рисунок, в) или сближенными (рисунок, а, б). Края кратеров чаще всего как будто обломаны, т. е. изначально они должны были выступать над поверхностью фоссилий в виде бугорков; границы кратеров неровные, они могут сливаться друг с другом, образуя извилистые гребни (рисунок, г, д). Изредка встречаются формы с мелкими бугорками и округлыми отверстиями в их центре (рисунок, а, б); кроме того, есть экземпляры со скульптурой в виде небольших цилиндров (тогда цилиндрические образования на поверхности можно рассматривать как заполнения пустот) (рисунок, ж). Есть экземпляры, расколотые грубыми изометричными трещинами (рисунок, е). Разломанные образцы внутри пустые или заполненные породой (рисунок, з). Некоторые формы имеют следы пластических деформаций (рисунок, в). Получается, что в нашей коллекции определяются несколько тафоморф одного и того же таксона. Если бы найденные нами формы *Archaeooides* cf. *granulatus* были собраны в единичных экземплярах из разных местонахождений, их можно было бы определять как разные виды или даже роды.

В нашей выборке сохраняются в основном внешние оболочки полых сфероморфных фоссилий, очень редки внутренние ядра, тогда как от моллюсков и скелетных проблематик этого местонахождения остаются по большей части внутренние ядра.

Минеральный состав. Поверхность *Archaeooides* cf. *granulatus* имеет примерно тот же минеральный состав, что и прочие остатки – моллюски и мелкие скелетные проблематики (SSF) этого местонахождения: среди преобладающих элементов определены углерод, кальций и фосфор (Лужная и др., 2023). Это свидетельствует о значительных посмертных изменениях вещества скелетов; кроме того, состав мог измениться при fossilization и в процессе отмывки материала в уксусной кислоте. Установлено, что кембрийские моллюски и скелетные проблематики изначально имели карбонатные раковины. Можно было бы предположить аналогичный состав и для стенки *Archaeooides* cf. *granulatus*, но пластичные деформации более характерны для остатков, сложенных органикой, возможно, с примесью минеральных компонентов.



Archaeooides cf. granulatus Qian, 1977; Монголия, Дзобханский район, хр. Хэвтэ-Цахир-Нуруу; нижний кембрий, низы томмотского яруса, низы слоев с моллюсками *Ilsanella compressa*:

a – экз. ПИН; № 3302/2085; *б* – экз. ПИН, № 3302/2299; *в* – экз. ПИН, № 3302/2409; *г* – экз. ПИН, № 3302/2396; *д* – экз. ПИН, № 2390; *е* – экз. ПИН, № 2122; *ж* – экз. ПИН, № 3302/2429; *з* – экз. ПИН, № 3302/2456

Морфология и реконструкция. *Archaeooides cf. granulatus* в нашей коллекции – это сфероидальные микрофоссилии с довольно хрупким, но гибким скелетом, возможно, фосфатным. Детальное строение стенки наблюдать не удалось; есть внутренняя полость без каких-либо признаков внутренних структур. Размеры ископаемых из этого местонахождения варьируют от 0,4 до 1,0 мм.

Скульптура на поверхности фоссилий в виде округлых бугорков диаметром около 0,02 мм, на их верхушках располагаются маленькие отверстия – поры(?); бугорки могут быть более или менее равномерно распределены по поверхности ископаемого (рисунок, в), а также формировать группы. Внешняя поверхность стенки между бугорками плоская и гладкая.

Таким образом, ископаемое можно реконструировать как полый сфероид со скульптурой в виде бугорков, на которых расположены мелкие отверстия.

По аналогии со сфероморфными ископаемыми *Aetholicopalla grandipora* Luzhnaya in Luzhnaya et al., 2023, стенка которых также перфорирована, но морфология иная, можно предположить, что наши микрофоссилии – это ювенильные формы проблематичных Porifera(?), пока без более детального уточнения. Как известно, ювенильные формы организмов значительно отличаются от зрелых стадий. Так, например, геммула пресноводной губки *Heteromeyenia barlettai* Pinheiro, Calheira et Hajdu, 2015 весьма не похожа на взрослую форму этой губки (Pinheiro et al., 2015).

Недавно показано на живых объектах, что у губок вода с переработанной пищей может выходить не только через устья, но и непосредственно через поверхность между устьями (Kornder et al., 2022). Возможно, подобный образ жизни был и у описанных здесь проблематичных *Archaeooides* cf. *granulatus*.

Обсуждение проблем номенклатуры. В 1981 г. В. В. Миссаржевский выделил из нижнекембрийских отложений Малого Каратау новый род *Gaparella* с новым типовым видом *Gaparella porosa* Missarzhevsky in Missarzhevsky, Mambetov, 1981 (см. Миссаржевский, Мамбетов, 1981). Чаще всего этот таксон теперь относят к *Archaeooides granulatus* Qian, 1977. Это изометричные, полые внутри образования с фосфатной(?) стенкой, пронизанные многочисленными порами, расположенными на сосочкообразных бугорках, которые густо и равномерно распределены по поверхности ископаемых. Размеры типового вида: диаметр – 1,0–1,5 мм, диаметр пор – 0,025–0,030 мм, располагаются они плотно на расстоянии 0,075–0,080 мм друг от друга. Интересно, что примерно тот же облик и размеры характерны для одного из ранее выделенных видов *Archaeooides* – *A. kuanchuanpuensis* Qian, 1977, которого чаще всего также рассматривают среди синонимов *A. granulatus*. На наш взгляд, отличия этих видов довольно значительны, что позволяет отнести их даже к разным родам и установить новую комбинацию родового и видового названия – *Gaparella kuanchuanpuensis* (Qian, 1977) comb. nov. Получается, что наш монгольский *Archaeooides* cf. *granulatus* Qian, 1977 вполне соответствует диагнозу названной таксономической единицы, отличаясь лишь меньшими размерами и степенью смятия стенки. Для более обоснованного монографического описания *Gaparella kuanchuanpuensis* (Qian, 1977) comb. nov. требуется провести дополнительные исследования.

Благодарности. Огромная признательность Е. А. Жегалло за предоставленный уникальный материал, академику А. Ю. Розанову и академику М. А. Федонкину за общее руководство темой исследования и плодотворное обсуждение материала, Л. В. Зайцевой за геохимические исследования, А. Ю. Иванцову за критическое прочтение рукописи и ценные замечания, Р. А. Ракитову за помощь при микроскопических работах, Ю. Е. Демиденко, П. Ю. Пархаеву и А. Л. Рагозиной за помощь в подборе литературы, Т. В. Кузнецовой и В. В. Митту за консультации по вопросам номенклатуры.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 20-55-44010 Монг_а.

Литература

Есакова Н. В., Жегалло Е. А. Биостратиграфия и фауна нижнего кембрия Монголии. – М. : Наука, 1996. – 216 с. (Тр. ССМПЭ. Вып. 46).

Лужная Е. А., Жегалло Е. А., Зайцева Л. В., Рагозина А. Л. Проблематичные Porifera из нижнего кембрия Западной Монголии // Палеонтологический журнал. – 2023. – № 3. – С. 1–12.

Миссаржевский В. В., Мамбетов А. М. Стратиграфия и фауна пограничных слоев кембрия и докембрия Малого Каратау. – М. : Наука, 1981. – 92 с. (Тр. ГИН АН СССР. Вып. 326).

Рагозина А. Л. Акритархи, микрофоссилии и проблематики вендо-кембрийских отложений // Палеонтология Монголии. Флора фанерозоя. – М.: ГЕОС, 2009. – С. 18–22.

Bengtson S., Conway M. S., Cooper B. J. et al. Early Cambrian fossils from South Australia. – Brisbane: Association of Australasian Palaeontologists, 1990. – 364 p.

Kerber M. Mikrofossilien aus unterkambrischen Gesteinen der Montagne Noire, Frankreich // Palaeontographica. – 1988. – Vol. A202. – Pp. 127–203.

Kornder N. A., Esser Yu., Stoupin D. et al. Sponges sneeze mucus to shed particulate waste from their seawater inlet pores // Current Biology. – 2022. – No. 32. – Pp. 3855–3861.

Parkhaev P. Yu., Demidenko Y. E. Zooproblematica and Mollusca from the Lower Cambrian Meishucun section (Yunnan, China) and taxonomy and systematics of the Cambrian small shelly fossils of China // Paleontological Journal. – 2010. – Vol. 44. – Pp. 883–1161.

Pinheiro U. S., Calheira L., Hajdu E. A new species of freshwater sponge, *Heteromeyenia barlettai* sp. nov. from an aquarium in São Paulo, Brazil (Spongillida: Spongillidae) // Zootaxa. – 2015. – Vol. 2. – No. 4034. – Pp. 351–363.

Qian Yi. Hyolitha and Some Problematica from the Lower Cambrian Meishucun Stage in Central and SW China // Acta Palaeontologica Sinica. – 1977. – Vol. 16. – No. 2. – Pp. 255–278 [in Chinese].

Qian Yi., Bengtson S. Palaeontology and biostratigraphy of the Early Cambrian Meishucunian Stage in Yunnan Province, South China // Fossils and Strata. – 1989. – No. 24. – Pp. 1–156.

ИЗОЛИРОВАННЫЕ ТАБЛИЧКИ ЦИКЛОЦИСТОИДЕЙ (ECHINODERMATA) ИЗ ОРДОВИКА БАЛТИЙСКО-ЛАДОЖСКОГО ГЛИНТА

Г. В. Миранцев¹, Г. А. Анекеева¹, С. С. Терентьев², Н. К. Семенов²

¹ Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва, gmirantsev@gmail.com, anekeeva@paleo.ru

² Санкт-Петербург, serge_terentiev@yahoo.com, semenovnk@rambler.ru

ISOLATED PLATES OF CYCLOCYSTOIDS (ECHINODERMATA) FROM THE ORDOVICAN OF THE BALTIC-LADOGIA GLINT

G. V. Mirantsev¹, G. A. Anekeyeva¹, S. S. Terentiev², N. K. Semenov²

¹ Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, gmirantsev@gmail.com, anekeeva@paleo.ru

² St. Petersburg, serge_terentiev@yahoo.com, semenovnk@rambler.ru

Аннотация. Приводятся новые данные по стратиграфическому распространению циклоцистоидей в ордовике Балтийско-Ладожского глинта. Установлено присутствие трех родов: *Apycnodiscus* Smith et Paul, 1982, *Cyclocystoides* Salter et Billings, 1858 и одного еще неопisanного. Отмечен высокий потенциал группы как вспомогательной для региональной корреляции.

Ключевые слова. Циклоцистоидеи, Cyclocystoidea, иглокожие, ордовик, Балтийско-Ладожский глинт.

Abstract. New data on the stratigraphic distribution of cyclocystoids in the Ordovician of the Baltic-Ladoga Glint are given. The presence of three genera: *Apycnodiscus* Smith et Paul, 1982, *Cyclocystoides* Salter et Billings, 1858 and one new is established. The high potential of the group as an auxiliary for regional correlation is noted.

Key words. Cyclocystoids, Cyclocystoidea, echinoderms, Ordovician, Baltic-Ladoga Glint.

Циклоцистоидеи (*Cyclocystoidea* Miller et Gurley, 1895) – небольшой класс палеозойских неприкрепленных иглокожих. Скелет циклоцистоидей уплощенный, дисковидный, диаметром до 50 мм, состоит из сложноустроенного, сложенного множеством мелких табличек центрального диска, вокруг которого расположено кольцо из массивных маргинальных табличек, и периферического кольца из мелких табличек. Функциональная морфология и родственные связи циклоцистоидей внутри иглокожих являются предметом дискуссии среди специалистов.

Находки полных скелетов циклоцистоидей крайне редки. Они наиболее многочисленны в верхнем ордовике Центральной, а также Северо-Восточной Лаврентии. Для микропалеонтологов большой интерес представляют изолированные маргинальные таблички (обычно не превышающие 2–3 мм в длину), являющиеся наиболее крупными и надежно диагностируемыми скелетными элементами у циклоцистоидей (Smith, Paul, 1982). По ним возможно даже установить новые таксоны (Woczarowski, 2001).

В Балтоскандии изолированные маргиналии циклоцистоидей ранее уже указывались из волховского горизонта о. Эланд (Berg-Madsen, 1987) и Эстонии (Мянниль 1983, 1987). Недавно эти микрофоссилии были найдены в ордовике Ленинградской области (Миранцев и др., 2019; Mirantsev et al., 2019). Ниже приведены дополнительные данные о распространении циклоцистоидей в ордовике Балтийско-Ладожского глинта с учетом новых сборов.

Маргиналии выделялись промывкой глинистой породы в воде с дальнейшим разбором в лабораторных ситах с отверстиями разного диаметра. Финальная очистка проводилась при помощи раствора H_2O_2 . Маргинальные таблички отсняты на СЭМ TESCAN VEGA II в кабинете приборной аналитики ПИН РАН. Изученная коллекция маргинальных табличек циклоцистоидей составляет более 250 экземпляров, происходящих из пяти стратиграфических уровней в интервале с кундаского по идавереский горизонт (рис. 1) и шести местонахождений (р. Лынна, р. Мга у дер. Сологубовка, Алексеевский карьер, заброшенные карьеры у деревень Клясино и Жабино, р. Хревица).

Таблички циклоцистоидей отнесены к трем родам: *Apycnodiscus*, *Cyclocystoides* (различаются наличием/отсутствием туберкул в лунках: у *Apycnodiscus* они имеются, а у *Cyclocystoides* отсутствуют; у обоих родов присутствуют морфотипы, имеющие от 1 до 4 лунок) и одному пока не описанному таксону. Маргиналии нового таксона характеризуются узкой удлиненной общей формой, шиповидным орнаментом на уплощенной дорсальной стороне, наличием впадины на гребне маргиналии (рис. 2, ж–к). Среди таких табличек доминируют формы с одной лункой, единичны находки маргиналей с двумя лунками. По мнению М. Райха (Музей естествознания в Брауншвейге), эти маргиналии сходны с маргиналиями неописанной циклоцистоидеи из формации Бромиди (верхний ордовик, сандбийский ярус, штат Оклахома, США). Таблички данного таксона в Ленинградской области впервые появляются в отложениях кундаского горизонта и массово встречаются в идавереском горизонте. Наиболее древние циклоцистоидеи происходят из кундаского горизонта р. Лынна (рис. 1). В ходе промывок было отобрано 13 маргиналей, в том числе одна, принадлежащая к новому роду. Большинство экземпляров принадлежат *Cyclocystoides* с двумя лунками; по одному экземпляру – с одной и тремя.

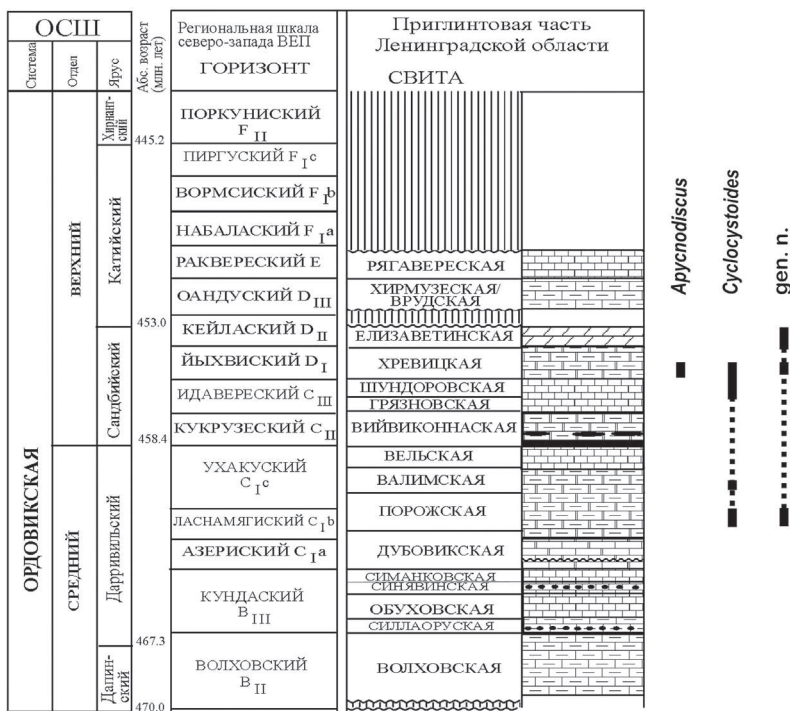


Рис. 1. Стратиграфическое распространение циклоцистоидей в ордовикских отложениях Балтийско-Ладожского глинта (стратиграфическая схема по Дронов и др., 2012 с изменениями)



Рис. 2. Маргинальные таблички циклоцистоидей из ордовика Балтийско-Ладожского глинта
(коллекция ПИН РАН):

a–z, з–п – вид с вентральной стороны, *д–ж* – вид сбоку; *a–д* – *Arycnodiscus* sp.; *e, л–п* – *Cyclocystoids* sp.; *ж–к* – gen. et sp. nov. Карьер Клясино, идаввереский горизонт, верхняя часть грязновской свиты

Сохранность экземпляров плохая вследствие их окатывания и перекристаллизации. Примечательно, что из этого же местонахождения и уровня были определены представители рода *Zygocycloides*, находящиеся в коллекции Р. М. Мянниля (https://fossilid.info/17295?mode=in_baltoscandia&lang=en#; Институт геологии ТТУ; сборы Л. Сарва, 1963). Несмотря на плохую сохранность найденных нами в кундасском горизонте табличек циклоцистоидей, какие-либо следы туберкул на них отсутствуют, что не позволяет отнести их к *Zygocycloides*.

Маргиналии *Cyclocystoides* sp. с 1–3 лунками обнаружены в промывках из Алексеевского карьера (кукрузеский горизонт, сборы С. В. Рожнова).

Несмотря на промывку многочисленных проб, в большинстве местонахождений находки циклоцистоидей достаточно редки. Наиболее богатый и многочисленный комплекс циклоцистоидей (более 95 % изученного материала) происходит из глин и известняков верхней части грязновской свиты у деревень Клясино и Жабино (рис. 2).

Отсутствие целых экземпляров или хотя бы нескольких сочлененных маргиналей и наличие среди них окатанных табличек говорит о том, что захоронение происходило в обстановках с активной гидродинамикой.

Детальное изучение и анализ прибалтийских циклоцистоидей позволят использовать эту группу наряду с другими изолированными скелетными элементами иглокожих (прежде всего стеблевыми фрагментами) как вспомогательную для региональной корреляции.

Авторы признательны А. С. Алексееву (МГУ, ПИН РАН) за ценные замечания и комментарии к первоначальному варианту рукописи.

Литература

Дронов А. В., Толмачева Т. Ю., Искюль Г. С. Нижний палеозой окрестностей Санкт-Петербурга. – СПб., 2012. – 52 с.

Миранцев Г. В., Анекеева Г. А., Терентьев С. С., Семенов Н. К. Первые находки циклоцистоидей (Echinodermata) в среднем–верхнем ордовике Ленинградской области // Палеострат-2019. Годичное собрание (научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН. – М. : ПИН РАН, 2019. – С. 43.

Мяниль Р. М. Находки скелетных элементов редких иглокожих в ордовике и силуре Прибалтики // Сравнительная морфология, эволюция и распространение современных и вымерших иглокожих. Тезисы докладов V Всесоюзного симпозиума по иглокожим (октябрь–ноябрь 1983 г.). – Львов, 1983. – С. 51–52.

Мяниль Р. М. Циклоцистоидеи ордовика Прибалтики // Проблемы филогении и систематики иглокожих. Тезисы докладов VI Всесоюзного симпозиума по иглокожим. – Таллин, 1987. – С. 71–72.

Berg-Madsen V. A new cyclocystoid from the Lower Ordovician of Öland, Sweden // *Palaeontology*. – 1987. – Vol. 30. – No. 1. – Pp. 105–116.

Boczarowski A. Isolated sclerites of Devonian non-pelmatozoan echinoderms // *Palaeontologia Polonica*. – 2001. – Vol. 59. – Pp. 3–220.

Mirantsev G. V., Anekeeva G. A., Terentyev S. S., Semenov N. K. New cyclocystoids (Echinodermata) from the Middle-Upper Ordovician of the Leningrad Region // 10th European Conference on Echinoderms. Abstracts. – Moscow : Borissiak Paleontological Institute RAS, 2019. – Pp. 64.

Smith A. B., Paul C. R. C. Revision of the class Cyclocystoidea (Echinodermata) // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences* 296. – 1982. – Pp. 577–679.

ПЕРВЫЕ НАХОДКИ ТАБЛИЧЕК ЦИКЛОЦИСТОИДЕЙ (ECHINODERMATA) В ДЕВОНЕ РОССИИ

Г. В. Миранцев¹, Г. А. Анекеева¹, Р. В. Калабин²

¹ Палеонтологический институт им. А. А. Борисяка РАН, Москва, gmirantsev@gmail.com, anekeeva@paleo.ru
² Воронеж, romanorix@mail.ru

THE FIRST FINDINGS OF CYCLOCYSTOID OSSICLES (ECHINODERMATA) IN THE DEVONIAN OF RUSSIA

G. V. Mirantsev¹, G. A. Anekeeva¹, R. V. Kalabin²

¹ Borissiak Paleontological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, gmirantsev@gmail.com, anekeeva@paleo.ru
² Voronezh, romanorix@mail.ru

Аннотация. Впервые описаны находки изолированных маргиналей циклоцистоидей из верхнего девона (фран) Центрального девонского поля. Выявлены морфологические отличия от маргинальных табличек девонских циклоцистоидей из других регионов Европы и Северной Америки, указывающие на самостоятельность нового таксона.

Ключевые слова. Cyclocystoidea, иглокожие, верхний девон, Центральная Россия.

Abstract. Isolated cyclocystoid marginals from the Upper Devonian (Frasnian) of the Central Devonian Field are described for the first time. Morphological differences with marginal plates of Devonian cyclocystoids from other regions of Europe and North America were revealed, indicating the independence of the new taxon.

Key words. Cyclocystoidea, echinoderms, upper Devonian, Central Russia.

Циклоцистоидеи (класс Cyclocystoidea Miller et Gurley, 1895) представляют собой небольшую группу палеозойских иглокожих. Находки целых скелетов циклоцистоидей редки, в основном встречаются изолированные маргинальные таблички, опоясывающие уплощенное дисковидное тело. Изолированные маргиналии легко определяются, будучи характерными для таксонов, описанных по относительно целым скелетам (Smith, Paul, 1982), и могут представлять большой интерес для микропалеонтологов.

Расцвет класса циклоцистоидей приходился на ранний палеозой, их наиболее поздние представители относятся к раннему карбону (Haude, Thomas, 1994; Sevastopulo, 2002), однако уже в девоне находки их остатков крайне редки. На территории России маргиналии циклоцистоидей ранее были известны из ордовикских отложений Балтийско-Ладожского глинта (Миранцев и др., 2019, 2023; Mirantsev et al., 2019). Новые находки показывают их довольно широкое распространение в евлановском горизонте (фран) Центрального девонского поля.

Изолированные маргиналии циклоцистоидей обнаружены в 2021 г. в отложениях евлановского горизонта в карьере Хлевное (Хлевенский район Липецкой области; рис. 1, а, б). Основная часть маргиналей встречена на поверхностях плиток органогенно-обломочного известняка с многочисленными раковинами брахиопод (отмечены следующие таксоны: *Theodossia evlanensis* Nalivkin, 1925, *Atrypa tanaica* Nalivkin, 1925, *Productella calva* (Wenjukov, 1886), *Schuchertella* sp.), тентакулитами, микроконхидами, аулопоридами, ругозами, ядрами раковин гастропод, изолированными табличками и иглами морских ежей, фрагментами криноидей и филлокаридами (рис. 1, в, г). Таблички циклоцистоидей встречаются на нижней и верхней поверхности плиток, нередко в большом количестве, до 28 экземпляров на 100 см². Это свидетельствует о существенной роли циклоцистоидей в мелководных бентосных сообществах евлановского девонского бассейна. Слой с циклоцистоидеями расположен предположительно на 5–6 м ниже границы с ливенским горизонтом (контакт горизонтов установлен в соседних разрезах, в Хлевном его не видно). В вышележащих слоях маргиналии встречаются существенно реже. Единичные сходные маргиналии обнаружены в евлановском горизонте (сопоставляется с верхней частью конодонтовой зоны *Palmatolepis rhenana*; Соболев, Евдокимова, 2008) и в других обнажениях (карьер Горностаевка, Ливенский район Орловской области; берег р. Большая Верейка у дер. Склеяво, Рамонский район Воронежской области).

Маргиналии массивные, квадратные в очертании. Зона с лунками занимает от 40 до 50 % от всей длины маргиналии. На всех табличках присутствуют по две лунки с отчетливо выраженными округлыми туберкулами (рис. 2). На гребне маргиналей имеется четко выраженная срединная вогнутость, образующая глубокий вырез на гребне со стороны радиальных фасеток, а также характерная скульптура в виде вытянутых, относительно упорядоченных валиков.

Маргиналии обнаруживают черты сходства с табличками наиболее широко распространенного в девоне рода *Sievertsia* Smith et Paul, 1982 из Европы и Северной Америки, а также родов *Polytryphocycloides* Smith et Paul, 1982 (ордовик и силур Европы и Северной Америки, девон(?) Северной Америки) и *Zygocycloides* Smith et Paul, 1982 (ордовик Европы и Северной Америки). Однако имеются и существенные отличия в форме гребня, скульптуры и количестве лунок, позволяющие отнести изученные маргиналии к новому таксону. От остальных девонских циклоцистоидей, в том числе происходящих из богатого комплекса верхнего эйфеля – среднего франа Свентокшиских гор в Польше (Wozarowski, 2001), евлановские представители отличаются более существенно.

Присутствие циклоцистоидей в евлановском горизонте позволит использовать этих необычных иглокожих для реконструкции палеобиогеографических связей бассейна Центрального девонского поля.

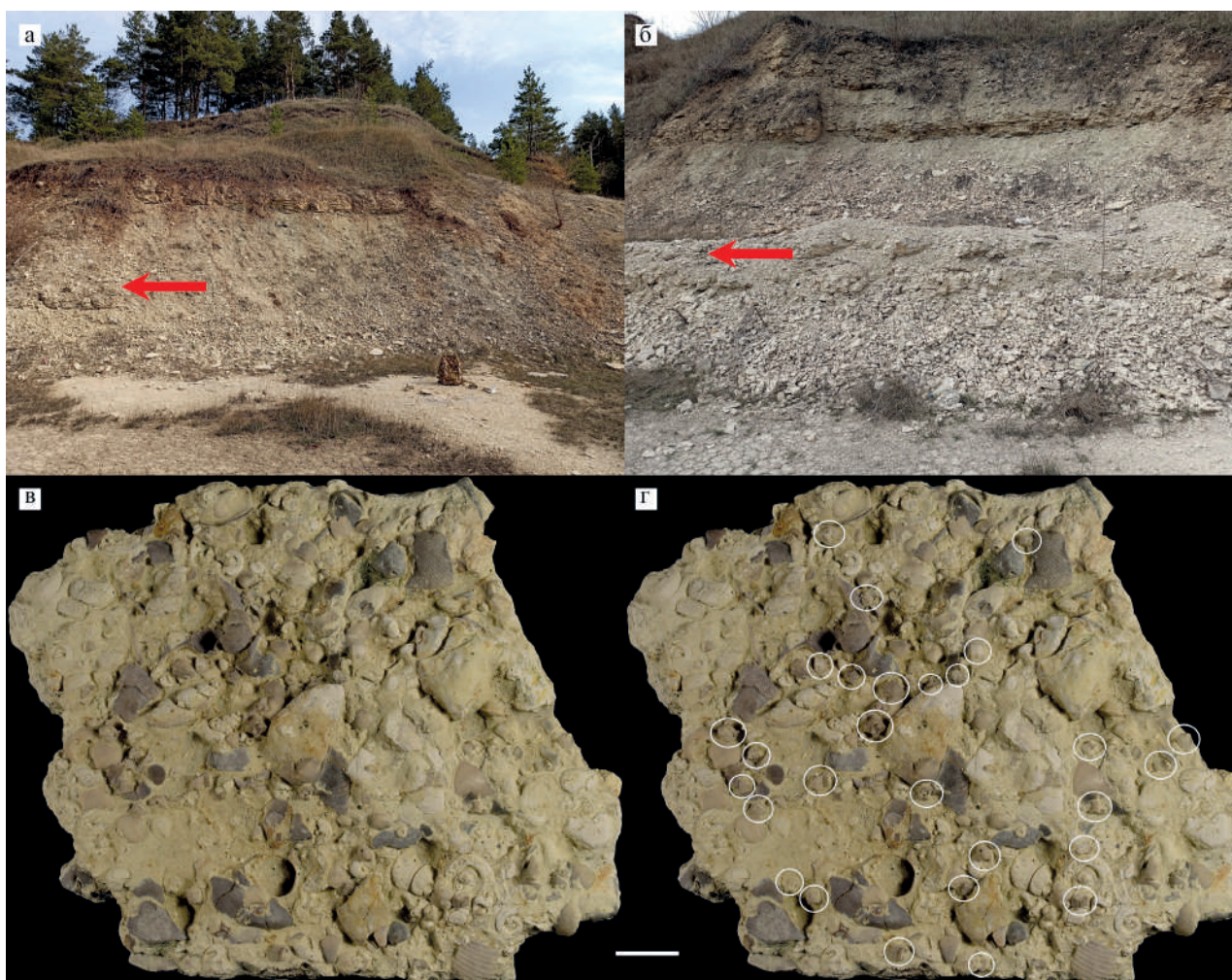


Рис. 1.

а, б – общий вид стенок карьера Хлевное (Хлевенский район Липецкой области, верхний девон, франкий ярус, евлановский горизонт). Стрелочкой показан слой, содержащий наибольшую концентрацию табличек циклоцистоидей; *в, г* – плитка известняка с многочисленными разрозненными маргиналиями циклоцистоидей. Карьер Хлевное, верхний девон, франкий ярус, евлановский горизонт (на фиг. *г* таблички отмечены кружочком). Длина масштабной линейки – 10 мм

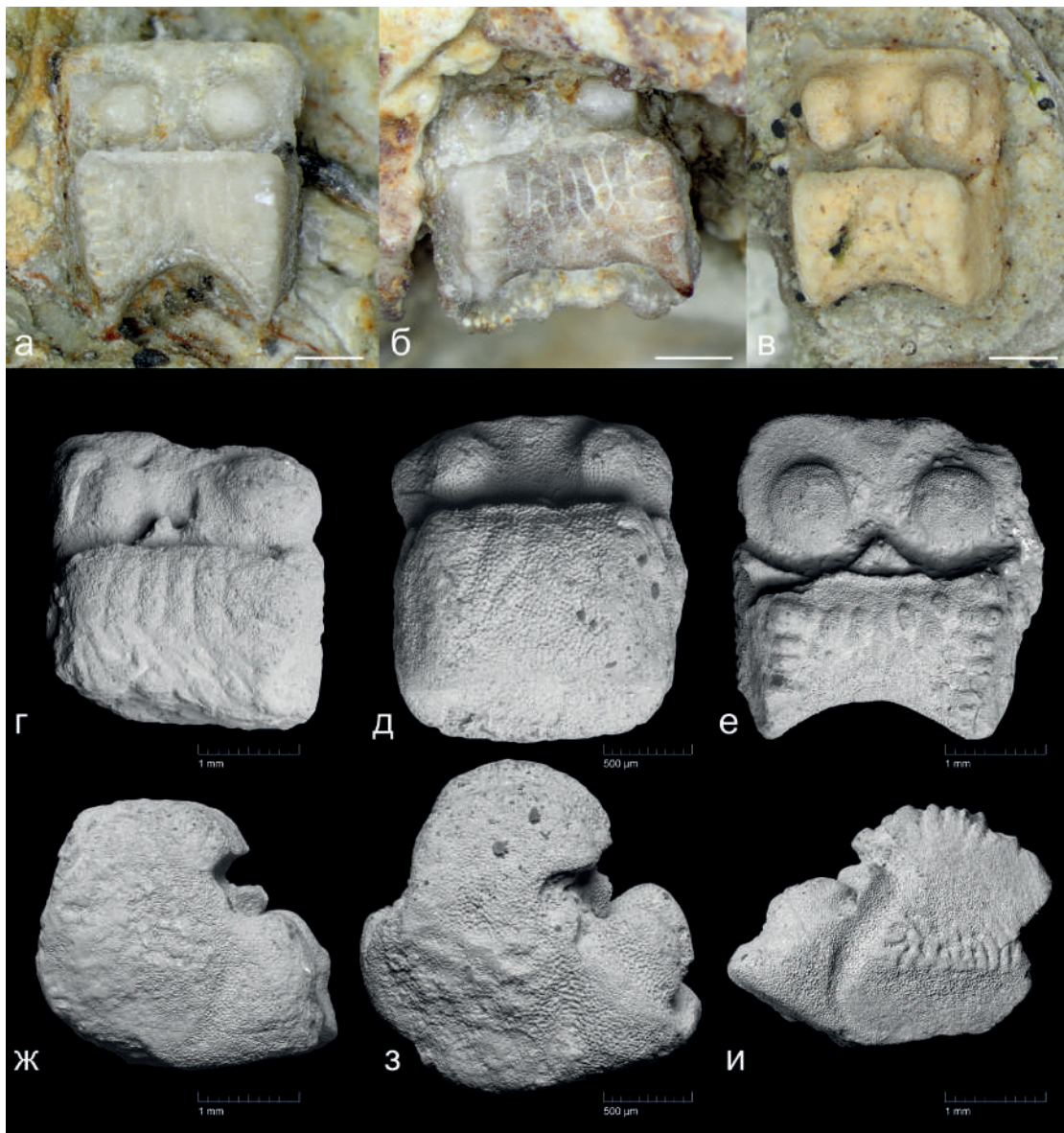


Рис. 2. Маргиналии циклоцистоидей (коллекция ПИН РАН):

а-в – фотографии в световом микроскопе, длина масштабной линейки – 1 мм; *г-и* – фотографии СЭМ TESCAN VEGA II; *а-е* – вид с вентральной стороны, *ж-и* – вид сбоку. Карьер Хлевное, верхний девон, французский ярус, евлановский горизонт

Литература

Миранцев Г. В., Анекеева Г. А., Терентьев С. С., Семенов Н. К. Первые находки циклоцистоидей (Echinodermata) в среднем–верхнем ордовике Ленинградской области / ред. А. С. Алексеев, В. М. Назарова // Палеострат-2019. Годичное собрание (научная конференция) секции палеонтологии МОИП и Московского отделения Палеонтологического общества при РАН (28–30 января 2019 г., Москва). Программа и тезисы докладов. – М. : ПИН РАН, 2019. – С. 43.

Миранцев Г. В., Анекеева Г. А., Терентьев С. С., Семенов Н. К. Изолированные таблички циклоцистоидей (Echinodermata) из ордовика Балтийско-Ладожского глинта // Материалы XVIII Всероссийского микропалеонтологического совещания «Микропалеонтология: фундаментальные проблемы и вклад в региональное геологическое изучение недр». – 2023.

Соболев Н. Н., Евдокимова И. О. Девонская система. Состояние изученности стратиграфии докембрия и фанерозоя России. Задачи дальнейших исследований // Постановления Межведомственного стратиграфического комитета и его постоянных комиссий. Вып. 38. – СПб. : ВСЕГЕИ, 2008. – С. 50–60.

Boczarowski A. Isolated sclerites of Devonian non-pelmatozoan echinoderms // *Palaeontologia Polonica*. – 2001. – Vol. 59. – Pp. 3–220.

Haude R., Thomas E. Eleutherozoen (Echinodermata) aus dem Unter-Karbon von Aprath im Bergischen Land / eds. C. Hackler, A. Heinrich, E.-B. Krause // *Geologie, Paläontologie und Vor- und Frühgeschichte zwischen Lippe und Wupper. Archäologie im Ruhrgebiet.* – 1994. – Vol. 2. – Pp. 115–132.

Mirantsev G. V., Anekeeva G. A., Terentyev S. S., Semenov N. K. New cyclocystoids (Echinodermata) from the Middle-Upper Ordovician of the Leningrad Region // 10th European Conference on Echinoderms. Abstracts. – Moscow : Borissiak Paleontological Institute RAS, 2019. – Pp. 64.

Sevastopulo G. D. Fossil «lilies of the ocean» and other echinoderms from Carboniferous rocks of Ireland // John Jackson Memorial Lecture 2002. Occasional Papers in Irish Science and Technology. – 2002. – Vol. 25. – Pp. 1–15.

Smith A. B., Paul C. R. C. Revision of the class Cyclocystoidea (Echinodermata) // *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. B, Biological Sciences.* – 1982. – Vol. 296. – Pp. 577–679.

ИСКОПАЕМЫЕ ЭМБРИОНЫ ВЕРХНЕГО ВЕНДА ХАРАУЛАХА (СИБИРСКАЯ ПЛАТФОРМА)

Н. В. Новожилова^{1,2}

¹ *Институт нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН, Новосибирск*

² *Новосибирский государственный университет, Новосибирск, novozhilovanv@ipgg.sbras.ru*

UPPER VENDIAN EMBRYOS FROM KHARAUULAKH (SIBERIAN PLATFORM)

N. V. Novozhilova^{1,2}

¹ *Trofimuk Institute of Petroleum Geology and Geophysics, Siberian Branch, Russian Academy of Sciences, Novosibirsk*

² *Novosibirsk State University, Novosibirsk, novozhilovanv@ipgg.sbras.ru*

Аннотация. Изучение скелетных проблематичных остатков из хараютехской свиты верхнего венда, вскрытой в разрезе по правому берегу р. Лена в устье руч. Улахан-Алдьярхай (Булкурская антиклиналь), позволило установить два морфологических типа эмбрионоподобных образований (округлой и гантелевидной форм). Шарообразные ископаемые остатки предварительно сопоставлены с представителями рода *Olivoooides* Qian.

Ключевые слова. Венд, эдиакарий, Сибирская платформа, фоссилии.

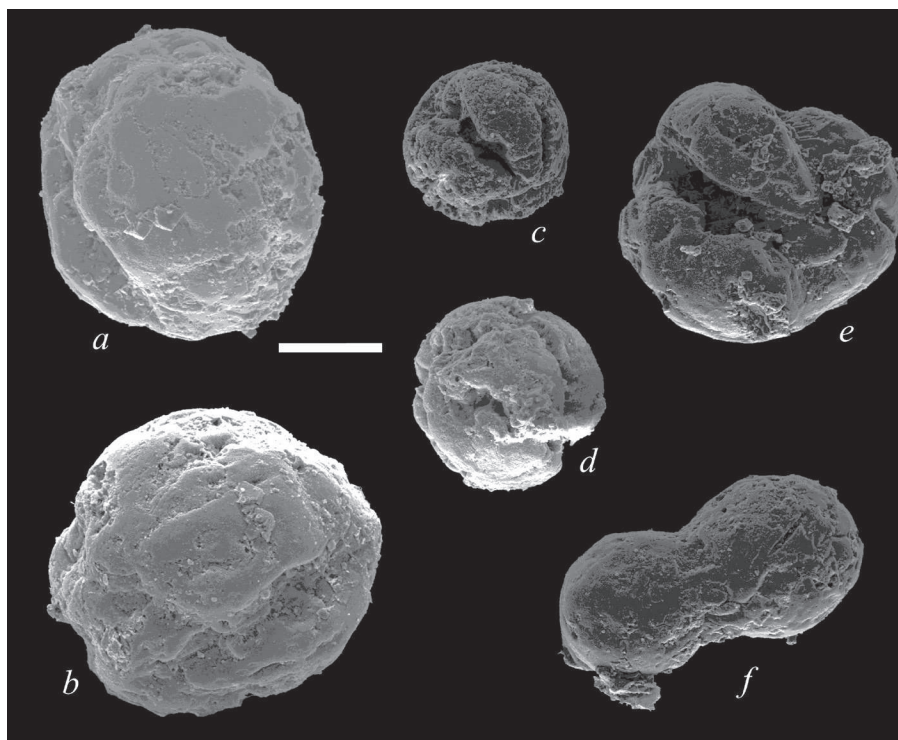
Abstract. Study of skeletal problematic remains from the Kharayutekh formation of the Upper Vendian, uncovered in a section along the right bank of the Lena River at the mouth of the stream Ulakhan-Aldiarkhai (Bulkur anticline), allowed us to establish two morphological types of embryo-like forms (spherical and dumbbell-shaped). Spherical fossils have been tentatively identified by members of the genus *Olivoooides* Qian.

Key words. Vendian, Ediacaran, Siberian platform, fossils.

Находки уникальной сохранности различных стадий эмбрионального развития многоклеточных широко известны с разных стратиграфических уровней, с позднего протерозоя до нижнего ордовика (Bengtson and Yue, 1997; Kouchinsky et al., 1999; Dong et al., 2005; Xiao et al., 2000; Donoghue and Dong, 2005; Landon et al., 2019 и др.). В некоторых случаях исследователи достаточно точно и убедительно говорят о принадлежности, обнаруженных ими ископаемых, к «низшим» беспозвоночным или билатериям. Хотя и выдвигалась гипотеза, что подобные находки вовсе не эмбрионы, а остатки серобактерий (Bailey et al., 2007). Следует отметить, что такая сохранность эмбриональных стадий развития организмов возможна в сероводородных условиях.

На Сибирской платформе ранее были известны находки эмбрионов из пестроцветной свиты разреза Дворцы, манькайской свиты разреза по р. Большая Куонамка (Kouchinsky et al., 1999), еркекетской свиты р. Оленёк и эмяксинской свиты р. Уджа (Васильева, 1998). Изначально находки описывались как шарообразная проблематика рода *Markuelia* Valkov, 1983.

Новое местонахождение эмбрионоподобных ископаемых обнаружено в хараютехской свите верхнего венда в разрезе на правом берегу р. Лена в устье руч. Улахан-Алдьярхай (Булкурская антиклиналь). Разрез верхнего венда в пределах Булкурской антиклинали включает верхи хараютехской свиты, сложенной в основном серыми, темно-серыми и черными известняками. Из органических остатков ранее в верхах хараютехской свиты были обнаружены строматолиты вендского комплекса (Мельников и др., 2005), микрофитолиты



Эмбрионовидные ископаемые остатки шарообразной формы
из хараютехской свиты
Масштабная линейка – 100 мкм

(Журавлева, 1974; Решения ... , 1983), а также отпечаток примитивного кишечнополостного и след ползания грунтоедов (Колосов, 2016). В 8,2 м от кровли хараютехской свиты в мелко-зернистых, тонкослоистых темно-серых известняках были обнаружены фосфатизированные эмбрионовидные ископаемые шаровидной (рисунок, *a–e*) и гантелевидной (рисунок, *d*) форм удовлетворительной сохранности. Диаметр ископаемых эмбрионов варьирует от 160 до 340 мкм. Более крупные формы диаметром 320–340 мкм наиболее сходны с эмбриональными стадиями *Olivoides* Qian (Donoghue and Dong, 2005). Вероятнее всего, обнаруженные ископаемые представляют собой разные стадии эмбрионального развития одного или нескольких организмов. Для более точного установления систематической принадлежности этих остатков необходимо дальнейшее и более тщательное изучение всех обнаруженных экземпляров.

Работа выполнена при поддержке проекта FWZZ-2022-0003. Изучение и отбор ископаемых проводились с использованием светового микроскопа Zeiss Stemi 508 (данное оборудование приобретено ИНГГ СО РАН в рамках Программы обновления приборной базы). Детальное изучение и получение качественных изображений стало возможным благодаря использованию сканирующего электронного микроскопа Carl Zeiss EVO 10.

Литература

- Журавлева З. А. К вопросу о возрасте верхнедокембрийских отложений Хараулаха // Изв. АН СССР. Сер. геол. – 1974. – № 11. – С. 127–131.
- Васьльева Н. И. Мелкая раковинная фауна и биостратиграфия нижнего кембрия Сибирской платформы. – СПб. : ВНИГРИ, 1998. – 139 с.
- Колосов П. Н. Новая находка *Beltanelliformis* в венде Хараулахских гор в Восточной Сибири // Наука и образование. – 2016. – № 3. – С. 13–16.
- Мельников Н. В., Якишин М. С., Шишкин Б. Б. и др. Стратиграфия нефтегазопосных бассейнов Сибири. Рифей и венд Сибирской платформы и ее складчатого обрамления. – Новосибирск : Академическое издательство «Гео», 2005. – 428 с.
- Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и четвертичной системе Средней Сибири. – Л. : ВСЕГЕИ, 1983. – 216 с.

- Bailey J. V., Joye S. B., Kalanetra K. M. et al. Evidence of giant sulphur bacteria in Neoproterozoic phosphorites // Nature. – 2007. – Vol. 445. – Pp. 198–201.
- Bengtson S., Yue Z. Fossilized metazoan embryos from the earliest Cambrian // Science. – 1997. – Vol. 277. – Pp. 1645–1648.
- Dong X., Donoghue P. C. J., Cunningham J. et al. The anatomy, affinity and phylogenetic significance of Markuelia // Evolution and Development. – 2005. – Vol. 7. – Pp. 468–482.
- Donoghue P. C. J., Dong X. Embryos and ancestors / ed. D. E. G. Briggs // Evolving Form and Function: Fossils and Development. Yale Peabody Museum, New Haven. – 2005. – Pp. 81–99.
- Kouchinsky A., Bengtson S., Gershwin L. Cnidarian-like embryos associated with the first shelly fossils in Siberia // Geology. – 1999. – Vol. 27. – Pp. 609–612.
- Landon E. N. U., Liu P. J., Yin Z. J. et al. Cellular preservation of excysting developmental stages of new eukaryotes from the early Ediacaran Weng'an Biota // Palaeoworld. – 2019. – Vol. 28. – Pp. 461–468.
- Xiao S., Knoll A. H. Phosphatized animal embryos from the Neoproterozoic Doushantou Formation at Weng'an, Guizhou, South China // Journal of Paleontology. – 2000. – Vol. 74. – Pp. 767–788.

МИКРОМЕРНЫЕ ЗУБЫ АКУЛ (ELASMOBRANCHII: ORECTOLOBIFORMES) В БЕРРИАСЕ КРЫМА

Ф. А. Триколиди

Всероссийский научно-исследовательский геологический институт им. А. П. Карпинского,
Санкт-Петербург, mtetradi@mail.ru

MICROMETRIC-SIZED SHARK TEETH (ELASMOBRANCHII: ORECTOLOBIFORMES) IN CRIMEAN BERRIASIAN

F. A. Trikolidi

A. P. Karpinsky Russian Geological Research Institute, St. Petersburg, mtetradi@mail.ru

Аннотация. Статья посвящена характеристике микромерных зубов и плакоидной чешуи акул берриаса Крыма. Ранее формы *Dorsetoscyllium* и *Annea* были известны только из юрских отложений Европы. Находки зубов этих акул в берриасе Крыма значительно расширяют стратиграфический интервал их распространения и ареал расселения.

Ключевые слова. Акулы, зубы, берриас, *Dorsetoscyllium*, *Annea*, Крым.

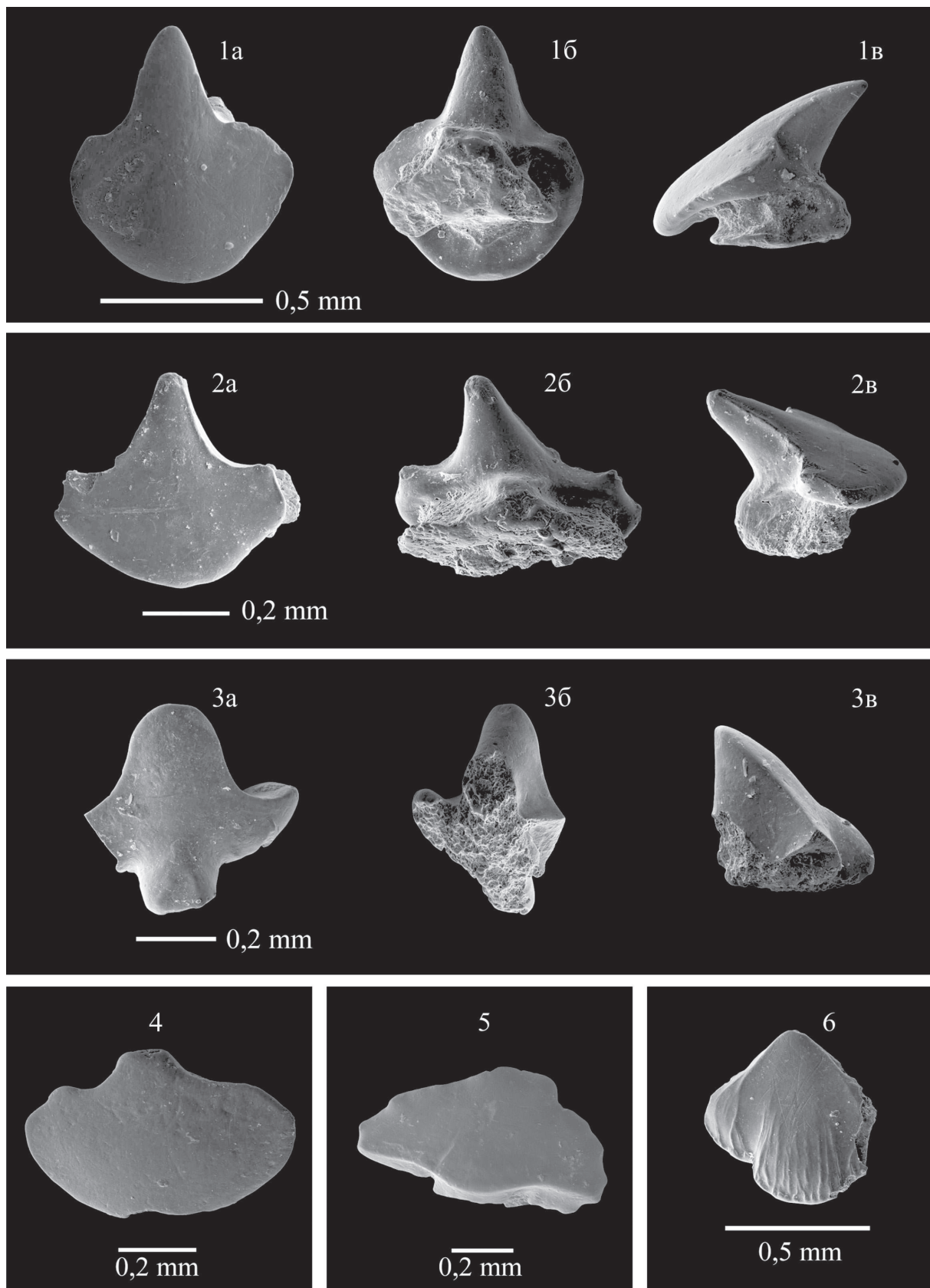
Abstract. The article deals with shark micrometric-sized teeth and placoid scales in the Crimean Berriasian. Such forms as *Dorsetoscyllium* and *Annea* were previously known only from the European Jurassic. These shark teeth occurrence in the Crimean Berriasian significantly expand the stratigraphic interval of their distribution and the area of their habitat.

Key words. Sharks, teeth, Berriasian, *Dorsetoscyllium*, *Annea*, Crimea.

Микромерные зубы хрящевых рыб в нижнем мелу Крыма ранее уже находились (Триколиди, 2015, 2022; Триколиди и др., 2018). Однако в данном сообщении делается акцент на остатках, происходящих из берриаса, т. к. эласмобранхии из этого интервала нижнего мела наименее изучены. Зубы и чешуя были обнаружены в разрезе Кабаний Лог, расположенном на правом борту долины р. Бельбек (между пос. Куйбышево и с. Голубинка). Этот разрез подробно описан в ряде статей (Богданова, Аркадьев, 1999; Янин, Барабошкин, 2000; Аркадьев и др., 2002). Зональное деление дается по материалам В. В. Аркадьева и др. (2008, 2012). В основании находится переслаивание плотных и слабосцементированных кварцевых песчаников с карбонатным цементом, сменяющихся выше пачкой переслаивания песчаников и онколитовых известняков.

Микроостатки рыб выделены с помощью просеивания слабосцементированных песчаников через стандартный литологический набор сит, с последующим разделением фракций (1–0,25 мм) на легкую и тяжелую в лаборатории посредством тяжелых жидкостей.

Нижняя часть разреза относится к зоне *Tirnovella occitanica*, здесь обнаружено наибольшее количество определимых остатков хрящевых рыб, относящихся к отряду *Orectolobiformes*. В средней части разреза (зона *Fauriella boissieri*) найдены в основном неопределимые ихтиолиты.



Зубы акул *Dorsetoscyllium* aff. *terraefullonicum* Underwood et Ward, 2004

Фиг. 1 – передний зуб *Dorsetoscyllium* aff. *terraefullonicum*: *a* – лабиальный вид, *б* – базальный вид, *в* – латеральный вид. Фиг. 2 – боковой зуб *Dorsetoscyllium* aff. *terraefullonicum*: *a* – лабиальный вид, *б* – лингвальный вид, *в* – латеральный вид. Фиг. 3 – боковой зуб *Annea* sp.: *a* – лабиальный вид, *б* – базальный вид, *в* – латеральный вид. Фиг. 4 – задний зуб *Dorsetoscyllium* aff. *terraefullonicum* – лабиальный вид. Фиг. 5 – зуб акулы(?) *Orectolobiformes* – лабиальный вид. Фиг. 6 – плакоидная чешуя акул *Orectolobiformes* – апикальный вид. Экземпляры хранятся в ЦНИГР музее, Санкт-Петербург (колл. № 13415)

Наибольший интерес представляют зубы акул *Dorsetoscyllium* aff. *terraefullonicum* Underwood et Ward, 2004 (рисунок). Всего обнаружено 3 таких зуба, позволяющих судить об озублении в целом: передний, боковой и зуб, занимавший самое заднее положение. В целом дифференциация подчеркивается как размером, так и появлением добавочных зубцов у боковых и задних зубов. Также найден 1 зуб акул рода *Annea*. Этот зуб лишен корня, но морфологические особенности коронки свидетельствуют о крайней специализации крымских *Annea*, так как все зубцы зуба «тупые» – усилена режущая функция. Вместе с зубами обнаружена и плакоидная чешуя, которую ранее автор относил к *Dorsetoscyllium* aff. *terraefullonicum*. Однако, как выяснилось, наличие в этих отложениях зубов других акул, относящихся к отряду *Orectolobiformes*, делает невозможным такой вывод. Можно сказать только, что чешуя принадлежала акулам отряда *Orectolobiformes* (Campbell, 2003 и др.).

На сегодня акулы рода *Dorsetoscyllium* известны только из батских (средняя юра) отложений Великобритании (Underwood, Ward, 2004). Присутствие их в нижнем мелу (берриас) Крыма свидетельствует о достаточно свободной связи морских бассейнов Европы и значительно расширяет ареал расселения этих акул, как и стратиграфический интервал распространения. Акулы рода *Annea* были распространены несколько шире, но ареал их обитания также не выходил за пределы современной Европы. Их зубы известны из нижней и средней юры Бельгии и Германии (Thies, 1989, 1993; Delsate, Thies, 1995). Находки зубов этих акул в нижнем мелу Юго-Западного Крыма пока являются единственными, но можно ожидать их обнаружение как в юрских отложениях Крыма, так и в юрских и нижнемеловых отложениях Кавказа.

Литература

- Аркадьев В. В., Атабекян А. А., Барабощкин Е. Ю. и др. Стратиграфия нижнемеловых отложений района р. Бельбек (Юго-Западный Крым) // Геология Крыма. Ученые записки кафедры исторической геологии. Вып. 2. – СПб. : НИИЗК СПбГУ, 2002. – С. 34–46.
- Аркадьев В. В., Богданова Т. Н., Гужиков А. Ю. и др. Берриас Горного Крыма. – СПб. : Лема, 2012. – 472 с.
- Аркадьев В. В., Богданова Т. Н., Лобачева С. В. и др. Берриас Горного Крыма: зональное расчленение и корреляция // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2008. – Т. 16. – № 4. – С. 57–80.
- Богданова Т. Н., Аркадьев В. В. Представители рода *Dalmasiceras* (Ammonoidea) из берриаса Горного Крыма // Палеонтологический журнал. – 1999. – № 4. – С. 20–26.
- Триколиди Ф. А. Первые находки микромерных зубов хрящевых рыб в нижнемеловых отложениях Крыма // Современные проблемы палеонтологии. Материалы LXI сессии Палеонтологического общества при РАН (13–17 апреля 2015 г., Санкт-Петербург). – СПб., 2015. – С. 178–180.
- Триколиди Ф. А. Эласмобранхии мела и нижнего палеоцена Крыма // Автореф. дисс. канд. геол.-минерал. наук. – СПб., 2022. – 22 с.
- Триколиди Ф. А., Голубев В. К., Тищенко А. И. Нижнемеловой комплекс эласмобранхий (*Chondrichthyes*, *Elastombranchii*) Крыма // Фундаментальная и прикладная палеонтология. Материалы LXIV сессии Палеонтологического Общества при РАН (2–6 апреля 2018 г., Санкт-Петербург). – СПб., 2018. – С. 237–238.
- Янин Б. Т., Барабощкин Е. Ю. Разрез берриасских отложений в бассейне р. Бельбек (Юго-Западный Крым) // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2000. – Т. 8. – № 2. – С. 66–77.
- Campbell R. J. Selachian scales from the Cenomanian (Late Cretaceous) of Bathurst Island, northern Australia // *Alcheringa*. – 2003. – Vol. 27. – Pp. 93–105.
- Delsate D., Thies D. Teeth of the fossil sharks *Annea* Thies 1983 (*Elastombranchii*, *Neoselachii*) from the Toarcian of Belgium // *Belgian Geological Survey. Professional Paper*. – 1995. – Vol. 278. – Pp. 45–64.
- Thies D. Some problematical shark teeth (*Chondrichthyes*, *Neoselachii*) from the Early and Middle Jurassic of Germany // *Paläontologische Zeitschrift*. – 1989. – Vol. 63. – No. 1/2. – Pp. 103–117.
- Thies D. New evidence of *Annea* and *Jurobatos*, two rare neoselachians (*Pisces*, *Chondrichthyes*) from the Jurassic of Europe // *Belgian Geological Survey. Professional Paper*. – 1993. – Vol. 264. – Pp. 137–146.
- Underwood C. J., Ward D. J. Neoselachian sharks and rays from the British Bathonian (Middle Jurassic) // *Palaeontology*. – 2004. – Vol. 47. – No. 3. – Pp. 447–501.

РУССКИЙ СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ХИТИНОЗОЙ

Р. Р. Якупов, А. В. Рыскулова

Институт геологии – Уфимский федеральный исследовательский центр РАН,
Уфа, stp@ufaras.ru

RUSSIAN GLOSSARY OF TERMS FOR CHITINOZOANS DESCRIPTION

R. R. Yakupov, A. V. Ryskulova

Institute of Geology – Subdivision of the Ufa Federal Research Centre, Russian Academy of Sciences,
Ufa, stp@ufaras.ru

Аннотация. Статья посвящена проблеме описания хитинозой на современном уровне. Большинство терминов, характеризующих морфологию оболочек хитинозой, не имеют устоявшихся вариантов на русском языке. Благодаря сводной работе Paris et al., 1999 была принята англоязычная терминология, на основе которой предложен вариант словаря русскоязычных терминов для этой группы микроорганизмов.

Ключевые слова. Хитинозой, русскоязычные описания, словарь терминов.

Abstract. The article is devoted to the problem of describing chitinozoan vesicles at the modern level. Most of the morphology terms of chitinozoans do not have established variants in Russian. Thanks to the consolidated work of Paris et al., 1999, English terminology was adopted. On this basis a version of the glossary of terms in Russian is proposed.

Key words. Chitinozoans, description, Russian language, glossary.

Хитинозой – группа мелких (от 100 до 1500 мкм) органостенных микрофоссилий, появление и расцвет которой произошли в ордовике, а угасание в позднем девоне. К настоящему времени накоплен большой фактический материал по их морфологии, биостратиграфии, палеоэкологии и химическому составу оболочки (Paris, 1996). В результате опубликована глубоко проработанная коллективная статья по морфологии и классификации хитинозой (Paris et al., 1999), которая установила стандарты в англоязычной терминологии (рисунок).

В русскоязычной среде специалисты при описании оболочек хитинозой оперировали терминами, предложенными немецкими, английскими и французскими исследователями. Для этого пользовались несколькими приемами – транслитерацией (*callus* – каллус), прямым переводом (*lips* – губы) и синонимичным переводом (*capina* – юбочка). Некоторые исследователи предлагали свои обозначения элементов морфологии: *colarete* – устьевой отворот, *mucron* – мукрон (Заславская, 1983). Использование уменьшительно-ласкательных суффиксов при переводе оправдано там, где упоминается элемент морфологии меньший, чем целая везикула или ее крупный фрагмент. Это связано с малыми размерами самих хитинозой и их частей (устьевая крышечка). Предпочтение отдавалось устоявшимся русскоязычным терминам. В случае первого использования применялась транслитерация.



Строение везикул хитинозой (по Jain, 2020):

1–4 – главные морфологические элементы везикул разных семейств: 1, 3 – Desmochitinidae, 2, 4 – Conochitinidae

Разночтения в описаниях хитиной были допустимы до формального установления терминологии в англоязычной среде (Paris et al., 1999). Предлагаемый ниже словарь русскоязычных терминов суммирует опыт палеонтологов нашей страны и зарубежных исследователей.

Словарь терминов

Термин (по Paris et al., 1999)	Перевод определения (по Paris et al., 1999)	Варианты перевода (по Glossary of Geology и др.)	Предлагаемый термин
Antiapertural pole	Нижняя часть везикулы, противоположная апертуре	Нижний полюс, нижнее окончание	Дно
Aperture	Большое отверстие в верхней части везикулы, ограниченное либо краями шейки, либо воротничком, либо, если эти два элемента отсутствуют, границей камеры (вырезом камеры). Этот термин предпочтительнее, чем «рот», который имеет физиологическое значение	Апертура, устье, устьевое отверстие	Апертура, устье
Apertural plug	Общий термин, обозначающий простую или сложную пробку, закрывающую отверстие и представленную либо крышечкой, либо просомой	Апертурная пробка	Устьевая крышечка, пробка
Арех	Точка проявления оси симметрии на круглом основании камеры	Апекс, макушка, вершинка	Апекс, макушка
Apical pit	Круглая, вдавленная область, окруженная краем мукрона	Верхушечная/ вершинная/ апикальная/ примакушечная ямка	Апикальная ямка, примакушечная ямка
Apical structure	Включает рубец, каллус, мукрон, копулу и ножку		Апикальная структура
Base	Часть камеры, противоположная апертуре (антиапертурный полюс или дно камеры)	База, основание	Основание
Bulb (=siphon)	Мембранозная ампула, отходящая от основания везикулы	Сифон, пузырь, выпуклость, утолщение	Сифон
Callus	Короткое утолщение на конце, похожее на пенек	Каллус	Каллус
Carina	Круговое расширение стенки (наружного слоя) вокруг камеры; оно может располагаться ниже, на или выше края	Карина, юбочка	Карина
Central cavity	Внутренняя полость, соответствующая камере (содержала эмбрион, если принять гипотезу яйца)	Центральная полость	Центральная полость
Chamber	Часть везикулы (часто выпуклая), расположенная ниже шейки или под воротничком (если он присутствует)	Камера	Камера
Cluster	Группа везикул, принадлежащих одному и тому же виду и соединенных своими боками (без отверстий); они обычно расположены в виде спирали	Гроздь	Кластер
Collarette (collar)	Утонченная цилиндрическая или расширяющаяся часть шейки или стенки везикулы, когда шейка отсутствует. Воротничок окружает апертуру	Воротничок	Воротничок

Термин (по Paris et al., 1999)	Перевод определения (по Paris et al., 1999)	Варианты перевода (по Glossary of Geology и др.)	Предлагаемый термин
Copula	Трубчатое, перепончатое расширение, окружающее апекс	Копула, ножка	Копула
Crests	Вертикальные ряды свободного или связанного шипастого орнамента или непрерывные мембраны	Гребень, гребневидное образование	Гребень
External structures	Включают карину и апикальную структуру, а также рукав		Наружные структуры
Flanks	Часть камеры, расположенная между боковыми краями и шейкой или воротничком	Боковая сторона, бок, фланг	Боковая сторона, бок, фланг
Flexure	Вогнутая зона, отделяющая боковую сторону камеры от шейки	Флексура, изгиб	Флексура
Glabrous	Поверхность везикулы без шипастой орнаментации		Однородно гладкий
Lenticular	Вытянутая, линзообразная форма везикулы	Линзообразный, чечевицеобразный	Линзовидный
Lip	Дистальная часть воротничка (или шейки), закрывающая апертуру		Губа
Margin (basal edge sensu Laufeld, 1974)	Зона между дном и боковыми сторонами; может быть незаметной, округлой по горизонтали, сглаженной или резкой. На краю имеются основные морфологические элементы (например, карина, отростки)	Базальный край	Базальный край
Mucron	Утолщенный, приподнятый обод, окружающий апикальную ямку	Мукро, мукрон (Заславская 1983, с. 62)	Мукрон
Meshlike	Шипастая орнаментация, образующая сетку или решетчатый орнамент на поверхности стенки	Ячеистый	Ячеистый
Neck (=apertural tube)	Трубчатая структура, расширяющаяся кверху от камеры; часто заканчивается воротником	Шейка	Шейка
Operculum	Дискообразная пробка, закрывающая отверстие в везикуле без горловины	Пробка	Оперкулум
Ornamentation	Включает в себя все шипастые, волосистые и вытянутые виды орнаментации (например, гребни) наружного слоя		Орнаментация
Peduncle	Твердая, короткая (<i>Margachitina catenaria</i> : Paris, Grahn, 1996 fig. 2) или удлиненная цилиндрическая структура, простирающаяся от апекса (<i>Urochitina simplex</i> : Paris, 1996, pl. 3 fig. 12)	Ножка	Ножка
Processes (=appendices)	Простые или сложные шипы, расположенные по краю основания или вблизи края в случае яйцевидной или булавовидной камеры; отростки обычно полые, но могут иметь сетчатую структуру; они могут быть короткими или очень длинными. Отростки никогда не взаимодействуют с внутренней частью камеры	Отростки	Отростки

Термин (по Paris et al., 1999)	Перевод определения (по Paris et al., 1999)	Варианты перевода (по Glossary of Geology и др.)	Предлагаемый термин
Prosome	Внутренняя пробка, расположенная в основании шейки. Может быть простой (дискообразной) или сложной (трубчатая структура с несколькими или многочисленными горизонтальными перегородками, т. е. «сложенные гармошкой»)	Просома	Просома
Reticulum	Сетчатый наружный слой, прочно прикрепленный к боковым стенкам везикулы; может выходить за пределы основания везикулы в виде дырчатой карины. Везикулы, несущие ретикулум, считаются гладкими		Ретикулум
Scar	Круглая отметина (вдавленная или слегка выступающая), которая отвечает либо за истончение, либо за утолщение на апексе; также может быть в центре оперкулума	Рубец, шрам	Базальный рубец
Septa	Горизонтальная мембранозная перегородка внутри просомы	Перегородка, септа	Перегородка
Sleeve	Частично или полностью прикрепленная мембрана (обычно наружный слой), покрывающая везикулу и выходящая за пределы основания		Рукав
Smooth	Гладкая скульптура стенки везикулы, без орнаментации		Гладкий
Spines	Все виды от простых до сложных удлиненных выступов наружного слоя; длина шипа должна быть, по крайней мере, в 2 раза больше ширины и превышать 2 микрона; чаще всего полые (примечание: полые шипы никогда не сообщаются с внутренней частью везикулы)	Шипы	Шипы, шипики
Vesicle	Основная особь хитинозои, включающая стенку камеры и шейку (и воротничок, если есть), а также устьевую крышечку	Везикула	Везикула
Wall (=test)	Органическая оболочка хитинозои; включает в себя как внешний, так и внутренний слой	Стенка	Стенка

Литература

- Заславская Н. М.* Силур Сибирской платформы. Хитинозои // Тр. Ин-та геологии и геофизики СО АН СССР. – М.: Наука, 1983. – Вып. 518. – 90 с.
- Glossary of Geology Толковый словарь английских геологических терминов: в 3-х т. / под ред. М. Гери и др.; пер. с англ. под ред. Л. П. Зоненшайна. – М.: Мир, 1977, 1978, 1979.
- Jain S.* Fundamentals of Invertebrate Palaeontology // Springer Geology. Chitinozoa. – URL: https://doi.org/10.1007/978-81-322-3962-8_1
- Paris F.* Chitinozoan biostratigraphy and palaeoecology / eds. J. Jansonius & D. C. McGregor // Palynology: Principles and applications. American Association of Stratigraphic Palynologists Foundation, Dallas. – 1996. – Vol. 2. – Pp. 531–552.
- Paris F., Grahn Y., Nestor V., Lakova I.* A revised chitinozoan classification // Journal of Paleontology. – 1999. – Vol. 73. – No. 4. – Pp. 549–570.

СОДЕРЖАНИЕ

Приветственное слово участникам совещания (<i>П. В. Химченко</i>)	5
Предисловие (<i>В. С. Вишневская</i>)	7

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ

<i>А. С. Алексеев</i> . Объекты микропалеонтологии	11
<i>Т. Ю. Толмачева, А. С. Алексеев</i> . Межведомственный стратиграфический комитет: история, задачи и пути развития	14

КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МИКРОФОССИЛИЙ

<i>Ю. В. Агарков, Т. А. Агаркова</i> . Динамика изменения видового богатства фито- и зоопланктона мезозоя и кайнозоя	21
<i>М. С. Афанасьева, Л. И. Кононова, Е. Л. Зайцева, А. В. Баранова</i> . Радиолярии, конодонты и фораминиферы золотоозерской свиты нижнего турне Волго-Уральского бассейна России	26
<i>Л. А. Глинских</i> . Новые данные по юрской микрофауне восточного берега Анабарского залива (север Сибири)	32
<i>Е. Л. Грундан, Э. В. Саркисова, Н. А. Фрегатова, Ю. Ю. Юрченко, В. А. Рашидов</i> . Биостратиграфическая характеристика донных осадков юго-восточной части Охотского моря (колонки В34-95 и В34-110)	36
<i>Т. В. Дмитриева, О. В. Кочубей, Е. Ю. Мецеракова, А. В. Данилова, О. В. Аркадьева, Т. В. Орешкина</i> . Комплексная биостратиграфическая характеристика осадочного чехла Охотского моря (Магаданский шельф)	42
<i>Т. С. Ключиткина, Е. А. Агафонова, Е. А. Новичкова, Л. А. Лозинская, М. П. Чеховская, А. Г. Матуль, М. Д. Кравчишина</i> . Микрофоссилии в осадках колонки АМК-6150 как индикаторы климатических условий в районе хребта Книповича (Норвежское море) в голоцене	46
<i>А. Г. Матуль, Е. А. Новичкова, М. П. Чеховская, Т. С. Ключиткина</i> . Палеотемпература воды в Норвежско-Гренландском бассейне в последние 6000 лет: реконструкции по микрофоссилиям	51
<i>Х. Э. Микадзе, Н. Р. Лапачишвили, Г. Глашадзе, Н. Д. Икошвили</i> . Граница сантонского и кампанского ярусов в пределах Храмского блока (южный склон Большого Кавказа, Грузия)	53
<i>Б. Л. Никитенко, Е. Б. Пещевицкая, В. А. Каширцев, Е. А. Фурсенко, А. Ю. Попов, С. Н. Хафаева, В. Ю. Брагин</i> . Высокорастворимая биостратиграфия, геохимия и литология верхней юры и низов мела в разрезе полуострова Нордвик (север Сибири)	57
<i>Я. С. Овсепян, О. В. Руденко, Е. Е. Талденкова, Х. А. Баух</i> . Новый разрез отложений бореальной трансгрессии на северо-востоке Беломорского района: микрофауна, палиностратиграфия, реконструкция условий палеосреды	62
<i>Е. М. Первушов, Е. А. Калякин, И. П. Рябов, А. В. Коромылова</i> . Фораминиферы и мелкоразмерные макрофоссилии верхнего мела Поволжья	67
<i>Е. И. Полякова, Т. С. Ключиткина, Е. А. Новичкова, Е. А. Агафонова</i> . Микропалеонтологические индикаторы обстановок осадконакопления в арктических морях России	72

М. А. Устинова, В. С. Вишневская, В. И. Лысенко, А. С. Алексеев. Юрские фораминиферы и радиолярии из тессельского осадочно-вулканического комплекса (южный берег Крыма)	76
---	----

ФОРАМИНИФЕРЫ

Е. С. Авенирова, Н. А. Ртищев, Е. Ю. Барабошкин, А. Ю. Гужиков, В. А. Фомин. Планктонные фораминиферы и стратиграфия сеноманских отложений горы Сель-Бухра (Юго-Западный Крым)	85
Е. А. Баканова, В. А. Маринов, Я. С. Трубин. Фораминиферы рода <i>Viveja</i> Bugrova из отложений верхнего мела Западной Сибири	89
Е. Ю. Башлыкова, Е. И. Кулагина. Фораминиферы рода <i>Lituotubella</i> Rauser, 1948 в каменноугольных разрезах Южного Урала	92
С. И. Бордунов. Плиоценовые фораминиферы шельфа моря Лаптевых	97
С. И. Бордунов, Д. М. Ольшанецкий. Фораминиферы верхнего эоцена Западного Сахалина	100
В. Я. Вукс, Х. Марко, М. Блейз, Б. Юрковсек, Т. Колар-Юрковсек. Фораминиферы среднего триаса в образцах из разреза скважины Коловец в Западной Словении	103
Н. Б. Гибиман, Я. А. Вевель. К вопросу филогении рода <i>Planoendothyra</i> Reitlinger, 1959 (Foraminifera) верхневизейско-серпуховских отложений (нижний карбон)	108
Е. В. Зайчикова. Биостратиграфия и ассоциации верхнеюрских фораминифер Верх-Тарской площади, юг Западной Сибири	112
Е. Ю. Закревская. Крупные милиолиды и роталииды (фораминиферы) верхнего эоцена Южной Армении и их палеобиогеографическое значение	116
К. В. Кайда. Распределение фораминифер надсемейства Palaeotextularioidea Galloway, 1933 в верхневизейских и серпуховских отложениях нижнего карбона	120
Л. Ф. Копачевич, Э. М. Бугрова, М. Р. Латынова, А. В. Гусев. Метод восстановления биостратиграфии закрытых районов с помощью изучения пульпы грязевых вулканов (на примере вулкана Шуго, Таманский полуостров)	125
Е. И. Кулагина. Фораминиферы семейства Globivalvulinidae Reitlinger, 1950 в пограничных отложениях нижнего и среднего карбона Урала	130
В. А. Маринов. Систематическое положение вида <i>Haplophragmoides emeljanzevi</i> Schleifer, 1966	135
Т. Н. Пинчук. Фораминиферы конкских отложений Западного Предкавказья	139
В. М. Подобина, Г. М. Татьяна. Альбские комплексы фораминифер Западной Сибири	143
В. М. Подобина, Т. Г. Ксенева. Фораминиферовые зоны кампана Западной Сибири ..	146
В. М. Подобина. Фораминиферы и биостратиграфия зеландия (средний палеоцен) Западной Сибири	149
П. А. Прошина. Стратиграфический потенциал спирально-винтовых планктонных фораминифер позднего мела Перитетиса	153
С. Т. Ремизова. О систематическом положении вида <i>Pseudofusulina(?) recondita</i> Grozdilova et Lebedeva, 1961 (фораминиферы)	157
И. П. Рябов. <i>Gavelinella sahlstroemi</i> (Brotzen, 1948) (Foraminifera). Верхний маастрихт юго-запада Горного Крыма	160

Ю. Н. Савельева. Фораминиферы меловых (готерив-сеноманских) отложений юго-запада Западной Сибири	164
Т. И. Степанова. Зональные подразделения фораминифер верхнего турне – нижнего визе (нижний карбон) Новой Земли на примере микитовской свиты	169
Я. С. Трубин, В. А. Маринов, П. В. Смирнов. Комплексы фораминифер тибейсалинской свиты (нижний палеоцен) арктической области Западной Сибири	173
А. В. Ядренкин. Триасовый этап эволюции двусимметричных нодозариид (Foraminifera) на севере Сибири	176

РАДИОЛЯРИИ

Э. О. Амон. Материалы к уточнению радиоляриевой зональной шкалы палеогена Европейской России и сопредельных территорий	183
М. С. Афанасьева. Реконструкция условий обитания радиолярий: кунгур Южного Урала и раннее турне Волго-Уральского бассейна	187
Н. Ю. Брагин, Л. Г. Брагина, А. А. Мироненко. Борсальный комплекс радиолярий верхнего оксфорда (верхняя юра) разреза Рыбаки (Московская область)	192
Л. Г. Брагина, Н. Ю. Брагин. Радиолярии из разрезов нижнего сеномана Горного Крыма	197
Л. Н. Василенко, Ю. П. Василенко, С. А. Горбаренко. Биостратиграфия донных отложений юго-восточной части Охотского моря на основе радиоляриевого анализа	200
Э. А. Гайнуллина. Радиолярии нижнеартинских отложений разреза Донское (Южный Урал)	205
А. В. Исаева, Ю. А. Гатовский. Новые данные о внутреннем строении некоторых видов мезозойских радиолярий из родов <i>Parvicingula</i> и <i>Takemuraella</i>	210
О. Т. Обут, М. Л. Куйбида, Ю. С. Бискэ, А. А. Перфилова, И. Ю. Сафонова. Радиолярии верхнего ордовика из кремнисто-вулканогенных пород гор Улуг-Тау, Киргизия	214
Т. Н. Палечек. Биостратиграфия меловых вулканогенно-кремнистых отложений Северо-Востока России по радиоляриям	218

ОСТРАКОДЫ

Я. А. Гимаева, М. А. Наумчева, А. С. Бакаев, В. К. Голубев. Палеонтологическая характеристика пограничных отложений перми и триаса разреза Асташиха (Нижегородская область)	225
В. А. Коновалова, Ю. Н. Савельева. Проблемы таксономии позднекайнозойских <i>Dinarocytherini</i> Kristić, 1987 (Crustacea, Ostracoda, Limnocytherinae) Западной Сибири	230
Б. М. Попов. Биофациальный и биостратиграфический анализ остракод в верхнем девоне северо-запада окраины Кузнецкого бассейна	235
Н. И. Степанова. Остракоды и корреляция верхнего ордовика юга Сибирской платформы	239
Е. М. Тесакова. Разная скорость эволюции полов и видообразование у остракод (на примере некоторых <i>Glyptocythere</i> Brand et Malz из средней юры Европы)	244

КОНОДОНТЫ

- Н. В. Горева, А. С. Алексеев.* Касимовский ярус (верхний пенсильваний) и сопоставление его зональных шкал по конодонтам 253
- С. В. Гришин, Ю. В. Яшунский, А. Э. Давыдов, А. С. Алексеев, Н. В. Горева.* Конодонты каширского горизонта (московский ярус, средний пенсильваний) Ржевского Поволжья из разреза на реке Осуга (Тверская область) 258
- Н. Д. Журавлева, В. В. Черных.* Конодонты пограничных ассельско-сакмарских отложений разреза Альянка (западный склон Южного Урала) 263
- Н. Г. Изох.* Конодонты верхнего девона Западной Сибири 265
- А. В. Неевин.* Особенности захоронения конодонтов в глубоководных отложениях девона – нижнего карбона центральной области Южного Тянь-Шаня (Кыргызстан) 269
- М. А. Соболева, В. М. Назарова.* Особенности морфологии икриодусов (конодонты) из стратотипического разреза устьярегской свиты Южного Тимана (франский ярус, верхний девон) 273
- Т. Ю. Толмачева, А. В. Дронов.* Реконструкция аппаратов «акантодовой» группы эндемичных конодонтов из верхнего ордовика Сибирской платформы 278

ПАЛИНОМОРФЫ

- О. Н. Васильева.* Биостратиграфия среднего эоцена Нижнего Поволжья по диноцистам 285
- Ю. Д. Внуковская, О. Б. Кузьмина, Н. А. Рудая.* Непыльцевые палиноморфы в донных отложениях озера Балыктукель (Горный Алтай) 290
- Т. Ю. Газизова, Т. В. Сапелко.* Динамика развития наземной и водной растительности на острове Валаам (север Ладожского озера) в позднем голоцене по палинологическим данным озера Антониевское 294
- Ю. В. Голубева, Т. И. Марченко-Вагапова, В. А. Исаков.* Спорово-пыльцевые спектры пойменных отложений в низовье реки Куя (северо-запад Большеземельской тундры) 298
- В. С. Гриненко, А. А. Горячева.* Типовые разрезы нижней–средней юры палео-Вилюя и палео-Алдана по данным бурения: корреляция и их палинологическая характеристика (восток Сибирской платформы) 301
- К. В. Дюжова.* Периодизация природных событий в Приазовье в среднем и позднем голоцене 306
- Н. Е. Завьялова, Н. В. Носова.* Пыльца, ассоциированная с *Karkenia irkutensis* (Ginkgoales) из юры Иркутского угольного бассейна 310
- О. Б. Кузьмина, А. И. Яковлева, Э. В. Мычко.* Палинологическая характеристика стратотипического разреза куршской свиты (верхний палеоген – нижний неоген, Калининградская область) 312
- Н. К. Лебедева.* Корреляция верхнемеловых отложений Западной Сибири по диноцистам 317
- О. Д. Найдина.* Палеогеографические реконструкции в Арктике по данным палинологического анализа послеледниковых осадков моря Лаптевых 320

<i>С. В. Наугольных.</i> Микробиоморфы плейстоценовых палеопочв и их значение для палеоклиматических и ландшафтных реконструкций (на примере среднеплейстоценовых отложений Теплостанской возвышенности, Москва)	324
<i>Е. Б. Пещевицкая.</i> Результаты палинологического изучения разреза Турга (Забайкалье, верхи баррема – низы апта)	328
<i>С. В. Полевова.</i> Идентификация пыльцевых зерен сложноцветных	333
<i>Е. Г. Раевская, Г. С. Искюль.</i> Новые биостратиграфические данные (скважина Лисино-10, Ленинградская область) и схема расчленения ордовикских отложений Северо-Запада России по акритархам	336
<i>Е. С. Разумкова, Е. В. Замараев.</i> Методики определения цвета палиноморф как индикатора катагенетических преобразований органического вещества	341
<i>Т. В. Сапелко.</i> Палинологические реконструкции голоценовых отложений Суздальских озер, Санкт-Петербург	344
<i>Л. А. Селькова.</i> Палинологическая характеристика нижнекелловейских отложений Северо-Востока Русской платформы (бассейн реки Пеша)	349
<i>Л. В. Филимонова.</i> Становление современной растительности на территории российско-финляндского парка «Дружба» на фоне изменения природной среды в голоцене	351
<i>О. В. Шурекова.</i> Диноцисты джангурской свиты (байос – нижний бат) бассейна Кубани (Северный Кавказ)	356
<i>А. И. Яковлева.</i> Диноцисты среднего эоцена – начала олигоцена Армении: биостратиграфия и обстановки осадконакопления	361

ДИАТОМОВЫЕ ВОДОРОСЛИ И СИЛИКОФЛАГЕЛЛАТЫ

<i>А. Ю. Гладенков.</i> Новые данные по силикофлагеллатам из палеогеновых отложений Западной Камчатки	369
<i>А. В. Лудикова.</i> Применение цист хризофитов для изучения развития экосистемы Ладожского озера в голоцене	373
<i>Т. В. Орешкина, Э. П. Радионова.</i> Диатомовая зона <i>Vipalla oamaguensis</i> (Глезер, 1979) в региональной стратиграфической схеме палеогена юга Русской плиты	376
<i>Э. П. Радионова, С. А. Полянская.</i> Неморские диатомиты в верхнем мэотисе разреза Железный Рог (Таманский полуостров)	381

ДРУГИЕ ГРУППЫ МИКРОФОССИЛИЙ

<i>Г. А. Анекеева, С. В. Рожнов.</i> Значение стеблевых фрагментов криноидей и бластозойных иглокожих для биостратиграфии палеозоя	389
<i>В. С. Вишневецкая.</i> Жилианеллиды – группа микрофоссилий из верхнемеловых отложений Крыма	393
<i>Л. А. Головина.</i> Особенности развития тарханского комплекса нанопланктона: палеоэкология и биостратиграфия	397
<i>Ю. Е. Демиденко, Г. А. Карлова, Д. А. Комлев.</i> Морфологическое строение и микроструктура <i>Tanniolina pavlovi</i> Kouchinsky, Bengtson et Murdock, 2010	402
<i>Е. А. Жегалло, В. В. Авдонин, Н. Е. Сергеева.</i> Бактериальная природа оксидных железомарганцевых руд Мирового океана	406

<i>Т. А. Кулашова.</i> Проблемы систематики, таксономии и изучения сколекодонтов в России	411
<i>Т. В. Литвинова.</i> Остатки микроорганизмов в рифейских строматолитах (R ₁ , R ₃) Волго-Уральской области	414
<i>Т. В. Литвинова, П. Н. Колосов.</i> Биотические и абиотические процессы в микроонколитах (V)	419
<i>Е. А. Лужная.</i> Трудности систематики сфероморфных микрофоссилий нижнего кембрия: тафоморфы и таксоны	424
<i>Г. В. Миранцев, Г. А. Анекеева, С. С. Терентьев, Н. К. Семенов.</i> Изолированные таблички циклоцистоидей (Echinodermata) из ордовика Балтийско-Ладожского глинта	428
<i>Г. В. Миранцев, Г. А. Анекеева, Р. В. Калабин.</i> Первые находки табличек циклоцистоидей (Echinodermata) в девоне России	432
<i>Н. В. Новожилова.</i> Ископаемые эмбрионы верхнего венда Хараулаха (Сибирская платформа)	435
<i>Ф. А. Триколиди.</i> Микромерные зубы акул (Elasmobranchii: Orectolobiformes) в берриасе Крыма	437
<i>Р. Р. Якунов, А. В. Рыскулова.</i> Русский словарь терминов для описания хитиной	440

Научное издание

**МИКРОПАЛЕОНТОЛОГИЯ:
ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ВКЛАД
В РЕГИОНАЛЬНОЕ ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ НЕДР**
Труды XVIII Всероссийского микропалеонтологического совещания

Редакторы, корректоры *А. А. Миндрик, Е. А. Зотова*
Технические редакторы, компьютерная верстка *А. С. Смирнова, О. Е. Степурко*

Подписано в печать 20.10.2023. Формат 60×90/8. Печать цифровая.
Печ. л. 56,5. Уч.-изд. л. 48,5. Тираж 90 экз. Заказ 80000675

Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский
геологический институт им. А. П. Карпинского»
199106, Санкт-Петербург, Средний пр., д. 74
Тел. 328-90-90 (доб. 24-24, 23-23). E-mail: izdatel@vsegei.ru

Отпечатано на Санкт-Петербургской Картографической фабрике ВСЕГЕИ
199178, Санкт-Петербург, Средний пр., д. 72
Тел. 328-91-90, 321-81-53. E-mail: karta@vsegei.ru